

## ارزیابی برداشت چوب و دام بر تخریب جنگل با مدل بهینه تخریب

علی جهانی<sup>۱\*</sup>، جهانگیر فقهی<sup>۲</sup> و وحید اعتماد<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، گروه ارزیابی و مخاطرات محیط زیست، پژوهشکده محیط زیست و توسعه پایدار، تهران، ایران. (ajahani@ut.ac.ir)

۲- استاد، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. (jfeghi@ut.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. (vetemad@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۳۱

### چکیده

طرح‌های جنگلداری اغلب از اثرها و پیامدهای ناسازگار محیط‌زیستی مانند بهره‌برداری بی‌رویه چوب و چرای دام برخوردارند. هدف از این پژوهش ارزیابی اثر برداشت چوب و دام بر تخریب جنگل خیرود نوشهر با استفاده از مدل بهینه تخریب جنگل و در چهار سناریوی وضعیت موجود، بدون برداشت چوب، بدون دام، و بدون برداشت چوب و دام است. واحدهای همگن محیط‌زیستی با استفاده از منابع اکولوژیکی تهیه و مجموعه فعالیت‌های انسانی انجام‌شده و شدت اثرهای آن‌ها در واحدهای همگن محیط‌زیستی به‌دست آمد. پس از پیش‌بینی ضرایب مدل در سناریوهای ذکرشده اقدام به مقایسه آماری خروجی‌ها و بررسی معناداری تغییرات شد. مقایسه آماری ضرایب تخریب در چهار سناریو با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کروسکال والیس انجام شد. بر اساس سطح معناداری به‌دست آمده تفاوت معناداری بین ضرایب تخریب سناریوهای مختلف وجود دارد. میانگین ضرایب تخریب در هر یک از سناریوهای وضعیت موجود، حذف دام، حذف برداشت چوب و حذف هر دو فعالیت به ترتیب برابر با ۰/۷۲، ۰/۷۹ و ۰/۳ به‌دست آمد. بر اساس نتایج پژوهش، دام مهم‌ترین عامل تخریب جنگل و پس از آن بهره‌برداری چوب قرار دارد. مدل مورد استفاده در این پژوهش به‌عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری قابلیت بالایی در پیش‌بینی و مقایسه سناریوها و سیاست‌های مختلف مدیریتی در جنگل دارد و با استفاده از این مدل می‌توان قبل و بعد از اجرا طرح جنگلداری اثرهای اجرای طرح را به‌خوبی ارزیابی کرد.

واژه‌های کلیدی: جنگل خیرود، مدیریت جنگل، واحد همگن محیط زیستی.

## مقدمه

ارزیابی محیط‌زیستی بوده و سازمان محیط زیست اجرای طرح‌های جنگلداری را نظارت کند ( Council of Ministers, 2003). از آنجایی که در عمل ارزیابی محیط زیستی طرح‌های جنگلداری انجام نشده است، نیاز به ابزار و روشی متناسب با فعالیت‌های طرح جنگلداری و اکوسیستم‌های جنگلی برای انجام این ارزیابی وجود دارد که در این پژوهش به اجرای یکی از این روش‌ها پرداخته شده است.

در پژوهش‌های اخیر ارزیابی اثرهای برداشت چوب و دام بر جنگل با استفاده از معیارها و شاخص‌های مختلفی انجام شده است (Aghnoum et al., 2016; Tohid et al., 2019; Joriz et al., 2020; Jourgholami et al., 2013; Salehzadeh et al., 2016). (Javanmiri Pour et al., 2013) با بررسی تغییرات کمی و کیفی زادآوری در اطراف دام‌سراها دریافتند که با افزایش فاصله از دام‌سرا سلامتی نهال‌ها افزایش و مقدار انحراف رویش طولی آن‌ها و بی‌شکلی نهال‌ها کاهش می‌یابد. همچنین درصد پوشش زادآوری با افزایش فاصله از دام‌سراها افزایش یافته به طوری که در فاصله بیش از ۱۵۰۰ متر از ۲۰ درصد در اطراف سراها (کمتر از ۵۰۰ متر) به بیش از ۷۰ درصد افزایش می‌یابد.

در سال‌های اخیر مدل‌های تخریب سرزمین برای ارزیابی مقدار اثر فعالیت‌های انسانی بر تخریب اکوسیستم ارائه شده‌اند (Barati et al., 2017). مدل تخریب در دسته‌بندی کلی مدل‌ها، جزء مدل‌های اطلاع‌رسان برای آگاهی مدیریت کلان طرح‌ها محسوب می‌شود. این مدل از نوع تجزیه و تحلیل سیستمی بوده و از شیوه مدل‌سازی ریاضی بهره گرفته شده است (Yarali et al., 2010). مدل تخریب برای اولین بار توسط (Makhdoum 2002) ارائه شده و در سال‌های اخیر در پژوهش‌های بسیاری مانند ارزیابی پیامد

جنگل‌های هیرکانی یکی از ارزشمندترین اکوسیستم‌های جنگلی در دنیا به حساب می‌آید به طوری که قدمت آن به دوران سوم زمین شناسی می‌رسد. طرح‌های جنگلداری از ابتدا تا این زمان عملاً توسط دو قطب متضاد تولید چوب و دامداری مدیریت می‌شوند. مورد اول توسط ذی‌نفعان دولتی که هدف آن‌ها بهره‌برداری صنعتی برای تولید چوب است و مورد دوم توسط گروهی از ذی‌نفعان بومی که هدف آن‌ها بهره‌برداری معیشتی و سنتی است مدیریت و اجرا شده است. این دو شیوه بهره‌برداری با هم ناسازگارند و در بلندمدت با دیگر عوامل دیگر مانند جاده‌سازی و چوب‌کشی و دیگر موارد موجب افت کمی و کیفی توده‌های جنگلی شده‌اند (Avatefi Hemmat et al., 2013). چنین مدیریتی نیز از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵ موجب کاهش سطح جنگل‌های هیرکانی به اندازه ۱۶۱۲۹۰ هکتار شده است به طوری که نرخ کاهش سطح (تخریب) جنگل در کل محدوده جنگل‌های هیرکانی برابر با ۰/۷۴ درصد برآورد می‌شود (Mirakhorlou and Akhavan, 2017). از طرف دیگر وضعیت کیفی و تنوع و ترکیب گونه‌ای این جنگل‌ها نیز به شدت کاهش یافته و کنترلی بر موفقیت اجرای طرح‌های جنگلداری یا مدیریت دام نبوده است (Shamekhi, 1993; Khoonsiavashan et al., 2020). در طراحی و برنامه‌ریزی اولیه طرح‌ها اگر ملاحظات محیط‌زیستی جامع و همه‌سونگر مانند پایش و ارزیابی اجرا می‌شد با حداقل پیامدهای محیط‌زیستی روبرو بوده و کنترلی بر فعالیت‌های جنگلداری وجود می‌داشت. ادامه چنین روندی در دهه هفتاد مورد توجه کارشناسان جنگل قرار گرفت و در نهایت با تصویب طرح صیانت از جنگل‌ها، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور را ملزم به اجرای ماده ۱۷ از فصل پنجم این مصوبه کرد که در آن آمده است که طرح‌های جنگلداری باید دارای

بخش مدیریتی بوده که در بخش پاتم سه دوره، بخش نمخانه دو دوره و بخش گرازبن یک دوره طرح جنگلداری دهساله اجرا شده است. طی اجرای طرح جنگلداری، بهره‌برداری‌های انجام شده و دامداری سستی در منطقه تخریب زیادی در خاک، زادآوری و موجودی چوب سرپای جنگل به وجود آمده است، به طوری که در حال حاضر امکان نشانه‌گذاری و برداشت چوب از بخش پاتم وجود ندارد. بخش نمخانه برداشت چوب محدود و غیراقتصادی داشته و تنها در بخش گرازبن امکان برداشت چوب صنعتی و اقتصادی وجود دارد. حال سوال اساسی اینجاست که کدام یک از فعالیت‌های دامداری و برداشت چوب اثر بیشتری بر تخریب جنگل داشته است؟ و حذف هریک از این دو فعالیت به چه اندازه در کاهش تخریب جنگل اثر دارد؟ پاسخ به این سوال موجب می‌شود شدت اثر هریک از فعالیت‌ها مشخص شده و اقدامات لازم برای کنترل هرچه سریع‌تر هر یک صورت گیرد. هدف از پژوهش پیش‌رو نیز ارزیابی اثر برداشت چوب و دام بر تخریب جنگل خیرود نوشهر با استفاده از مدل بهینه تخریب جنگل و در چهار سناریوی وضعیت موجود، بدون دام، بدون برداشت چوب، و بدون برداشت چوب و دام است تا امکان تعیین مقدار اثرگذاری هریک از فعالیت‌ها در تخریب جنگل مشخص شده و در سیاست‌گذاری و برنامه‌های آتی مدیریت جنگل به کار گرفته شود.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد بررسی

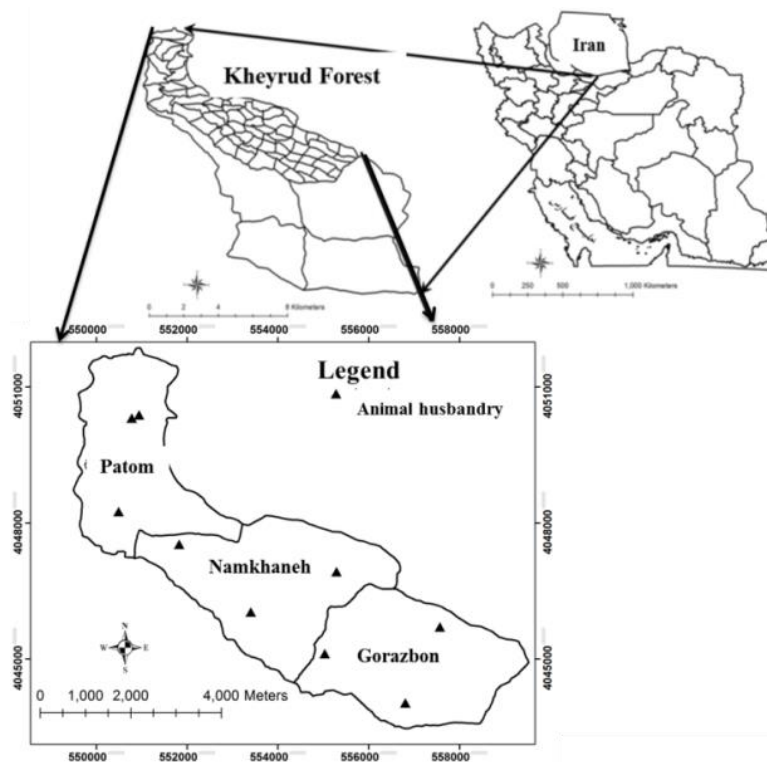
منطقه مورد بررسی سه بخش پاتم، نمخانه و گرازبن جنگل آموزشی پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران است که به جنگل خیرود موسوم است. جنگل آموزش و پژوهشی خیرود در هفت کیلومتری شرق شهرستان نوشهر بین  $36^{\circ} 30'$  تا  $36^{\circ} 32'$  عرض شمالی

فعالیت‌ها در تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز شفارود (Azari Dehkordi and Khazai, 2009)، تعیین آثار توسعه بر محیط‌زیست منطقه حفاظت‌شده اشترانکوه (Yarali et al., 2010)، بررسی اثرهای محیط‌زیستی گردشگری بر جنگل نمک‌آبرود (Yazdian et al., 2012)، ارزیابی اثرهای محیط‌زیستی توسعه بر منطقه حفاظت شده کرکس (Shirmohammadi et al., 2017) و ارزیابی اثرهای محیط‌زیستی توسعه در منطقه حفاظت شده باشگل قزوین (Rezazadeh et al., 2019) مورد استفاده قرار گرفته است. مدل تخریب از آسیب‌پذیری رویشگاه بر اساس تنوع عوامل اکولوژیک شامل ارتفاع، شیب، جهت، پوشش گیاهی، خاک و زمین‌شناسی، اقلیم، تنوع گونه‌های جانوری و منابع آب استفاده کرده و بر اساس مقدار آسیب‌پذیری رویشگاه، تراکم جمعیت و شدت فعالیت‌های انسانی در واحدهای کار، قابلیت توسعه اراضی را مشخص می‌سازد.

Jahani et al. (2016) مدل تخریب را با شاخص‌های ضریب شدت فرسایش و شدت فرسایش لاشبرگی در جنگل خیرود نوشهر تلفیق کرده و مدل بهینه تخریب جنگل را ارائه کردند. مدل بهینه تخریب جنگل با استفاده از فعالیت‌های طرح جنگلداری شامل برداشت چوب (قطع و تبدیل، چوب‌کشی، دیپوسازی و غیره) و دامداری (احداث دام‌سرا، مسیرهای مالرو، تراکم دام و غیره)، گردشگری (جاده‌سازی، مسیر پاکوب، زباله‌ریزی و غیره) و حفاظت جنگل (نهالکاری، بذرکاری، فنس‌کشی و غیره) قادر به پیش‌بینی مقدار تخریب جنگل (خروجی مدل) با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی است (Jahani et al., 2016). خروجی مدل تخریب جنگل در شش طبقه به صورت فازی ارائه شده و قابلیت توسعه جنگل بر اساس شدت تخریب به دست آمده را مشخص می‌سازد. جنگل خیرود دارای سه

دارای طرح جنگلداری بوده و تا زمان اجرای این پژوهش برداشت صنعتی انجام نشده است و برداشت چوب به صورت محلی برای تامین سوخت مورد نیاز دام‌سراها، احداث محل دپوها و مسیرهای چوبکشی (برای برداشت چوب در سال‌های آتی بر اساس طرح جنگلداری) و انجام عملیات پرورشی جنگل بوده است (تغییر وضعیت تخریب در سناریوی حذف برداشت چوب ناشی از حذف عملیات مرتبط با برداشت چوب مانند احداث محل دپوها و مسیرهای چوبکشی خواهد بود). در منطقه مورد بررسی نه واحد دام‌سرا وجود دارد. بخش پاتم دارای سه سرا با ۱۵۷۵ واحد دامی از نوع گاو بومی، بخش نمخانه دارای سه سرا با ۱۲۲۵ واحد دامی از نوع گاو بومی و بخش گرازبن دارای سه سرا با ۱۲۵۰ واحد دامی از نوع گاو بومی است. در حال حاضر تمامی سراها فعال بوده و موجب اثرهای محیط زیستی بسیاری در جنگل می‌شود.

و  $۵۱^{\circ} ۴۰'$  تا  $۵۱^{\circ} ۴۱'$  طول شرقی و در حوزه اداره کل منابع طبیعی نوشهر در منطقه خیرود قرار دارد (شکل ۱). این پژوهش بر اساس اطلاعات حاصل از فعالیت سه دوره اجرای طرح جنگلداری طرح پاتم، دو دوره طرح جنگلداری نمخانه و یک دوره طرح جنگلداری گرازبن تشکیل شده است. جنگل خیرود در سال ۱۳۴۳ برای فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه علوم مختلف جنگل، تهیه طرح جنگلداری نمونه و بهره‌برداری اصولی به مدت ۳۰ سال به دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واگذار شد (اعتماد، ۱۳۸۸). بخش پاتم به مساحت ۹۰۸ هکتار از سال ۱۳۵۱ دارای طرح جنگلداری بوده و مجموعاً ۶۳۷۵۰ سیلو چوب در طی سه دوره طرح جنگلداری برداشت شده است. بخش نمخانه به مساحت ۱۰۸۴ هکتار از سال ۱۳۶۲ دارای طرح جنگلداری بوده و در مجموع ۹۰۲۰۶ سیلو چوب در طی دو دوره طرح جنگلداری برداشت شده است. بخش گرازبن به مساحت ۱۰۲۱ هکتار از سال ۱۳۸۹



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. The geographical location of the study area

## روش پژوهش

### واحدهای همگن محیط زیستی

واحدهای همگن محیط زیستی با استفاده از منابع اکولوژیکی و ابزار دقیق سامانه اطلاعات جغرافیایی، در گام‌های زیر تهیه شد (Makhdoum, 2006). تعداد طبقات لایه‌های اطلاعاتی و نحوه تهیه آن‌ها بر اساس روش Makhdoum (2006) در ارزیابی توان اکولوژیکی تعیین و تهیه شد.

۱. روی هم‌گذاری نقشه، طبقات شیب، جهت و ارتفاع و تهیه نقشه یگان شکل زمین.

۲. روی هم‌گذاری نقشه یگان شکل زمین با نقشه خاک-شناسی و تهیه نقشه نخستین یگان محیط زیستی.

۳. روی هم‌گذاری نقشه نخستین یگان محیط زیستی با نقشه پردازش شده رستنی‌ها و انبوهی جنگل و تهیه نقشه یگان محیط زیستی.

۴. تهیه و تنظیم جدول ویژگی‌های یگان‌های محیط-زیستی حاصل از مرحله قبل به طوری که این جدول حاصل از جمع‌بندی اطلاعات و طبقات ویژگی‌های اکولوژیکی در هر یک یگان‌های محیط زیستی در نقشه مرحله قبل است.

۵. تکمیل جدول‌های یگان‌های محیط زیستی با فراهم-آوری و تدوین ویژگی‌های اکولوژیکی ناپایدار شامل آب و هوا و اقلیم و حیات وحش. این اطلاعات به-صورت توصیفی برای هر یک از یگان‌های محیط زیستی در جدول مرحله قبل وارد می‌شوند و در روش Makhdoum (2006) این اطلاعات به دلیل عدم وجود مرزهای دقیق روی هم‌گذاری و نقشه‌سازی نمی‌شوند.

در ادامه مجموعه فعالیت‌های انسانی انجام شده و شدت اثرهای آن‌ها در واحدهای همگن محیط زیستی با استفاده از پژوهش‌های پیشین در جنگل خیرود (Jahani, 2013) به دست آمده و برای استفاده در مدل بهینه تخریب جنگل در جدول ۱ جمع‌بندی شد. مقدار یا ارزش هر یک از نشانگرهای اکولوژیکی در یگان‌های محیط زیستی طی نقشه‌سازی یگان‌ها موجود است. شدت اثرهای فعالیت‌های انسانی در یگان‌های محیط زیستی به صورت کیفی و قیاسی در چهار طبقه کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد و بر اساس آثار فعالیت در محل ارزیابی می‌شود که در این پژوهش از ارزیابی موجود در پژوهش‌های پیشین در جنگل خیرود (Jahani, 2013) استفاده شد. فاصله از ساختارهای زیربنایی از روی نقشه‌های موجود در طرح جنگلداری خیرود به دست آمد. اطلاعات مربوط به عملیات مختلف جنگل‌شناسی، بهره‌برداری و تراکم دام نیز از جدول‌های عملیات جنگل‌شناسی، نشانه‌گذاری و سامان‌های عرفی در طرح جنگلداری خیرود استخراج شد. مدل بهینه تخریب جنگل در مرحله مدل‌سازی توسط Jahani et al. (2016) به صورت رابطه ۱ معرفی شد.

$$OFDM = \frac{(\sum I + DPI)}{V + Z + E} \quad \text{رابطه (۱)}$$

OFDM: مدل بهینه تخریب جنگل هر یگان نشانزد،  $\sum I$ : مجموع شدت عوامل تخریب هر یگان نشانزد، DPI: تراکم فیزیولوژیک دام هر یگان نشانزد، V: آسیب‌پذیری اکولوژیکی هر یگان نشانزد، Z: کلاس ضریب شدت فرسایش هر یگان نشانزد، E: کلاس شدت فرسایش.

جدول ۱- ورودی‌های مدل بهینه تخریب جنگل

Table 1. The inputs of optimized forest degradation model

Network خروجی شبکه output	نشانگرهای اکولوژیکی (ورودی‌های مدل بهینه تخریب جنگل) Ecological indicators (The inputs optimized forest degradation model)	نشانگرهای مدیریتی (ورودی‌های مدل بهینه تخریب جنگل) Management indicators (The inputs optimized forest degradation model)
ضریب تخریب مدل بهینه تخریب جنگل The degradation coefficient of optimized forest degradation model	درصد شیب Slope (percent)	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of trail
	جهت جغرافیایی Geographical aspect	چرای دام Intensity of destructive impacts of livestock grazing
	ارتفاع از سطح دریا Altitude	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of skidding
	عمق خاک Soil depth	قطع Intensity of destructive impacts of cutting
	زه‌کشی خاک Soil drainage	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of logging
	تیپ جنگلی Forest type	کوبیدگی خاک Intensity of destructive impacts of soil compaction
	متوسط دمای سالانه Annual temperature average	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of garbage
	فرسایش پذیری خاک Soil erosion capability	توریست Intensity of destructive impacts of tourist
	متوسط بارش سالانه Annual precipitation average	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of road
	زمین شناسی Geology	لوله‌گذاری Intensity of destructive impacts of piping
	شدت اثرهای نهالکاری Intensity of impacts of seedling	شدت اثرهای مخرب شدت اثرهای مخرب Intensity of destructive impacts of cabling
	فاصله از جاده Distance to road	فاصله از مسیر مالرو Distance to trail
	فاصله از سرا Distance to animal breeding	فاصله از دپوی چوب Distance to depot
	تراکم دام Cattle density	سطح عملیات نهالکاری انجام شده Seedling area
	سطح عملیات بذرکاری Seeding area	سطح عملیات بذرکاری انجام شده Wood harvesting area

برداشت چوب در جنگل. پس از پیش‌بینی ارزش خروجی مدل بهینه تخریب جنگل در سناریوهای ذکر شده اقدام به مقایسه آماری خروجی‌ها و بررسی معناداری تغییرات شد.

### نتایج

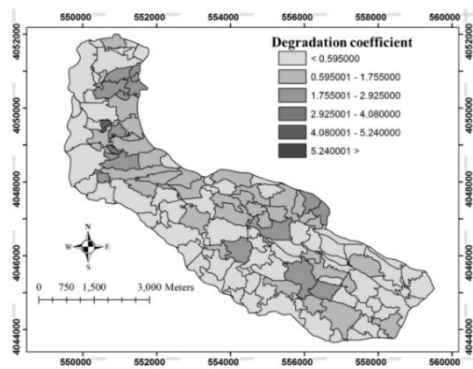
طی فرآیند تشکیل واحدهای همگن محیط‌زیستی در جنگل خیرود مجموعاً ۱۲۹ واحد همگن به‌دست آمد. جدول اطلاعاتی این نقشه با ویژگی‌های پایدار، ناپایدار و فعالیت‌های طرح جنگلداری تکمیل شد. به‌طوری‌که پایگاه داده نقشه یگان‌های محیط‌زیستی به‌عنوان ورودی‌های مدل بهینه تخریب جنگل مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس چهار سناریوی تعریف‌شده اقدام به محاسبه ارزش مدل بهینه تخریب جنگل در هر یک از واحدهای همگن محیط‌زیستی شد. بر این اساس نقشه ضرایب تخریب در هر یک از سناریوها در محیط نرم‌افزار MATLAB 2018 به‌دست آمد. شکل ۲ نقشه مقدار تخریب در واحدهای همگن محیط‌زیستی را بر سناریوی اول نشان می‌دهد. بر این اساس در صورتی که تمام فعالیت‌های انسانی شامل برداشت چوب و دامداری در جنگل انجام شود وضعیت ضرایب تخریب در سطح جنگل به‌صورت شکل ۲ است. همان‌گونه که از این شکل پیداست در واحدهای محیط‌زیستی در بخش شمالی جنگل (بخش پاتم) تخریب بیشتری را شاهد هستیم به‌طوری‌که توان توسعه کمتری در آینده خواهد داشت. شکل ۳ نقشه مقدار تخریب در واحدهای همگن محیط‌زیستی را بر سناریوی دوم نشان می‌دهد. بر این اساس در صورتی که تمام فعالیت‌های دامداری در جنگل حذف شود و صرفاً برداشت چوب ادامه‌دار باشد وضعیت ضرایب تخریب در سطح جنگل به‌صورت شکل ۳ است. بر اساس سناریوی دوم و

با توجه به دقت بالای شبکه عصبی (Azimi et al., 2019)، در پژوهش حاضر کمیت ضریب OFDM با استفاده از شبکه عصبی در هریک سناریوها و در هر یک از یگان‌ها پیش‌بینی شد. در واقع امکان محاسبه این ضریب پیش از اجرای طرح یا در سناریوهای مورد نظر این پژوهش وجود نخواهد داشت و مدل شبکه عصبی ارائه شده توسط (Jahani et al. (2016 نیز برای پیش‌بینی ضریب OFDM در سناریوهای مختلف و پیش از اجرای طرح است. در واقع افزونه نرم‌افزاری شبکه عصبی جایگزین محاسبه مستقیم ضریب OFDM پس از اجرای طرح شده است. مدل شبکه عصبی مورد استفاده به‌صورت یک افزونه نرم‌افزاری در محیط MATLAB 2018 توسط (Jahani et al. (2016 ارائه شده است. از این‌رو دیگر ضرایب مدل OFDM با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و متغیرهای اکولوژیک و مدیریتی (جدول ۱)، پیش‌بینی شد. کمیت متغیرهای اکولوژیک و مدیریتی (جدول ۱) در هریک از سناریوها به‌صورت یک جدول اکسل به نرم‌افزار معرفی شده و نرم‌افزار با استفاده از مدل شبکه عصبی طراحی شده اقدام به پیش‌بینی ضرایب مدل OFDM در هریک از یگان‌ها می‌کند. مدل بهینه تخریب جنگل به‌صورت یک افزونه نرم‌افزاری در محیط MATLAB 2018 ارائه شده است که با ورود متغیرهای اشاره‌شده در جدول ۱، نتایج و خروجی کمی مدل به‌دست آمد. ضرایب مدل بهینه تخریب جنگل در چهار سناریوی مدیریتی محاسبه و نقشه‌سازی شد: ۱. وضعیت موجود با کاربری‌ها و فعالیت‌های انجام‌شده تاکنون، ۲. حذف فعالیت‌های مرتبط با دامداری در جنگل و حفظ فعالیت‌های برداشت چوب، ۳. حذف فعالیت‌های مرتبط با برداشت چوب در جنگل و حفظ فعالیت‌های دامداری، ۴. حذف فعالیت‌های مرتبط با دامداری و



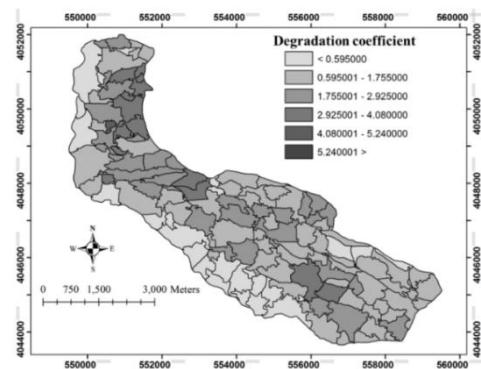
مقدار تخریب در واحدهای همگن محیط زیستی را بر سناریوی چهارم نشان می‌دهد. بر این اساس در صورتی که تمام فعالیت‌های برداشت چوب و دامداری در جنگل حذف شود وضعیت ضرایب تخریب در سطح جنگل به صورت شکل ۵ خواهد بود. بر اساس سناریوی چهارم و حذف برداشت چوب و دام از جنگل شاهد حداقل تخریب خواهیم بود که ناشی از دیگر فعالیت‌ها مانند گردشگری و استفاده‌های محلی است. در این سناریو شاهد حفظ پتانسیل توسعه‌ای جنگل هستیم و پایداری جنگل در ارائه خدمات اکوسیستمی حفظ خواهد شد.

حذف دام از جنگل شاهد تخریب کمتری خواهیم بود. شکل ۴ نقشه مقدار تخریب در واحدهای همگن محیط زیستی را بر سناریوی سوم نشان می‌دهد. بر این اساس در صورتی که تمام فعالیت‌های برداشت چوب در جنگل حذف شده و فقط دامداری به عنوان فعالیت سنتی در منطقه ادامه دار باشد وضعیت ضرایب تخریب در سطح جنگل به صورت شکل ۴ خواهد بود. بر اساس سناریوی سوم و حذف برداشت چوب از جنگل شاهد تخریب بینابینی در دو سناریوی اول و دوم خواهیم بود. در واقع مقدار ضرایب تخریب از وضعیت موجود کمتر و از سناریوی بدون دام بیشتر خواهد بود. شکل ۵ نقشه



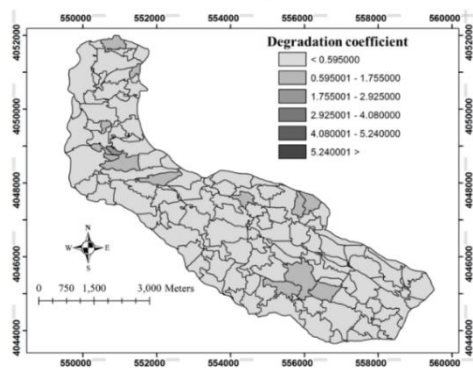
شکل ۳- نقشه ضرایب تخریب بر اساس مدل بهینه تخریب جنگل در سناریوی دوم (حذف دام)

Figure 3. The map of degradation coefficients based on the optimized forest degradation model in the second scenario (Without livestock)



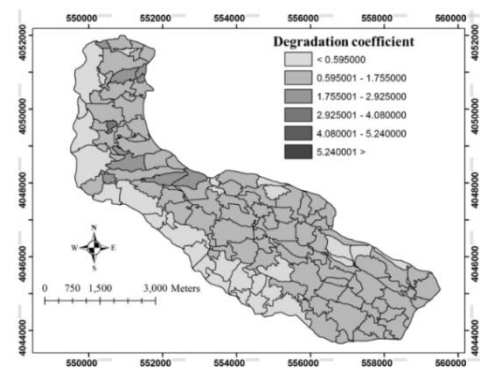
شکل ۲- نقشه ضرایب تخریب بر اساس مدل بهینه تخریب جنگل در سناریوی اول (وضعیت موجود)

Figure 2. The map of degradation coefficients based on the optimized forest degradation model in the first scenario (Current condition)



شکل ۵- نقشه ضرایب تخریب بر اساس مدل بهینه تخریب جنگل در سناریوی چهارم (حذف برداشت چوب و دام)

Figure 5. The map of degradation coefficients based on the optimized forest degradation model



شکل ۴- نقشه ضرایب تخریب بر اساس مدل بهینه تخریب جنگل در سناریوی سوم (حذف برداشت چوب)

Figure 4. The map of degradation coefficients based on the optimized forest



in the second scenario (without livestock and wood harvesting)

جنگل دارد. مقایسه آماری ضرایب تخریب در چهار سناریو با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کروسکال والیس انجام شد. بر اساس سطح معناداری به دست آمده در جدول ۳ تفاوت معناداری بین ضرایب تخریب در سناریوهای مختلف وجود دارد. همچنین مقایسه جفتی نمونه‌ها با توجه به وابسته و غیرنرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون ویلکاگسون انجام و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده و سطح معنی داری می‌توان دریافت که تفاوت معنی دار بین تمام جفت سناریوها وجود دارد.

degradation model in the third scenario (Without wood harvesting)

برای مقایسه آماری ضرایب تخریب در واحدهای محیط زیستی در چهار سناریو در گام اول نرمال بودن داده‌ها به دو روش شاپیرو ویلک و گلموگروف اسمیرنف محاسبه و نتایج آن در جدول ۲ ارائه شد. بر اساس سطح معناداری به دست آمده هیچ‌یک از گروه داده‌ها از منحنی نرمال پیروی نکرده و برای مقایسه آماری از روش‌های ناپارامتریک استفاده شد. همچنین سناریو اول، سناریو سوم، سناریو دوم و سناریو چهارم به ترتیب بیشترین میانگین ضرایب تخریب را دارند. در واقع حذف دام از جنگل اثر بیشتری نسبت به حذف برداشت چوب از جنگل بر کاهش ضرایب تخریب

جدول ۲- نتایج بررسی نرمال بودن داده‌ها در چهار سناریوی مورد پژوهش

Table 2. The results of data normality in four research scenarios

گلموگروف اسمیرنف Kolmogorov-Smirnov		شاپیرو ویلک Shapiro-Wilk		میانگین Average	سناریوها Scenarios
سطح معناداری Significance	درجه آزادی Degree of freedom	سطح معناداری Significance	درجه آزادی Degree of freedom		
0.00	129	0.00	129	1.49	اول First
0.00	129	0.00	129	0.72	دوم Second
0.00	129	0.00	129	0.9	سوم Third
0.00	129	0.00	129	0.3	چهارم Fourth

جدول ۳- نتایج مقایسه آماری کروسکال والیس ضرایب تخریب در چهار سناریو

Table 3. The results of Kruskal-Wallis test for the comparison of degradation coefficients in four scenarios

سطح معناداری Significance	رتبه میانه Mean rank	تعداد Number	سناریوها Scenarios
0.00	363.72	129	اول First
	226.11	129	دوم Second
	305.26	129	سوم

						Third
						چهارم
						Fourth
						138.9
						129
جدول ۴- نتایج مقایسه آماری جفتی ضرایب تخریب در چهار سناریو با استفاده از آزمون ویلکاکسون						
Table 4. The results of paired comparison of degradation coefficients in four scenarios using Wilcoxon test						
مقایسه سناریوها	اول و دوم	اول و سوم	اول و چهارم	دوم و سوم	دوم و چهارم	سوم و چهارم
Scenario's comparison	First and second	First and third	First and fourth	Second and third	Second and fourth	Third and fourth
Z	-9.587	-8.706	-9.794	-4.159	-6.06	-9.822
Sig.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## بحث

بهره‌برداری چوب و دامداری که توسط ذی‌نفعان دولتی و بومی و در قالب طرح‌های جنگلداری و واحدهای دامداری سنتی در جنگل انجام می‌شود موجب تخریب اکوسیستم جنگل‌های هیرکانی شده (Avatefi, Hemmat et al., 2013) و لزوم ارزیابی اثرهای فعالیت‌های مختلف در چارچوب طرح‌های جنگلداری را آشکار می‌سازد. نتایج این پژوهش از دو دیدگاه قابل تحلیل است. دیدگاه اول به مدل‌سازی و قابلیت‌های آن و دیدگاه دوم به نتایج و خروجی مدل‌ها اختصاص دارد. از دیدگاه مدل‌سازی، مدل OFDM با استفاده از شاخص آسیب‌پذیری اکوسیستم تنوع کلیه شرایط اکولوژیک در هر یک از واحدهای همگن محیط زیستی را به‌عنوان نشانگری مبنی بر آسیب‌پذیری کمتر و توان توسعه بیشتر در نظر می‌گیرد و جامعیت ارزیابی را نشان می‌دهد. از طرفی مدل بهینه تخریب جنگل با در نظر گرفتن ضریب فرسایش و شدت فرسایش سطح جنگل و همچنین تراکم فیزیولوژیک دام شاخص معتبری را برای آشکارسازی تخریب اکوسیستم جنگل ارائه می‌کند (Jahani et al., 2016). مدل بهینه تخریب جنگل هم-چون بسیاری از ابزارهای مدیریت جنگل امروزی (Jahani, 2017; Jahani, 2019) با استفاده از ابزار شبکه عصبی مصنوعی قابلیت پیش‌بینی بر اساس شرایط اکولوژیک و فعالیت‌های طرح جنگلداری و فعالیت‌های

بهره‌برداران سنتی پیدا کرده است. از دیدگاه نتایج مدل-سازی چهار سناریوی مورد استفاده در این پژوهش امکان مقایسه نتایج مخرب حاصل از چهار سیاست در برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری در این جنگل‌ها را فراهم کرد. بر اساس سناریوهای تعریف شده بیشترین ضرایب تخریب در جنگل (میانگین ۱/۴۹) در وضعیت موجود با بهره‌برداری چوب و دامداری به‌صورت هم‌زمان اتفاق خواهد افتاد. کمترین ضرایب تخریب در جنگل (میانگین ۰/۳) در وضعیت سیاست‌گذاری بر مبنای حذف بهره‌برداری چوب و دام از جنگل روی می‌دهد. اما آنچه جالب توجه است تفاوت معنی‌دار بهره‌برداری چوب و دام در ایجاد تخریب در جنگل است به‌طوری که ضرایب تخریب در جنگل با حذف بهره‌برداری چوب برابر با ۰/۹ و در صورت حذف دام برابر با ۰/۷۲ خواهد شد. (Shirmohammadi et al., 2017) و (Rezazadeh et al., 2019) نیز در ارزیابی تخریب سرزمین با مدل تخریب، فعالیت‌های دامداری در اکوسیستم‌های طبیعی را از مهم‌ترین عوامل بالارفتن ضریب تخریب و کاهش توان توسعه سرزمین معرفی کرده‌اند. دامداری بخش عظیمی از تاریخ سیاست‌گذاری و بررسی علل تخریب جنگل‌ها را شامل می‌شود و بررسی منابع موجود نشان می‌دهد عمده متخصصان جنگل، بهره‌برداران سنتی را عامل تخریب جنگل می‌دانند (Shamekhi, 1993; Javanmiri Pour et al., )

عملیات پرورشی شده است. گرچه این سیاست موجب کاهش تخریب جنگل می‌شود اما بر اساس نتایج این پژوهش عامل مهم‌تر تخریب که دامداری در جنگل است نادیده گرفته شده است. مدل OFDM به‌عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری قابلیت بالای در پیش-بینی و مقایسه سناریوها و سیاست‌های مختلف مدیریتی در جنگل دارد. از این رو پیشنهاد می‌شود مدیریت و برنامه‌ریزی جنگل به سمت خروج دام از جنگل‌های هیرکانی به‌عنوان مهم‌ترین عامل تخریب، دیگر کارکردهای جنگل بر اساس توان اکولوژیک رویشگاه و استفاده از مدل بهینه تخریب جنگل برای ارزیابی فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده در طرح جنگلداری سوق یابد.

2013). امروزه نیز شاهد سیاست "ممنوعیت چرای دام در جنگل‌های شمال ایران و خروج دام‌های موجود از آن" در برنامه ملی جنگل (۱۳۹۵-۱۴۰۴) هستیم. از طرفی، بهره‌برداران سنتی عامل تخریب جنگل را در بهره‌برداری چوب در طرح‌های جنگلداری می‌دانند (Nurzad, 2005). بر اساس نتایج به‌دست آمده از مدل بهینه تخریب جنگل تفاوت معنی‌داری بین سناریو حذف برداشت چوب و حذف دام وجود دارد و تخریب جنگل در اثر دامداری بیشتر از بهره‌برداری چوب است. در این راستا سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری بر اساس ماده ۶ قانون برنامه بهینه‌سازی پایش، حفظ، بهره‌برداری و مدیریت جنگل‌های کشور مصوب سال ۱۳۹۲ مکلف به بهره‌برداری جنگل، فقط از درختان آسیب دیده (شکسته، افتاده، ریشه‌کن، آفت‌زده) و

## References

- Aghnoum, M.; Fegghi, J.; Makhdoum, M.; Jabariyan, B., Determination of Vulnerable Areas to Grazing in Forest (Case study: Patom District of Kheyroud Forest). *Environmental Researches* **2016**, 6 (11), 11-66.
- Avatefi Hemmat, M.; Shamekhi, T.; Zobeiri, M.; Reza Arab, D.; Ghazi Tabatabai, M., Forest Degradation: an Investigation of Forestry Organization Experts and Local Herders' Mental Models. *Journal of Forest and Wood Products* **2013**, 66 (1), 29-54. (In Persian)
- Azari Dehkordi, F.; Khazai, N., Rapid Decision-Making Support System for Evaluating the Consequences of Activities in Landscape Degradation of Shafarud Watershed, *Journal of Environmental Studies* **2009**, 35 (51), 69-80. (In Persian)
- Azimi, Y.; Khoshrou, S. H.; Osanloo, M., Prediction of blast induced ground vibration (BIGV) of quarry mining using hybrid genetic algorithm optimized artificial neural network. *Measurement* **2019**, 147, 106874.
- Barati, B.; Jahani, A.; Zebardast, L.; Rayegani, B., Integration assessment of the protected areas using landscape ecological approach (Case Study: Kolah Ghazy National Park and Wildlife Refuge). *Town and Country Planning* **2017**, 9 (1), 153-168.
- Council of Ministers. Comprehensive forest protection program in the north of the country (conservation, maintenance and development of northern forests). Council of Ministers Press, Tehran, 2003, 276 p. (In Persian)
- Jahani, A., Aesthetic quality evaluation modeling of forest landscape using artificial neural network. *Journal of Wood & Forest Science and Technology* **2017**, 24 (3), 17-33. (In Persian)
- Jahani, A., Risks assessment of forest project implementation in spatial density changes of forest under canopy vegetation using artificial neural network modeling approach. *Journal of Spatial Analysis Environmental hazards* **2019**, 6 (2), 21-34.
- Jahani, A.; Fegghi, J.; Makhdoum, M. F.; Omid, M., Optimized Forest degradation model (OFDM): an environmental decision support system for environmental impact assessment using an artificial neural network. *Journal of Environmental Planning and Management* **2016**, 59 (2), 222-244.
- Jahani, A.; Saffariha, M., Human activities impact prediction in vegetation diversity of lar national park in Iran using artificial neural network model. *Integrated Environmental*

- Assessment and Management* **2021**, 17 (1), 42-52.
- Javanmiri Pour, M.; Jahani, A.; Mohadjer, M. R. M., Effects of livestock grazing on vegetation in relation to distance from corral in Caspian Forest north of Iran. *Res. J. For. Environ. Prot.* **2013**, 1 (1), 1-11.
- Joriz, S.; Jourgholami, M.; Malekian, A.; Etehadi, M., Evaluating the forest harvesting operations impact on sediment yield in forest watershed (Case study: Kheyroud forest). *Journal of Range and Watershed Management* **2019**, 72 (3), 665-681.
- Jourgholami, M.; Soltanpour, S.; Abari, M.; Majnounian, B., Effects of wood extraction using farm tractor on soil physical properties (case study: Gorazbon district in Khyrud forest). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* **2014**, 21 (4).
- Khoonsiavashan, S.; Shakeri, Z.; Mohammadi Samani, K.; Maroofi, H., Effect of livestock type and grazing intensity on vegetation composition and diversity in Armardeh forests, Baneh, *Journal of Forest Research and Development* **2021**, 7 (2): DOI: 10.30466/JFRD.2021.121026.
- Makhdoum, M. F., Degradation model: a quantitative EIA instrument, acting as a Decision Support System (DSS) for environmental management. *Environmental management* **2002**, 30 (1), 151-156.
- Makhdoum, M., *Land-Use Planning Fundamental*, Sixth Edition, University of Tehran Press, Tehran, 2006, 344p. (In Persian)
- Mirakhorlou, K.; Akhavan, R., Area changes of Hyrcanian Forests during 2004 to 2016. *Iran Nature* **2017**, 2 (3), 40-45.
- Nurzad, M., Studying of relationship between Kheyroudkenar forest and upward village (Barkan, Kolyak, Kohneh deh), M.Sc. thesis, Forestry group, University of Tehran, Tehran. 2005, 133p. (In Persian)
- Rezazadeh, S.; Jahani, A.; Goshtasb, H.; Makhdoum, M., Development Environmental Impact Assessment in Bashgol Protected Area Using Landscape Degradation Model. *Environmental Researches* **2019**, 10 (19), 15-26.
- Salehzadeh, O.; Eshaghi-Rad, J.; Maroofi, H., The effect of anthropogenic disturbance on flora and plant diversity in Oak forests of west (Baneh city), *Journal of Forest Research and Development* **2016**, 2 (3): 219-240.
- Shamekhi, T., Why does the industrial sector couldn't utilise the ecological potential of northern forest. *Iranian Journal of Natural Resources* **1993**, 46, 79-93.
- Shirmohammadi, I.; Jahani, A.; Etemad, V.; Zargham, N.; Makhdoum, M., Development Environmental Impact Assessment (EIA) on Karkas Protected Area by Using Destruction. *Environmental researches* **2017**, 7 (14), 91-102.
- Tohidy, M.; Jalali, J.; Yazdian, F.; Naghi Adel, M.; Jiroudnezhad, R.; Azarnoosh, M. R.; Kuhestani, J. S., Effects of livestock and forest dweller exclusion on natural regeneration in Abbas-Abad Forest, Mazandaran province. *Human & Environment* **2018**, 16 (4), 139-159.
- Yarali, N.; Soltani, A.; Jafari, A.; Mafi Gholami, D.; Mahmoudi, M., Environmental Impacts Assessment (EIA) on Oshtrankouh Protected Area Using Degradation Model, *Journal of Environment Researches* **2010**, 1 (1), 13-22. (In Persian)
- Yazdian, F.; Faqih Nasiri, L.; Kiapasha, K., Impacts of tourism on Namak Abroud forest (by the application of destruction model). *Journal of Iranian Forests* **2012**, 1 (2), 113-121.

## Evaluation of the wood harvesting and livestock on the degradation of forest using optimized degradation model

A. Jahani<sup>\*1</sup>, J. Fegghi<sup>2</sup> and V. Etemad<sup>3</sup>

1- Associate Professor, Department of Assessment and Environment Risks, Research Venter of Environment and Sustainable Development, Tehran, Karaj, I. R. Iran. (Ajahani@ut.ac.ir)

2- Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran. (Jfegghi@ut.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I. R. Iran. (Vetemad@ut.ac.ir)

Received: 16.07.2020      Accepted: 21.09.2020

### Abstract

Forestry projects often result in inconsistent environmental impacts and consequences, including wood exploitation and livestock grazing. The aim of study is to evaluate the effect of wood harvesting and livestock on the degradation of Kheyroud Forest in Nowshahr city using the optimized forest degradation model in four scenarios of current situation, without wood harvesting, without livestock, and without wood harvesting and livestock. Homogeneous environmental units were prepared using ecological resources. A set of human activities and the intensity of the impacts in homogeneous environmental units were obtained. After predicting the coefficients of model in the scenarios, the statistical comparisons of the outputs and the significance of changes were evaluated. Due to the abnormality of the data, Kruskal-Wallis test was performed for statistical comparison of coefficients of degradation in four scenarios. Considering the results, there is a significant difference between the coefficients of degradation in different scenarios. The average coefficients of degradation in the current situation, without wood harvesting, without livestock, and without wood harvesting and livestock scenarios are 1.49, 0.72, 0.9 and 0.3 respectively. According to the results, livestock and wood exploitation are the most important factor influencing forest degradation. The model, which has been used in this research, has a high capability in predicting and comparing different scenarios and management policies as a decision support system in the forest; and using this model we can evaluate forest plan impacts before and after the implementation of project.

**Keywords:** Forest management, Homogeneous environmental unit, Kheyroud Forest.

---

\* Corresponding author

Tel: +989127524877