

## معرفی نرم افزار



## مارکسان، نرم افزاری برای برنامه‌ریزی حفاظت

بهاره خرازی باهري<sup>\*</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

نویسنده مسئول: بهاره خرازی باهري

ایمیل: baharehbaheri@ut.ac.ir

## مقدمه

مناطق حفاظت شده اراضی نسبتاً وسیع و با ارزش حفاظتی بالا هستند که با هدف حفظ و احیای رویشگاه‌های گیاهی و زیستگاه‌های جانوری انتخاب می‌شوند و طی فرآیند زون بندی، محدوده مناطق حفاظت شده متناسب با توان اکولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی، برای کاربری‌های مجاز پهنه بندی شده و واحدهای برنامه‌ریزی (زون‌ها) شکل می‌گیرند (معیری، ۱۳۹۴).

اگرچه در حالت ایده آل کل یک کشور باید به شکل درجات مختلف حفاظتی باشد و سایر کاربری‌ها در متن حفاظت انجام شوند اما به طور معمول این امکان وجود ندارد و ما نمی‌توانیم تمام مکان‌های در برگیرنده تنوع زیستی را حفاظت کنیم، بنابراین مجبور به اولویت بندی این مناطق هستیم. این مناطق منتخب باید حداقل دو ویژگی داشته باشند. آن‌ها باید نمونه‌ای از تنوع زیستی منطقه‌ای باشند که در آن واقع شده‌اند و همچنین باید تنوع زیستی را از فرآیندهایی که پایداری آن را تهدید می‌کند، جدا کنند. آنچه اهمیت دارد این است که چگونه می‌توان بیشتر شروط و پارامترها را در

نظر گرفت و مجموعه‌ای از مناطق را برای حفاظت انتخاب کرد که بیش‌ترین، کامل‌ترین، جامع‌ترین، یکپارچه‌ترین و پیوسته‌ترین بخش‌های طبیعت تا حد امکان به این کار اختصاص یابد (سلمان ماهینی، ۱۳۸۸). به همین منظور در سال‌های اخیر، روش‌های زیادی برای کمک به انتخاب نواحی تحت حفاظت جدید که دربرگیرنده معیارهای تنوع زیستی‌اند توسعه داده شده است (Pearce *et al.*, 2008). مارکسان (Marxan) پر استفاده‌ترین نرم افزار برنامه‌ریزی حفاظتی دنیا برای حل مشکلات پیچیده برنامه‌ریزی حفاظتی در سیمای سرزمین است. مارکسان یک ابزار تصمیم‌گیری است که زون‌بندی مناطق جغرافیایی را برای حفاظت تنوع زیستی انجام می‌دهد (Watts *et al.*, 2009).

طراحی این نرم افزار در ابتدا برای حل یکی از مشکلات طرح‌ریزی شبکه حفاظتی به نام حداقل مجموعه مسئله با هدف دستیابی به حداقل سطح نماینده عوارض تنوع زیستی با کمترین هزینه ممکن، بوده است. با دادن اطلاعات جامع و قابل قبول در مورد گونه‌ها، زیستگاه‌ها و سایر خصوصیات مربوط به تنوع زیستی، مارکسان به شناسایی یک سیستم حفاظتی کمک می‌کند. به طوری که این سیستم تمام اهداف تنوع زیستی تعریف شده توسط کاربر را با کمترین هزینه برآورد می‌کند. هزینه مورد استفاده می‌تواند هر نوع هزینه اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناختی و یا ترکیبی از آن‌ها باشد که توسط کاربر تعیین می‌شود (Ball & Possingham, 2000).

زیرا علاوه بر اینکه مدیریت آنها نسبت به شبکه‌ها و چندضلعی‌ها آسان‌تر است، کل فرآیندها و خدمات اکوسیستم های حوزه آبخیز را شامل می‌گردند. در طول اجرای نرم افزار مارکسان، هر واحد برنامه‌ریزی بر این اساس که آیا می‌تواند شامل شبکه مناطق حفاظت شده باشد یا خیر ارزیابی خواهد شد.

۲- لایه‌های پراکنش گونه‌ها ( Species

Distribution Map): لایه‌های توزیع و پراکنش گونه‌ها تصاویری بولین هستند که ارزش یک در آنها اشاره به موقعیت‌هایی است که گونه در آنها حضور دارد و صفر مکان‌هایی که گونه در آن جا حضور ندارد.

۳- لایه وضعیت واحدهای برنامه‌ریزی ( Planning

Unit Tenure یا Planning Unit Status): این لایه تعیین می‌کند کدام مکان‌ها برای انتخاب در یک سیستم ذخیره نهایی موجود هستند. در این نقشه موقعیت یگان تعیین کننده وضعیت یگان در فرایند انتخاب شبکه حفاظتی جدید است. این مقدار برای هر یگان می‌تواند یکی از ارزش‌های بیان شده در زیر باشد.

صفر: انتخاب یا عدم انتخاب یگان در تمام تکرارها تصادفی است.

یک: یگان در اولین تکرار انتخاب می‌شود ولی انتخاب یا عدم انتخاب آن در تکرارهای بعدی و شبکه منتخب نهایی تصادفی است.

دو: حضور یگان در تمامی تکرارها ثابت است. یگان در اولین تکرار انتخاب می‌شود و تا شبکه منتخب نهایی حذف نمی‌شود.

هزینه انتخاب منطقه ممکن است هر نوع هزینه اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناختی یا ترکیبی از آنها باشد. البته باید توجه داشت که سایر هزینه‌های جایگزین مانند فاصله از جاده‌ها و مناطق تمرکز جمعیت انسان، از طریق دخالت در مدل‌سازی زیستگاه گونه‌ها، به طور غیر مستقیم در انتخاب نهایی مناطق مناسب حفاظت دخالت داده خواهند شد (مهری و همکاران، ۱۳۹۳).

## تاریخچه

مارکسان یک نرم افزار برنامه‌ریزی برای انتخاب مناطق حفاظت شده است که در ابتدا توسط Ian Ball و Huge Possingham در سال ۲۰۰۰ در دانشگاه Queensland نوشته شد. این نرم افزار حاصل پایان نامه دکترای Ian Ball تحت نظارت پروفیسور Possingham بوده و در مراحل اولیه، SPEXAN، نامیده می‌شد که ترکیبی از کلمات Spatially Explicit Annealing می‌باشد. مارکسان به عنوان یک نسخه اصلاح شده از SPEXAN برای پاسخ‌گویی به نیاز سازمان برنامه‌ریزی دریایی سد بزرگ مرجانی در سال ۲۰۰۲-۲۰۰۳ توسعه داده شد (Director of the Ecology Centre, 2008).

## لایه های مورد نیاز

۱- نقشه واحدهای برنامه‌ریزی ( Planning Unit

Map): این نقشه یک نقشه پایه است که برای تخصیص زمین به منظور تعریف مناطق حفاظت شده استفاده خواهد شد. کاربر شکل و اندازه یگان‌های برنامه‌ریزی را مشخص می‌کند. واحد برنامه‌ریزی می‌تواند دارای ساختار شبکه، شش ضلعی و یا واحدهای هیدرولوژیک باشد که توصیه می‌شود از واحد-های هیدرولوژیک به این منظور استفاده شود.

معیارهایی با اهمیت حفاظتی بالاتر مانند گونه‌های در خطر و یا زیستگاه‌های حساس باید میزان SPF بیشتری را شامل شوند. برای تنظیم این میزان پیشنهاد می‌شود که نرم افزار را با یک ارزش یکسان برای همه گونه‌ها در ابتدا اجرا کنید و سپس نتایج را ارزیابی کنید. در صورت برآورده نشدن اهداف، این میزان SPF را با ضریبی از دو افزایش دهید تا تمام اهداف شما برآورده شوند.

۳- فایل طول مرز (Length File Boundary):

این فایل اختیاری است و تنظیم کننده میزان تکه‌تکه شدگی لکه‌های انتخاب شده برای حفاظت است. چنانچه فشردگی شبکه مناطق حفاظت شده اهمیت داشته باشد، این گزینه انتخاب می‌شود.

۴- تعداد تکرار: تعیین کننده تعداد دفعاتی است

که روش در هر بار اجرای نرم افزار تکرار می‌شود. در هر تکرار یک راه حل جدید تولید می‌شود و تعدادی از یگان‌ها به عنوان حفاظت شده معرفی می‌شوند. تعداد تکرارها براساس آزمون و خطا در طول اجرای نرم افزار تعیین می‌شود.

۵- فاکتور تعدیل کننده طول مرز (Boundary Length Modifier):

این فاکتور در ارتباط با طول مرز موثر بین یگان‌های برنامه‌ریزی است و میزان تأکید بر کاهش طول مرز لکه‌های حفاظتی را تعیین می‌کند. با افزایش مقدار این تأکید بر کاهش طول مرز افزایش می‌یابد و اهداف حفاظتی در تعداد کمتری از لکه‌های بزرگتر ملاقات خواهند شد.

سه : یگان در هیچ یک از تکرارها انتخاب نمی‌شود.

۴- لایه هزینه سرزمین (Land Cost Layer):

این لایه هزینه شمول واحد برنامه‌ریزی را در شبکه مناطق حفاظت شده تعیین می‌کند. به عنوان مثال هزینه خریداری زمین. این لایه اختیاری است و اگر استفاده نشود هزینه برابر با اندازه لایه های برنامه‌ریزی خواهد بود.

این نرم افزار علاوه بر تصاویر ورودی به پارامترهایی نیز نیاز دارد که عبارتند از:

۱- هدف (Target): حداقل مقداری از هر معیار

است که باید مورد حفاظت قرار گیرد. واحد هر یک از اهداف حفاظتی تعریف شده برای معیارهای حفاظتی متفاوت است و می‌تواند به صورت حداقل مساحت، درصدی از هر تیپ پوشش گیاهی و یا زیستگاه هر گونه که بهتر است مورد حفاظت قرار بگیرد، تعیین شود. مقدار این اهداف اغلب اختیاری است و در منابع مختلف از ۳۳٪ تا ۹۹٪ تخمین زده شده است.

۲- جریمه عدم دستیابی به اهداف (Species Penalty Factor):

SPF: برای هر یک از معیارها تعریف می‌شود، ضریبی است که براساس آن در صورتی که هدف تعیین شده برای معیارها حاصل نشود، هزینه‌ای به تابع هدف اضافه می‌شود و هزینه نهایی انتخاب منطقه را افزایش می‌دهد. هرچه میزان SPF برای یک معیار بیشتر باشد، مارکسان تأکید بیشتری برای دستیابی به هدف تعیین شده برای آن معیار خواهد داشت. بنابراین

## منابع

سلمان ماهینی، ع. ۱۳۸۸. شالوده حفاظت محیط زیست. راه دانش سبز، ۳۳۷ص.

معیری، م. ۱۳۹۴. مقایسه نرم افزارهای Arc GIS و Marxan در زون بندی منطقه حفاظت شده ملوسان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا.

مهری، آ.، سلمان ماهینی، ع.، میرکریمی، ح.، رضایی، ح.ر. ۱۳۹۳. مقایسه کارایی سه الگوریتم هوشمند رایان های در انتخاب مناطق مناسب حفاظت (مطالعه موردی: استان مازندران). محیط شناسی، دوره ۴۰، شماره ۱، صفحه ۱۶-۱.

Ball, I., Possingham, H. 2000. Marxan tutorial. Director of the Ecology Centre, 2008. Brief History of Marxan. The University of Queensland, Brisbane, Australia.

Pearce, J. L., Kirk, D. A., Lane, C. P., Mahr, M. H., Walmsley, J., Casey, D., Muir, J. E., Hannon, S., Hansen, A. and Jones, K. 2008. Prioritizing avian conservation areas for the Yellowstone to Yukon Region of North America, Biological Conservation, 141 (4): 908-924.

Watts, E.M., R. Ball, I., S. Stewart, R., J. Klein, C., Wilson, K., Steinback, Ch., Lourival, R., Kircher, L., Possingham, H.P. 2009. Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. Environmental Modelling & Software (2009), 1-9.

۶- هزینه آستانه (threshold cost): در فایل پارامتر ورودی همچنان می توان یک هزینه آستانه برای انتخاب منطقه تعیین کرد. این پارامتر باعث می شود هزینه کلی مجموعه از یک میزان مشخص فراتر نرود.

## جمع بندی

با توجه به مطالب بیان شده و قابلیت های موجود در نرم افزار مارکسان به نظر می رسد استفاده از این نرم افزار در مطالعات برنامه ریزی حفاظت، زون بندی و انتخاب مناطق حفاظت شده و دیگر برنامه ریزی های حفاظتی کمک شایانی را به محققان در زمینه حفاظت داشته باشد. با توجه به مطالعات صورت گرفته با استفاده از این نرم افزار و مقایسه آن با نرم افزارهای دیگر به نظر می رسد در آینده شاهد استفاده هرچه بیشتر این نرم افزار در مطالعات حفاظتی باشیم. همچنین یافته های پژوهشی جدید در زمینه نرم افزار مارکسان یک افزونه جدیدی را به این نرم افزار اضافه نموده است که با استفاده از آن می توان در تصمیم گیری های حفاظتی مختلف مانند طرح ریزی کاربری اراضی، مناطق دریایی، شهری و منطقه ای و همچنین برای پشتیبانی از سیستم های تصمیم گیری گروهی که در برگیرنده ذینفعان چندگانه است، استفاده نمود.