نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد چهارم، شماره اول، ۱۳۹٤
http://ejang.gau.ac.ir

# مدل SIMFOR ابزاری برای ارزیابی تغییرات زیستگاه گونه‌های جانوری در جنگل‌های تحت برداشت الوار

***فاطمه نیکوی[۱]، حسین وارسته مرادی[۲] و عبدالرسول سلمان‌ماهینی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]دانشیار، گروه محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۲

**چکیده**

در دهه‌های اخیر روش‌ها و مدل‌های بسیاری برای ارزیابی اثرات فعالیت‌های مدیریتی جنگل بر گونه‌های جانوری ساکن در جنگل به‌وجود آمده‌اند. برخی از این مدل‌ها به بررسی نمایه‌های تناسب زیستگاهی می‌پردازند. نرم‌افزار SIMFOR از جمله نرم‌افزارهایی است که به منظور کمک به مدیران جنگل‌ها در ارزیابی اثرات فعالیت‌های مدیریتی و بهره‌برداری از جنگل طراحی شده است. این نرم‌افزار با مدل‌سازی متغیرهای زیستگاهی جنگل و تهیه نقشه تناسب زیستگاهی برای یک گونه هدف تغییرات زیستگاه را در برابر برداشت الوار از آن به‌صورت کیفی نشان می‌دهد. داده‌های اولیه این مدل شامل نقشه‌های پایه از وضعیت ابتدایی منطقه به‌همراه داده‌های برنامه برداشت الوار از جنگل و متغیرهای زیستگاهی آن است. معمولاً شبیه‌سازی زیستگاه در این مدل برای یک دوره طولانی مدت ۲۰۰ ساله صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از این نرم‌افزار به هنگام تدوین برنامه‌های مدیریتی و سناریوهای برداشت از جنگل به‌منظور حفظ زیستگاه گونه‌های جانوری ساکن در آن قابل استفاده است. از این‌رو، راه حلی برای تعارض موجود بین کارشناسان حفاظت از محیط‌زیست و جنگل‌داران فراهم می‌کند.

***واژه‌های کلیدی***: مدل‌سازی، تناسب زیستگاهی، مدیریت جنگل، SIMFOR

*مسئول مکاتبه: fatemenikooy@yahoo.com

**مقدمه**

در دهه‌های اخیر مدیران جنگل‌ها رویکردی را برای مدیریت جنگل در پیش گرفته‌اند که بر اساس آن موظف می‌شوند فرآیندهای بوم‌شناسی و تنوع‌زیستی را در سیماهای مدیریت شده در نظر گیرند. اصولی نظیر مدیریت بوم‌شناسی و جنگل‌داری پایدار در پاسخ به عمیق‌تر شدن بحران تنوع‌زیستی مشاهده شده در نیمه دوم قرن بیستم به وجود آمد. بر اساس این اصول مدیران سرزمین موظفند تا به هنگام برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های مدیریتی در یک منطقه فون و فلور بومی، زیستگاه آن‌ها و فرآیندهای بوم‌شناسی طبیعی را در آن منطقه در نظر بگیرند. این رویکرد نیازمند این است که مدیران سرزمین بتوانند مسائل مربوط به بوم‌شناسی سیمای سرزمین و چگونگی تأثیرگذاری فعالیت‌های مدیریتی در سطح محلی که ممکن است اثرات فرامرزی بر جمعیت‌های منطقه‌ای داشته باشند را در نظر بگیرند (هولتون، ۲۰۰۸). بنابراین، استفاده از روش‌های مدل‌سازی در پاسخ به‌این نیاز گسترش پیدا کرد.

**اهمیت مدل و مدل‌سازی:** امروزه مدل‌سازی در مطالعات بی‌شماری استفاده می‌شود. رایانه‌های امروزی حجم زیادی از داده‌ها و اثرات هم‌کنشی پروژه را در خود جای می‌دهند، علاوه‌بر این، رایانه‌ها معمولاً بدون خطا هستند، تجزیه و تحلیل‌ها در آن‌ها می‌توانند دوباره اجرا شوند و نتایج و فرضیات بازبینی و اصلاح شوند. مدل‌سازی امکان بررسی فعالیت‌های مدیریتی را در مناطق وسیع مقیاس فراهم می‌کند (مدنوف و هی، ۱۹۹۹). مدل‌های مبتنی‌بر زیستگاه ابزار ارزشمندی در پیش‌بینی اثرات تغییر زیستگاه بر بسیاری از گونه‌ها هستند (میلز و همکاران، ۱۹۹۵). ارزش این مدل‌ها در مقایسه با دیگر مدل‌ها به‌دلیل این که مورد آزمون قرار می‌گیرند و اغلب از طریق مطالعه‌های صحرایی تصحیح می‌شوند، به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری سودمند رو به افزایش است (ولزو همکاران، ۱۹۹۷). این مدل‌ها می‌توانند برای ارزیابی اثرات روش‌های مدیریتی جنگل بر زیستایی درازمدت جمعیت برای گونه‌های مختلف جانوران مورد استفاده قرار گیرند. همچنین برای شناخت اثرات فعالیت‌های انسان و بررسی تغییرات زیستگاه، لازم است ارزیابی آن‌ها به شکل کمی انجام شود. استفاده از مدل‌های شفاف مکانی می‌تواند برآوردهای کمی از میزان تغییر زیستگاه موجود برای گونه‌های مختلف و ارزیابی اثرات تصمیم‌های مدیریتی بر زیستگاه پرندگان در درازمدت فراهم کند (بولر و همکاران، ۲۰۰۵). ظهور مدل‌های مکانی شفاف مرتبط با بوم‌شناسی گونه‌ها، مدل‌های تناسب زیستگاه را در رسیدگی به کیفیت زیستگاه، شناسایی و کمی‌سازی آن در مقیاس‌های مکانی متفاوت کارآمدتر می‌کند.

SIMFOR[1] از جمله مدل‌های شفاف مکانی است که در ارزیابی کیفیت زیستگاه‌های جنگلی تحت مدیریت و برداشت استفاده می‌شود. این مدل از نمایه‌های تناسب زیستگاه برای گونه مورد مطالعه استفاده می‌کند تا نقشه‌های تناسب زیستگاه برای دوره‌های مختلف مدیریت جنگل تهیه کند.

در زمینه استفاده از مدل SIMFOR در ایران تنها یک مطالعه در قالب پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد توسط نیکوی در سال ۱۳۹۲ با عنوان شبیه‌سازی سناریوی مدیریت جنگل و ارزیابی اثرات آن بر مطلوبیت زیستگاه پرندگان در جنگل آموزشی- پژوهشی شصت‌کلاته گرگان انجام گرفته است. در این پژوهش، با استفاده از مدل SIMFOR به بررسی اثرات سناریوی مدیریتی سری ۱ جنگل شصت‌کلاته بر تناسب زیستگاه دارکوب سیاه (*Dryocopus martius*) به‌عنوان یک گونه کلیدی در این منطقه پرداخته شد. هدف کلی از انجام این پژوهش مطالعه کارایی مدل SIMFOR در شبیه‌سازی زیستگاه دارکوب سیاه متأثر از مدیریت جاری در این منطقه در یک دوره ۲۰۰ ساله بود. داده‌های ورودی مدل شامل داده‌های نقشه‌ای و داده‌های زیستگاهی به‌همراه یک فایل برنامه‌ریزی برداشت بودند که پس از آماده‌سازی وارد نرم‌افزار SIMFOR شدند. داده‌های نقشه‌ای شامل ۵ نقشه پایه از قبیل نقشه سن توده، نوع توده، نوع برداشت، بلوک‌های برداشت و نقشه بولین منطقه به‌همراه نقشه‌های متغیرهای زیستگاهی ثابت نظیر نقشه ارتفاع و شیب منطقه می‌شوند. رابطه زیستگاهی دارکوب سیاه به‌عنوان داده زیستگاهی به مدل معرفی شد. به‌منظور شبیه‌سازی متغیرهای زیستگاهی دارکوب سیاه در یک دوره ۲۰۰ ساله از منحنی‌های موجودی متغیر و پاسخ گونه به تغییر متغیرهای زیستگاهی استفاده شد. فایل برنامه‌ریزی برداشت که انواع مختلف روش‌های برداشت را بر اساس سناریوی مدیریتی جاری در منطقه به پلیگون‌های قابل برداشت اختصاص می‌دهد در نرم‌افزار Text Pad تولید شد. نتایج حاصل از اجرای الگوریتم نرم‌افزار نشان داد که تحت سناریوی جاری در منطقه که به شیوه جنگل‌داری به طبیعت نزدیک است زیستگاه دارکوب سیاه از تناسب خوبی برخوردار است. نقشه‌های تناسب زیستگاه دارکوب سیاه نشان دادند که لکه‌های زیستگاهی با کیفیت بالا در سال‌های نخست شبیه‌سازی افزایش پیدا کرده، سپس پیرامون یک مقدار خاص نوسان می‌کنند. نتیجه کلی این که با استفاده از مدل SIMFOR می‌توان به ارزیابی اثرات سناریوهای مدیریتی جنگل بر تناسب زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش و پیش‌بینی تغییرات زیستگاه در درازمدت پرداخت (نیکوی، ۲۰۱۳). ولز و

1- SIMulator of FORest

همکاران (۱۹۹۷) به ارزیابی اثرات برداشت از جنگل بر الگوهای سیمای سرزمین و زیستگاه حیات‌وحش پرداختند. هدف آن‌ها یافتن روش‌ها و کاربردهای تازه برای نرم‌افزار SIMFOR بود. تحلیل‌های زیستگاهی این پروژه بر کاربردهای زیستگاه و بوم‌سازگان در دو سناریوی مدیریتی که برای واحد سیمای سرزمین LEMON در جنگل‌های بریتیش کلمبیا توسعه پیدا کرده بودند متمرکز شد. هر سناریو با توجه به حفظ غنای گونه‌ای و ارزش‌های مرتبط با آن درون منطقه ارزیابی شد. از سه نمایه برای ارزیابی معیار تنوع‌زیستی استفاده شد: نمایندگی بوم‌سازگان، حفظ عناصر زیستگاهی و پراکنش گونه‌های کانونی. گونه مورد مطالعه سسک خجالتی (*Catharus guttatus*) بود. SIMFOR پیش‌بینی کرد که تراکم گونه به‌طور نسبی در منطقه غالب با پوشش شوکران- سرو آزاد پایین است و در زون کاج- صنوبر آلپی بالاتر است. شارپ (۱۹۹۸) زیستگاه پرندگان و اثرات شبیه‌سازی شده برداشت الوار را بر زیستگاه پرندگان در جنگل‌های مخلوط صنوبر در آلبرتا، کانادا با استفاده از مدل SIMFOR بررسی کرد. وی نخست گونه‌های پرندگان را بر اساس نیازهای زیستی آن‌ها در گروه‌های وابسته به زیستگاه یا به اصطلاح گیلد تقسیم‌بندی نمود. سپس با استفاده از داده‌های تهیه شده در مطالعات پیشین بین این رسته‌ها و متغیرهای زیستگاهی که برای این رسته‌ها مهم محسوب می‌شدند روابط آماری برقرار کرد. وی همچنین نقشه‌های موجودی این متغیرها را در طول زمان با استفاده از داده‌های موجود و مدل‌سازی تهیه کرد. سپس این داده‌ها و روابط را به همراه نقشه‌ها و برنامه برداشت وارد نرم‌افزار SIMFOR کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که رسته‌های مختلف پرندگان به برداشت الوار شبیه‌سازی شده در مدل پاسخ‌های متفاوتی دادند. گونه‌هایی با نیازهای زیستگاهی خاص مانند آشیان حفره‌ای‌های اولیه تحت سناریوهای مدیریتی جاری در منطقه کاهش یافتند. گونه‌های با نیازهای زیستگاهی کمتر و وابسته به مراحل اولیه پویایی در کوتاه‌مدت به برداشت الوار به‌طور مثبت پاسخ نشان دادند. این نتایج نشان دادند که در طول دوره مدیریتی باید توده‌هایی با سنین مختلف به‌منظور فراهم کردن آن دسته از متغیرهای مربوط به توده‌های مسن که برای برخی گونه‌ها ضروری هستند، در منطقه باقی بمانند. نتیجه این پژوهش نشان داد که به‌نظر می‌رسد مدیریت انطباقی مؤثرترین راه در ارزیابی اثرات تصمیم‌های مدیریتی بر زیستگاه پرندگان باشد. نلسون (۱۹۹۹) به بررسی اثرات اندازه لکه جنگلی بر عرضه الوار و ساختار سیمای سرزمین پرداختند. در این پژوهش از مدل‌های شبیه‌سازی شده ATLAS و SIMFOR به‌منظور پیش‌بینی نتایج مدیریت طولانی‌مدت جنگل بر عرضه الوار، ساختار جنگل و زیستگاه حیات‌وحش استفاده شد. ولز و همکاران (۱۹۹۹) تحلیل زیستگاهی دو

سناریوی برداشت از جنگل را با استفاده از نرم‌افزار SIMFOR در کوه‌های راکی انجام دادند. آن‌ها به منظور رسیدن به اثرات محیط‌زیستی سناریوهای برداشت در این منطقه دو روش کمی برای مدل‌سازی زیستگاه ارائه کردند. در روش اول، اثرات برداشت از جنگل را بر موجودی زیستگاه آشیان‌سازی و تغذیه‌ای دارکوب سه انگشتی (*Picoides dorsalis*) آزمایش کردند. در روش دوم از متغیرهای جنگلی برای نقشه‌سازی احتمال حضور سسک تاج نارنجی (*Oreothlypis celata*) استفاده کردند. نتایج ارزیابی سناریوی اول نشان داد که اگرچه زیستگاه آشیان‌سازی بالقوه این گونه فراوان به‌نظر می‌رسد، اما زیستگاه تغذیه‌ای آن محدود شده است. همچنین زیستگاه سسک تاج نارنجی که یک گونه وابسته به مراحل اولیه توالی است تحت هر دو سناریوی برداشت در منطقه مورد مطالعه با کاهش همراه بوده است. مکمر (١٩٩٩) به تهیه نمایه تناسب زیستگاه برای گونه طرلان (*Accipiter gentilis*) با هدف بررسی اثرات فعالیت‌های جنگل‌داری جاری بر زیستگاه این‌گونه در جنوب شرق بریتیش کلمبیا پرداختند. آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار SIMFOR به ارزیابی اثرات تغییر در الگوهای مکانی پوشش جنگلی بر کیفیت و کمیت زیستگاه تغذیه‌ای طرلان در منطقه مورد مطالعه پرداختند. با استفاده از SIMFOR نقشه‌ها و خلاصه اطلاعاتی از کیفیت زیستگاه در طول زمان برای یک توده مشخص تهیه شد. نقشه‌های خروجی نشان دادند که تناسب زیستگاه طرلان در ٥٠ تا ١٠٠ سال آینده ابتدا کاهش و سپس افزایش پیدا می‌کند. تفاوت‌های بین تناسب زیستگاهی و گستره خانگی این‌گونه نشان داد که اگرچه تحت این سناریوی برداشت، زیستگاه‌های با کیفیت خوب فراهم می‌شود، اما بسیاری از این زیستگاه‌ها بسیار تکه‌تکه شده‌اند. دیویس و بویلند (٢٠٠١) با استفاده از مدل‌های SIMFOR و ATLAS به برنامه‌ریزی واحد سیمای سرزمین در بخش جنگلی دریاچه کوتنی در بریتیش کلمبیا پرداختند. در این مطالعه زیستگاه گوزن کاریبو (*Rangifer tarandus*)، محدودیت‌های مراحل پویایی و برداشت‌های الوار در یک افق برنامه‌ریزی ٢٥٠ ساله برای پایش موفقیت سه روش مختلف مدیریتی سنجیده شدند. نمایه تناسب زیستگاهی گوزن کاریبو تنها ارزش محیط‌زیستی بود که در این پژوهش با SIMFOR مدل‌سازی شد. متغیرهای استفاده شده در این مدل ارتفاع (متر)، شیب (درجه)، سن (توده جنگلی به سال) و درصد گونه درختی بودند. نتایج این پژوهش نشان داد زمانی که میزان برداشت الوار افزایش می‌یابد، مقادیر HSI برای گوزن کاریبو کاهش می‌یابند. همچنین در شرایطی که میزان برداشت الوار برابر باشد، اگر برداشت الوار منحصر به توده‌های کمتر از ١٤٠ سال باشد، مقادیر HSI افزایش می‌یابد. سیلی و همکاران (٢٠٠٤) مدل جامعی را توسعه دادند که می‌تواند در ایجاد

تصمیم‌های پیچیده مدیریت چند منظوره جنگل به مدیران آن کمک کند. این مدل جامع شامل مدل‌های FORECAST, FPS-ATLAS (شبیه‌سازی در سطح جنگل، برنامه‌ریزی برداشت)، SIMFOR (یک مدل زیستگاه) و سیستم بصری‌سازی CALP می‌شود. مجموعه‌ای از نمایه‌ها و معیارها برای شناسایی عوامل اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی کلیدی مورد استفاده قرار گرفت. سپس تغییرات مکانی و زمانی در هر نمایه نشان داده و برای استراتژی‌های برداشت ارزیابی شد. نمایه‌ها نیز شامل حجم برداشت شده، سود ناخالص، تراکم جاده فعال، ذخیره کربن بوم‌سازگان، توزیع طبقات سنی، توزیع اندازه لکه، تراکم خشکه‌دار، زیبایی‌شناختی بصری و مناطق تفرجی می‌شود. سپس تغییرات مکانی و زمانی در هر نمایه نشان داده و برای استراتژی‌های برداشت ارزیابی شدند.

بررسی مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی اثرات فعالیت‌های جنگل‌داری و سناریوهای مدیریتی بر زیستگاه حیات‌وحش نشان می‌دهد که جهت حفظ تنوع‌زیستی جنگل ناگزیر به حفظ زیستگاه و روابط گونه- زیستگاه هستیم. همچنین استفاده از مدل‌های هوشمند رایانه‌ای نظیر SIMFOR در ارزیابی و پیش‌بینی اثرات مدیریت جنگل بر زیستگاه‌های جنگلی نشان می‌دهد که این نرم‌افزار می‌تواند به‌منظور بررسی و مدل‌سازی اثرات سناریوهای مدیریتی مختلف بر زیستگاه گونه‌های جانوری ساکن جنگل مفید واقع شود. هدف از این تحقیق، معرفی این نرم‌افزار و کاربردهای آن است.

## مواد و روش‌ها

**معرفی نرم‌افزار SIMFOR**: نرم‌افزار SIMFOR یک ابزار تصمیم‌گیری است که برای کمک به مدیران جنگل و محققان طراحی‌شده است تا اثرات سناریوهای برداشت از جنگل را بر سیمای سرزمین و نمایه‌های زیستگاهی ارزیابی کنند. SIMFOR می‌تواند برای ارزیابی واکنش پوشش گیاهی جنگل نسبت به تیمارهای برداشت یا حوادث طبیعی و پیش‌بینی شرایط سیمای سرزمین و زیستگاه حیات‌وحش نیز به‌کار رود (ولز و موی، ۲۰۰۲). این نرم‌افزار نخستین مدلی است که فعالیت‌های جنگل‌داری و ارزش‌های تناسب زیستگاهی را برای گونه‌های حیات‌وحش به‌طور همزمان بررسی می‌کند (داوست و ساترلند، ۱۹۹۷).

طراحی این نرم‌افزار در سال ۱۹۹۱ در مرکز زیست‌شناسی حفاظت کاربردی دانشکده جنگل‌داری دانشگاه بریتیش کلمبیا انجام شد. هدف اولیه مدل SIMFOR نشان دادن تغییرات کلی نمایه‌های منتخب از ساختار جنگل و عملکرد آن در طول زمان و مکان است. SIMFOR از نقشه‌های GIS

شامل نقشه‌های خصوصیات توده از قبیل سن و نوع گونه درختان و روش برداشت همراه با داده‌های ویژگی‌های ساختاری جنگل به‌منظور پیش‌بینی الگوی سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه در طول زمان استفاده می‌کند (ولز و موی، ۲۰۰۲). این نرم‌افزار می‌تواند با استفاده از برنامه‌های برداشت الوار شفاف مکانی به نتایج روش‌های مختلف برداشت دست یابد. در مدل SIMFOR دو ماژول اصلی وجود دارد: ماژول سیمای سرزمین و ماژول زیستگاه (شارپ، ۱۹۹۸). ماژول سیمای سرزمین به تغییرات ساختار جنگل در نتیجه وقوع حوادث طبیعی و انسان‌ساخت رسیدگی می‌کند.

موجودی متغیرهای زیستگاهی جنگل در طول زمان (که به نام منحنی‌های موجودی متغیر در SIMFOR شناخته می‌شوند) و استفاده از این متغیرها توسط گونه یا گروهی از گونه‌ها (منحنی‌های پاسخ گونه) ورودی ماژول زیستگاه را فراهم می‌کنند. SIMFOR از موجودی متغیرهای زیستگاهی استفاده می‌کند تا ساختار جنگل را در طول زمان در توده‌های دارای الوار و فاقد الوار نشان دهد و از پاسخ گونه به تغییر این متغیرها در طول زمان استفاده می‌کند تا تناسب سلول‌های رستری و مناطق زیستگاهی بزرگ‌تر را برای گونه‌های موردنظر مشخص کند (شارپ، ۱۹۹۸). ساختار توده از طریق فراوانی ویژگی‌ها و یا متغیرهای زیستگاهی انتخاب شده نشان داده می‌شود. از طریق مطابقت دادن نیازمندی‌های گونه‌های حیات‌وحش با این متغیرهای زیستگاهی، SIMFOR تناسب زیستگاهی را برای هر گونه برآورد می‌کند. علاوه‌بر این، نرم‌افزار از روابط مکانی برای به تصویر کشیدن پارامترهای ساده سیمای سرزمین شامل مراحل پویایی، اندازه پهنه و ویژگی‌های حاشیه جنگل استفاده می‌کند. SIMFOR هم‌چنین امکان نشان دادن پویایی توده ناشی از رشد توده و تیمار برداشت از توده را نیز ممکن می‌کند (ولز و موی، ۲۰۰۲).

نقشه‌ها در فرمت رستری (که سیمای سرزمین را به سلول‌هایی با وسعت ۱ هکتار برای SIMFOR تقسیم می‌کنند) توسط کاربر تولید می‌شوند. یک نرم‌افزار برنامه‌ریز برداشت مانند ATLAS[1] فهرستی از واحدهای توده را که مطابق با یک سناریوی برداشت تیمار می‌شوند را برای SIMFOR تهیه می‌کند. این فایل به عنوان فایل برنامه‌ریزی برداشت از جنگل وارد SIMFOR می‌شود (نلسون و همکاران، ١٩٩٦). فایل برنامه‌ریزی برداشت فهرستی از واحدهای توده که مطابق با یک سناریوی برداشت ویژه تیمار می‌شوند را فراهم می‌کند. SIMFOR فهرست این تیمارها را با

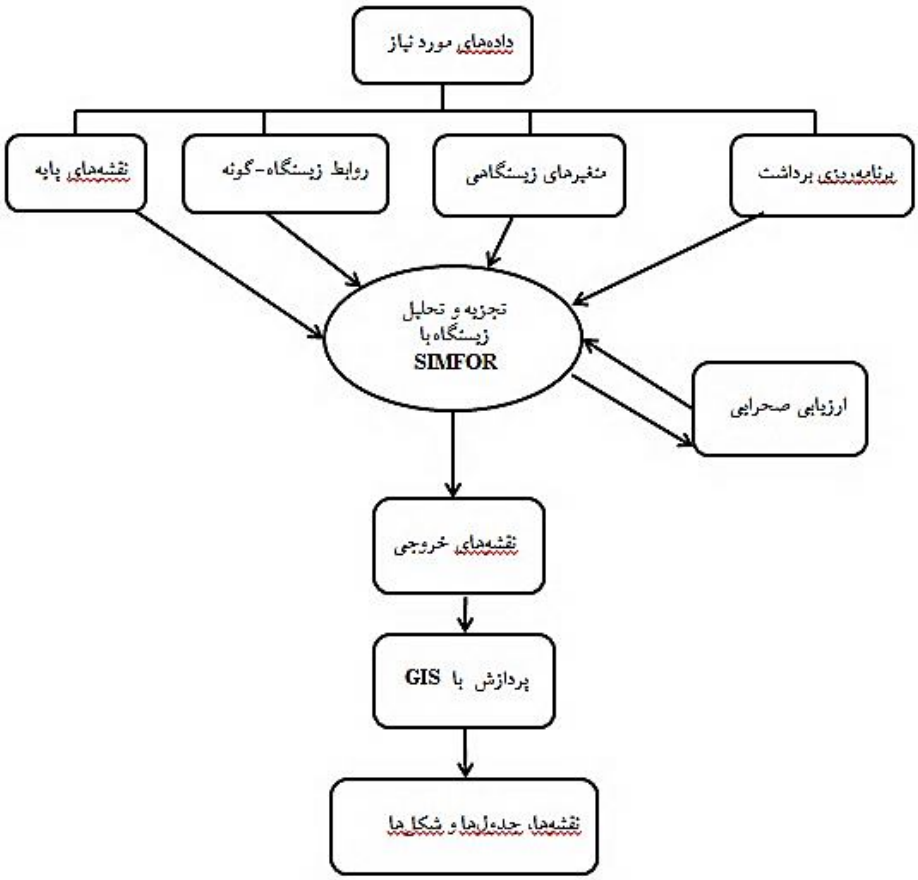
1- A Tactical Landscape Analysis Software

جریان عادی مسن شدن درختان ترکیب می‌کند تا سن آینده توده‌ها (مراحل توالی) و ارزش‌های ساختاری مورد انتظار جنگل را مشخص کند. SIMFOR همچنین قابلیت این را دارد که حوادث طبیعی مانند آتش‌سوزی را نیز وارد مدل کند.

در حقیقت، SIMFOR یک برنامه رستری است که نمایه‌های تناسب زیستگاهی و پارامترهای سیمای سرزمین را از طریق محاسبه ویژگی‌های هر سلول رستری مشخص می‌کند. این نرم‌افزار از داده‌های مکانی رستری (داده‌های دودویی[1] ESRI ArcInfo) برای تصویرسازی مکانی و زمانی پارامترهای ساده سیمای سرزمین و شرایط زیستگاهی حیات‌وحش استفاده می‌کند. SIMFOR با کمک نسخه سوم نرم‌افزار Arc View، می‌تواند اطلاعات نقشه‌ای را ذخیره و نقشه‌هایی را تولید کند تا عناصر سیمای سرزمین، تناسب زیستگاهی و متغیرهای موردنظر در منطقه را نشان دهد (www.atlas-simfor.com). مفهوم چارچوب تجزیه و تحلیل زیستگاه توسط SIMFOR در شکل (۱) نشان داده شده است (ولز و موی، ۲۰۰۲).

SIMFOR از مایکروسافت اکسس[2] برای ذخیره تمامی اطلاعات غیرنقشه‌ای و از نسخه سوم نرم‌افزار Arc View جهت نمایش اطلاعات نقشه‌ای استفاده می‌کند. پایگاه‌های داده در مایکروسافت اکسس ایجاد می‌شوند. با وجود این، بیشتر داده‌های ورودی می‌توانند درون جداولی در محیط SIMFOR جای گیرند و ویرایش آن‌ها نیز به‌طور مستقیم درون همین جداول انجام شود. به‌دلیل رابطه‌ای که بین داده‌ها وجود دارد، زمانی که یک جدول به روزرسانی شود دیگر جدول‌های مرتبط نیز تغییر می‌کنند. محیط SIMFOR محیطی ساده برای مدیریت پایگاه داده و تغییر پارامترهای مدل فراهم می‌کند (ولز و موی، ۲۰۰۲).

1- Binary Grids
2- Microsoft Access




**شکل ١- نمودار مراحل جریانی SIMFOR که گروه‌های معمول ورودی‌ها و خروجی‌های مدل را نشان می‌دهد (ولز و موی، ٢٠٠٢).**

**داده‌های موردنیاز مدل SIMFOR**: سه نوع داده اصلی برای انجام شبیه‌سازی با SIMFOR مورد نیاز است، نقشه‌های پایه، داده‌های مربوط به گونه و زیستگاه آن و داده‌های برنامه‌ریزی برداشت از جنگل. تمامی این سه نوع داده مخصوص منطقه مورد مطالعه هستند و توسط کاربر تهیه می‌شوند (ولز و موی، ٢٠٠٢).

**نقشه‌های پایه**: نقشه‌های پایه متغیرهای مختلف را در سطح سیمای سرزمین در شرایط حال حاضر بیان می‌کنند. این نقشه‌ها در حقیقت داده‌های اولیه‌ای از نقشه‌های خروجی هستند. نقشه‌های پایه شامل

نقشه‌های سن توده، نوع توده، بلوک برداشت، نوع برداشت و نقشه calc (نقشه‌ای که مناطقی که نباید تحلیل شوند را نشان می‌دهد، مشابه نقشه mask در GIS) می‌شوند. تمامی این نقشه‌ها باید قبل از هر شبیه‌سازی تهیه شوند. تمامی این نقشه‌ها باید به‌صورت گریدهای دودویی Arc/Info و رستری باشند و باید وسعت مکانی یکسانی از منطقه مورد مطالعه را به نمایش بگذارند. نقشه‌ها همگی باید در یک پوشه قرار داده شوند تا به راحتی توسط نرم‌افزار ارجاع داده شوند (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**نقشه سن توده:** این نقشه برای نمایش سن اولیه هر سلول رستری در سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارزش سنی هر سلول برای مشخص کردن یک متغیر بر مبنای منحنی، مشخص کردن اینکه که چه زمانی یک حادثه طبیعی در فایل زمان‌بندی اتفاق می‌افتد و مشخص کردن مراحل پویایی استفاده می‌شود. مقدار سن برای هر دوره مطالعه متفاوت است و از طریق فایل زمان‌بندی تغییر می‌کنند (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**نقشه نوع برداشت:** این نقشه جهت نشان دادن نوع برداشت در هر سلول رستری در سیمای سرزمین در زمان شروع شبیه‌سازی استفاده می‌شود. آشفتگی‌های بعدی که در منطقه اتفاق می‌افتند توسط فایل برنامه‌ریزی برداشت با نام schedule.out (فایل حاصل از نرم‌افزار برنامه‌ریزی برداشت) معرفی می‌شوند. مقدار سلول نوع برداشت همراه با مقدار سلول نوع توده برای تعیین منحنی موجودی مورد نیاز برای محاسبه موجودی یک متغیر استفاده می‌شود. ارزش سلولی نوع برداشت در طول دوره شبیه‌سازی، زمانی که یک نوع برداشت دیگر در آن سلول انجام گیرد تغییر خواهد کرد (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**نقشه نوع توده:** این نقشه برای نشان دادن آخرین نوع توده در هر سلول استفاده می‌شود. مقادیر نوع توده می‌توانند از طریق پویایی برنامه‌ریزی برداشت و یا پویایی طبیعی تغییر کنند. پویایی برنامه‌ریزی زمانی‌که یک تغییر در برنامه‌ریزی برداشت در فایل برنامه‌ریزی برداشت (فایل schedule.out) اتفاق بیفتد رخ می‌دهد (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**نقشه بلوک برداشت:** این نقشه برای تنظیم شناسه بلوک برای هر سلول استفاده می‌شود. یک بلوک منطقه‌ای است که توسط فایل برنامه‌ریز برداشت یک نوع برداشت خاص به آن اختصاص می‌یابد. نقشه بلوک پایدار است و در طول شبیه‌سازی تغییر نمی‌کند (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**نقشه بولین منطقه:** این نقشه برای بررسی این که روی یک سلول خاص تجزیه و تحلیل انجام گیرد یا خیر، استفاده می‌شود. نقشه بولین با استفاده از مقادیر دوتایی، تعریف می‌شود (مشابه نقشه mask در

GIS) و در SIMFOR با نام نقشه calc خوانده می‌شود. در این نقشه ارزش سلولی یک به‌این معنی است که در آن سلول تجزیه و تحلیل اتفاق می‌افتد. ارزش سلولی صفر هم به این معنی است که در آن سلول تجزیه و تحلیل رخ نمی‌دهد. نقشه بولین منطقه ثابت است (ولز و موی، ۲۰۰۲).

**داده‌های مربوط به گونه و زیستگاه آن:** متغیرهای بی‌شماری می‌توانند برای تولید مدل زیستگاهی برای یک گونه مهره‌دار به‌کار روند. داده‌های مربوط به گونه در SIMFOR در بخش گونه وارد می‌شوند و شامل نام گونه و رابطه زیستگاهی آن می‌شود.

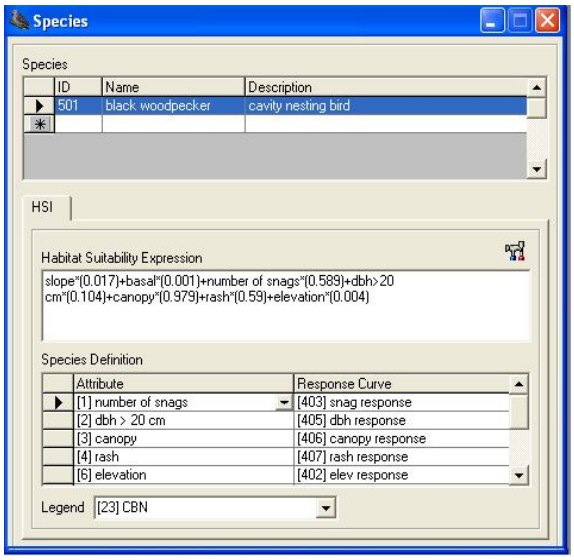
**گونه:** در فرم گونه (شکل ۲) در نرم‌افزار SIMFOR نام گونه‌های مورد مطالعه با اختصاص یک شناسه وارد می‌شود.

در این فرم چند بخش وجود دارد:

۱. بخش نخست شامل نام گونه یا گونه‌های مورد مطالعه می‌شود.

۲. بخش دوم مربوط به نمایه تناسب زیستگاهی گونه مورد مطالعه می‌شود و شامل: ۱- تعریف تناسب زیستگاهی ۲- سازنده این تعریف که نیازمندی‌های زیستگاهی را به‌صورت چند معادله درآورده و بین آن‌ها رابطه برقرار می‌کند.

۳. فهرست تعریف گونه که بیان می‌کند رابطه گونه با هر متغیر زیستگاهی خاص چگونه است.




**شکل ۲- فرم مربوط به اطلاعات گونه در نرم‌افزار SIMFOR.**

**رابطه زیستگاهی:** رابطه زیستگاهی گونه هدف به‌عنوان نمایه تناسب زیستگاه به SIMFOR معرفی می‌گردد. بخش مربوط به متغیرهای زیستگاهی در نرم‌افزار SIMFOR دو بخش دارد: ۱- متغیرهای منحنی (curves) ۲- متغیرهای نقشه‌ای (map).

متغیرهای منحنی شامل دو نوع داده منحنی موجودی متغیر و منحنی پاسخ گونه می‌شود. منحنی‌های موجودی متغیر، تغییرات یک متغیر زیستگاهی را در طول زمان نشان می‌دهند. به‌عبارت دیگر، منحنی‌های موجودی تعریف شده توسط کاربر رابطه بین مقدار متغیر و سن توده را تخمین می‌زنند. در این منحنی‌ها زمان روی محور x و فراوانی متغیر روی محور y نشان داده می‌شود.

منحنی‌های پاسخ، پاسخ یک گونه را به تغییراتی که در فراوانی یک متغیر رخ می‌دهد نشان می‌دهند. فراوانی متغیر روی محور x و نمایه تناسب زیستگاه (به‌عنوان پاسخ گونه) روی محور y قرار می‌گیرد. با استفاده از سازنده توضیح در SIMFOR منحنی‌های پاسخ به کل مدل زیستگاه گونه پیوند داده می‌شود تا کیفیت زیستگاه را برای هر سلول در منطقه مورد مطالعه محاسبه کند. SIMFOR از منحنی‌های موجودی برای پیش‌بینی ساختار جنگل در طول زمان در توده‌های برداشت شده و برداشت نشده و از منحنی‌های پاسخ برای تعیین تناسب هر سلول رستری و لکه‌های زیستگاهی برای گونه‌های موردنظر استفاده می‌کند. منحنی‌های موجودی و پاسخ در بخش ویرایش‌گر منحنی نرم‌افزار تعریف و ویرایش می‌شوند.

متغیرهای نقشه‌ای، متغیرهای پویا و ثابت را در سطح سیمای سرزمین شرح می‌دهند و ممکن است در یک شبیه‌سازی موردنیاز باشند یا نباشند. متغیرهای نقشه‌ای شامل عناصر پایدار زیستگاه نظیر ارتفاع و شیب و عناصر پویا مانند تعداد درختان خشکه‌دار می‌شوند.

**داده‌های مربوط به سیمای سرزمین:** SIMFOR الگوی سیمای سرزمین را از طریق ترکیب تیمارهای جنگل‌داری با پویایی جنگل به‌منظور تهیه نقشه‌ها و خلاصه‌ای از مراحل پویایی جنگل، لکه‌ها و اثرات حاشیه‌ای بین آن‌ها نشان می‌دهد. بخش مربوط به سیمای سرزمین در SIMFOR شامل پارامترهای نوع توده، نوع آشفتگی، مراحل پویایی، لکه و حاشیه می‌شود. این پارامترها باید قبل از هر تحلیل زیستگاهی تعریف شوند.

**نوع توده:** توده‌های مختلف وارد شده به مدل در این فهرست وارد می‌شوند. شناسه توده باید با مقادیری که در نقشه پایه نوع توده وجود دارد یکسان باشد. زمانی‌که شناسه و یا نام یک توده عوض می‌شود، تغییرات به‌طور همزمان در تمامی فرم‌های مربوطه که توده را دارا باشند اعمال خواهند شد.

مقادیر در نقشه خروجی توده وابسته به پویایی هستند، در غیر این صورت، مقادیر نقشه توده از اولین سال اجرا به بعد مشابه و یکسان باقی خواهد ماند.

**نوع برداشت:** آشفتگی شامل آشفتگی‌های حاصل از برداشت الوار و یا حوادث طبیعی مانند آتش‌سوزی است که در سیمای سرزمین اتفاق می‌افتند. هر کدام از آشفتگی‌ها باید مرتبط با مقادیر موجود در نقشه پایه نوع برداشت و فایل برنامه‌ریزی برداشت باشد. مقادیر نقشه خروجی آشفتگی وابسته به نوع آشفتگی تنظیم شده با فایل برنامه‌ریزی برداشت است. در غیر این صورت، مقادیر نقشه خروجی در سال‌های بعد مشابه اولین سال اجرا باقی خواهد ماند.

**داده‌های برنامه‌ریزی برداشت:** SIMFOR به داده‌های ورودی از یک برنامه‌ریز برداشت نیاز دارد تا بتواند اثرات سناریوهای برداشت را بر عناصر سیمای سرزمین و تناسب زیستگاهی پیش‌بینی کند. برنامه‌ریزی‌های برداشت به‌طور کلی از یک نرم‌افزار برنامه‌ریزی برداشت نظیر ATLAS (نلسون و همکاران، ١٩٩٦) فراهم می‌شوند. SIMFOR می‌تواند در کنار ATLAS به‌منظور یافتن نتایج بالقوه روش‌های برداشت و یا به تنهایی به‌عنوان یک ابزار نشان‌دهنده تغییرات جنگل طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. SIMFOR داده‌ها را از هر برنامه‌ریز برداشتی که خروجی‌ها را در فرمت صحیح شکل دهد می‌پذیرد، اما معمولاً SIMFOR و ATLAS با یکدیگر استفاده می‌شوند. ATLAS نیز مشابه SIMFOR یک مدل شفاف مکانی است که در دانشکده جنگل‌داری بریتیش کلمبیا توسط تیمی به رهبری جان نلسون به‌منظور برنامه‌ریزی برداشت الوار مطابق با اهداف مکانی و زمانی سناریوهای مدیریتی جنگل طراحی شده است.

فایل برنامه‌ریزی برداشت استفاده شده در SIMFOR یک فایل متنی است که از فرمت زیر پیروی می‌کند:

**جدول ١- داده‌های موجود در فایل برنامه‌ریزی برداشت (ولز و موی، ٢٠٠٢).**

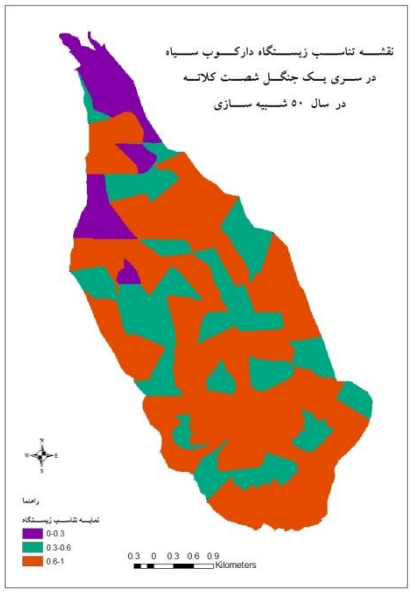
| سال | شناسه پلیگون | نوع برداشت | سن بازیابی |
|---|---|---|---|
| ٥ | ٣ | ٢ | ٠ |
| ٥ | ٥ | ٢ | ٠ |
| ١٠ | ١٤٦ | ٣ | ٠ |
| ١٥ | ٨٥٧ | ٥ | ٠ |

ردیف سال نشان می‌دهد که برداشت الوار چه زمانی انجام می‌شود. شناسه پلیگون، نشان دهنده پلیگونی است که هر نوع برداشت در طول دوره برداشت الوار به آن پلیگون اختصاص می‌یابد.

**تحلیل کیفیت زیستگاه در SIMFOR**: ایده اصلی تحلیل کیفیت زیستگاه در SIMFOR این است که هر گونه حیات‌وحش به یک یا چند عنصر ساختاری برای رفع نیازهای زندگی خود وابسته است. نقشه‌های تناسب زیستگاه در SIMFOR بر اساس توضیحات ساختاری که در سطح توده قرار دارند و به آن‌ها متغیر گفته می‌شود، تولید می‌شوند. موجودی هر متغیر ممکن است پویا (متغیر همزمان با تغییر نوع توده، سن و تیمار جنگل‌داری تغییر می‌کند) و یا ثابت (متغیر در طول زمان ثابت بماند) باشد. پاسخ زیستگاه به‌عنوان عملکردی از یک یا چند از این متغیرها محاسبه می‌شود و نتیجه آن پیش‌بینی کیفیت زیستگاه برای یک گونه مهره‌دار ساکن جنگل است.

SIMFOR همچنین اطلاعات نقشه‌ای زیستگاه از قبیل مناطق کناررودی[1] یا ارتفاع را نیز وارد مدل می‌کند. متغیرهای نقشه‌ای SIMFOR نیز می‌توانند از نظر زمانی پویا باشند مانند حاشیه جنگل و یا ثابت باشند مانند شیب یا ارتفاع. برای پیش‌بینی تغییرات متغیرهای زیستگاهی و تناسب زیستگاهی خاص هر گونه در طول زمان، SIMFOR از داده‌های موجودی متغیرهای زیستگاهی و داده‌های پاسخ گونه استفاده می‌کند. داده‌های موجودی متغیر تعریف شده توسط کاربر می‌توانند برای مدل‌سازی پیش‌بینی‌های درازمدت این متغیرها به‌عنوان ارتفاع درخت، تراکم خشکه‌دار و پوشش بوته‌ای تحت سناریوهای مختلف برداشت به‌کار روند. زمانی‌که یک رابطه شفاف زیستگاهی برای یک گونه خاص وجود ندارد، یک متغیر ممکن است به‌عنوان یک جانشین مورد استفاده قرار گیرد. به‌این طریق، تغییر یک متغیر معین در طول زمان ممکن است به‌عنوان نمایه تناسب زیستگاهی خاص یک گونه محسوب شود (ولز و موی، ۲۰۰۲). نقشه تناسب زیستگاه برای دارکوب سیاه در سال ۵۰ شبیه‌سازی سناریوی مدیریتی جنگل شصت‌کلاته برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نیکوی در سال ۲۰۱۳ به‌عنوان نمونه در شکل (۳) نشان داده شده است.

1- Riparian




**شکل ۳- نقشه تناسب زیستگاه خروجی از مدل SIMFOR (نیکوی، ۲۰۱۳).**

## بحث و نتیجه‌گیری

جنگل‌داری به‌عنوان یکی از انواع توسعه‌های انسانی اثرات بالقوه‌ای بر زیستگاه‌های جنگلی و گونه‌های حیات‌وحش ساکن در آن دارد. روش‌های مختلفی برای ارزیابی این اثرات در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. در این بین، روش‌های رایانه‌ای با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند امکان ارزیابی و پیش‌بینی این اثرات را در مقیاس بزرگ مکانی و زمانی فراهم می‌کنند. مدل SIMFOR یکی از روش‌های رایانه‌ای است که با استفاده از یک الگوریتم هوشمند پاسخ ویژگی‌های مختلف سیمای سرزمین و تناسب زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش را به سناریوهای مدیریتی جنگل برای یک دوره طولانی مدت ۲۰۰ ساله پیش‌بینی می‌کند. بنابراین، این مدل به‌عنوان یکی از کارآمدترین مدل‌ها در ارزیابی اثرات برنامه‌های جنگل‌داری بر زیستگاه‌های جنگلی در درازمدت شناخته می‌شود.

بسیاری از محققان، انجام مجموعه گسترده‌ای از روش‌های مدیریتی سرزمین را در سیماهای جنگلی برای بهتر نشان دادن نیازهای تمامی گونه‌ها پیشنهاد می‌کنند. حوادث طبیعی از قبیل

آتش‌سوزی و هجوم حشرات به جنگل درختان را به‌طور کامل مصرف نمی‌کنند و برخی از متغیرهای موردنیاز پرندگان جنگلی و پوشش گیاهی را در منطقه باقی می‌گذارند. بنابراین، اگر مدیران جنگل مانند حوادث طبیعی برخی متغیرهای موردنیاز گونه‌های حیات‌وحش را در توده برداشت نکنند می‌توانند تنوع‌زیستی زیستگاه جنگلی را حفظ کنند (شارپ، ۱۹۹۸). تلاش‌های مدیران جنگل برای جبران حوادث پس از برداشت الوار در جنگل و باقی گذاشتن برخی از متغیرهای زیستگاهی توده‌های مسن‌تر در توده‌های جوان به جبران اثرات ناشی از برداشت الوار بر دارکوب سیاه کمک شایانی می‌کند (رولستاد و همکاران، ۱۹۹۸). در مجموع، مدل‌سازی این امکان را فراهم می‌کند تا گزینه‌های مختلف در ارتباط با میزان زیستگاه با کیفیت بالای تولید شده تحت هر سناریوی مدیریتی در جنگل در طول زمان مورد آزمون قرار گیرند. مدل‌های مبتنی بر زیستگاه از قبیل SIMFOR یک ابزار ارزشمند برای مقایسه نتایج کمی هستند و پراکنش و نظم لکه‌های زیستگاهی را نیز به‌عنوان بخش مهمی از بوم‌سازگان مقایسه می‌کنند.

تأیید و بهبود مدل‌ها می‌تواند در چارچوب مدیریت انطباقی انجام شود (والترز، ۱۹۸٦). محققان و مدیران با یکدیگر همکاری می‌کنند تا سناریوهای مختلف مدیریتی را از نظر تئوری روی زمین اجرا کنند. مدل‌سازی امکان آزمایش سریع نتایج مورد انتظار از سناریوهای مدیریتی پیشنهادی را فراهم می‌کند. اگر به درستی برنامه‌ریزی شود این سناریوها می‌توانند به‌همراه نتایج مورد استفاده برای تصحیح و بهبود مدل‌ها مورد آزمون قرار گیرند (شارپ، ۱۹۹۸). در این راه، مدیران و محققان باید تلاش‌های یکدیگر را برای بهبود درک خود و استفاده از بوم‌سازگان جنگل به‌کار گیرند. SIMFOR یک مدل شبیه‌سازی مکانی پویایی سیمای سرزمین در طول زمان است (داوست و ساترلند، ۱۹۹۷). این نرم‌افزار متغیرهای زیستگاهی خاص را در طول یک دوره زمانی معین دنبال می‌کند و موجودیت آن‌ها را به شکل کیفیت زیستگاه برای گونه‌های جانوران بر اساس الگوریتم‌های معرفی شده توسط کاربر نشان می‌دهد (شارپ، ۱۹۹۸).

## رهیافت‌های ترویجی

حفاظت از تنوع زیستی جنگل‌ها باید به‌عنوان بخشی اساسی در حفظ یکپارچگی و سلامت بوم-سازگان‌های جنگلی در نظر گرفته شود. مدل‌سازی تناسب زیستگاه با استفاده از نرم‌افزار SIMFOR می‌تواند رهیافتی برای پیش‌بینی اثرات فعالیت‌های جنگل‌داری بر زیستگاه گونه‌های جنگلی باشد. در

کنار مطالعه تغییرات زیستگاه‌های جنگلی، حفظ برخی از متغیرهای زیستگاهی موردنیاز گونه‌های جانوری ساکن در جنگل‌ها می‌تواند در حفظ زیستگاه‌ها و گونه‌های جانوری مؤثر باشد. بین کارشناسان حفاظت از محیط‌زیست و مدیران جنگل‌ها به‌منظور حفاظت از تنوع زیستی جنگل‌های تحت برداشت باید همکاری دوجانبه وجود داشته باشد.

## منابع


1.Buehler, D.A., Linder, E.T., Franzreb, K.E., Klaus, N.A., Dettmers, R., and Bartlett, J.G. 2005. Integrating bird-habitat modeling into national forest planning for bird conservation in the Southern Appalachians. Third International Partners in Flight Conference, March 20-24, Asilomar Conference Grounds, California.

2.Daust, D.K., and Sutherland, G. 1997. SIMFOR: Software for simulating forest management and assessing effects on biodiversity. In: the status of forestry/wildlife decision support systems in Cananda: proceedings of a symposium, Toronto, Ontario, 1994. I.D. Thompson (Editor). Published by Natural Resources Cananda: Canadain Forest Services, Great Lakes Forestry Centre, Sault Ste. Marie, Ont, 15-29.

3.Davis, R., and Boyland, M. 2001. Landscape unit planning using ATLAS and SIMFOR: caribou habitat, old growth, and harvest scheduling in the Kootenay lake forest district. Viewed 12 Februray 2012, http://www.forestry.ubc.ca/atlas simfor/project/about.html.

4.Haulton, S. 2008. Effects of silvicultural practices on bird communities in deciduous forests of eastern and central North America. Viewed 25 August 2013. www.in.gov/dnr/forestry/files/fo-ManagedForestBirdReview.pdf.

5.KBM Forestry Consultants Inc. 2006. A Pilot Moose Habitat Model for the Mid Boreal Uplands Ecoregion of the Manitoba Model Forest. http://www.forestry.ubc.ca/atlas simfor/project/about.html.

6.Mladenoff, D.J., and He, H.S. 1999. Design, behavior and application of LANDIS, an object-oriented model of forest landscape disturbance and succession. In: Mladenoff, D.J., Baker, W.L. (Eds,). Spatial modeling of forest landscape change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, Pp: 125–162.

7.Machmer, M.M., Utzig, G.F., Gaines, T.M., Savignac, C., and Dulisse, J. 1999. Development of a Northern Goshawk habitat suitability index for forest types of the Kootenay region. Biology and Management of Species and Habitats at Risk, Kamloops, B.C., 15–19 Feb.

8.Mills, T.R., Rumble, M.A., and Flake, L.D. 1995. Evaluation of a habitat capability model for non-game birds in the Black Hills, South Dakota, Reserch.

Paper RM-RP-323. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 30p.

9. Nelson, J., and Wells, R. 1996. The effect of patch size on timber supply and landscape structure. Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver, B.C. V6T 1Z4, July 5.
10. Nikooy, F. 2013. Simulation of forest management scenario and evaluation of its impacts on the bird's habitat suitability (Case study: the Shast Kalate Experimental Forest). MSc. Thesis in Faculty of Fishery and Environmental Sciences, Gorgan University of Agri. Sci .and Natur. Resour. 91p. (In Persian)
11. Rolstad, J., Majewski, P., and Rolstad, E. 1998. Black woodpecker use of habitats and feeding substrates in a managed Scandinavian Forest. Wildlife Management, 62: 11-23.
12. Sharp, N.E. 1998. Bird-habitat association and simulation effects of logging on bird habitat in the Aspen Boreal Mixewood. M.Sc., Thesis in British Colombia. 60p.
13. Seely, B., Nelson, J., Wells, R., Peter, B., Meitner, M., Anderson, A., Harshaw, H., Sheppard, S., Bunnell, F.L., Kimmins, H., and Harrison, D. 2004. The application of a hierarchical, decision-support system to evaluate multi-objective forest management strategies: a case study in northeastern British Columbia. Canada, Forest Ecological and Management, 199(2–3): 283–305.
14. Walters, C.J. 1986. Adaptive management of renewable resources. MacMillan Publishing Company, New York. 374p.
15. Wells, R., Vernier, P., and Sutherland, G. 1997. Assessing the effects of forest harvesting on landscape patterns and wildlife habitat: Current approaches and new directions for SIMFOR. Biodiversity of rangelands. Juornal of Range Manage. 46p.
16. Wells, W.R., Valdal, E., Steeger, C., and Vernier, P. 1999. Simfor habitat analysis of two FSSIM harvest scenarios in the Rocky Mountain Trench. Enhanced Forest Management Report No. 10. Invermere Forest District, Invermere, BC. Viewed in 30 January 2013. http://www.for.gov.bc.ca/drm/Pilot/simfor/simforhabitatanalysis.html.
17. Wells, R., and Moy, A. 2002. SIMFOR Version 3.01 User Manual. Faculty of Forestry, University of British Colombia, Vancouver B.C. Available on www.atlas-simfor.com.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 4 (1), 2015
http://ejang.gau.ac.ir

# SIMFOR, a model to evaluate the wildlife habitat changing in harvesting forests

***F. Nikooy[1], H. Varasteh Moradi[2] and A. Salmanmahiny[3]**
[1]M.Sc. graduated, Dept. of Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Associate Prof., Dept. of Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2014/04/30; Accepted: 2014/11/23

**Abstract**

In the recent decades, numerous strategies and models have been developed aiming to evaluate the impacts of forest management scenarios on the animal species habitat. Some of these models investigate habitat suitability indices such as SIMFOR. SIMFOR has been developed to help the forest managers with assessment the forestry activities such as timber harvest. This model indicates the habitat changes against timber harvest through modeling forest attributes and preparing habitat suitability maps. Needed Initial data including base maps showed the current status of study region and harvest schedule data and habitat attributes affecting target species. Habitat simulation in SIMFOR is done for a long 200-year period. The results of this model are used in editing forest management programs and harvest scenarios in order to preserve wildlife habitat dwelling in the forests. Therefore, this model could be as a solution aiming to solve the conflicts between conservation experts and forest managers.

***Keywords:*** Forest management, Modeling, Habitat suitability, SIMFOR

[*]Corresponding author; fatemenikooy@yahoo.com