



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

نرم افزارهای پیش بینی پراکنش گونه ای چه نقشی در حفاظت از محیط زیست دارند؟

محبوبه سادات حسین زاده^۱، مریم مودی^۲

۱- استادیار، دکتری بیوسیستماتیک جانوری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، - بیرجند، ایران

Email : m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

۲- استادیار، دکتری بیوسیستماتیک گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، - بیرجند، ایران

چکیده

تغییر اقلیم به دلیل اینکه جنبه های مختلف زیستی گونه ها را تحت تأثیر قرار می دهد به یک نگرانی عمده برای مدیریت و حفاظت از تنوع زیستی تبدیل شده است. به دلیل پیچیدگی های موجود در اکوسیستم ها و تغییرات اقلیمی، برای شناخت و درک تأثیر تغییرات اقلیمی بر آشیان بالقوه گونه ها و نیز ارزیابی استراتژیهای سازگاری با این تغییرات، از مدلهای پراکنش گونه ای استفاده می شود. استفاده از این مدلها کاربردهای فراوانی از جمله بررسی جغرافیای زیستی، زیست شناسی حفاظت، تاثیر تغییرات آب و هوا بر گونه ها و زیستگاهها و همچنین مدیریت زیستگاه دارد.

واژگان کلیدی: اقلیم، گونه، جغرافیای زیستی، حفاظت

مقدمه

در سالهای اخیر نگرانیهایی درباره تأثیرات بالقوه تغییرات اقلیمی و سایر عوامل تأثیرگذار بر تنوع زیستی به طور چشمگیری افزایش یافته است (Brooks et al., 2004). تغییر اقلیم به دلیل اینکه جنبه های مختلف زیستی گونه ها را تحت تأثیر قرار می دهد به یک نگرانی عمده برای مدیریت و حفاظت از تنوع زیستی تبدیل شده است (Beaumont et al., 2005). موضوع تغییر اقلیم و اثرات ناشی آن مانند گرمایش جهانی از مسائل مهم و مطرحی است که بیانگر تغییرات عمده ای در محدوده پراکنش گونه ها، ساختار و فراوانی جمعیت گونه ها است و بر اساس سناریوهای مطرح شده حاصل گرم شدن هوا است. تغییر اقلیم سبب تغییر در



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

ترکیب گونه ای، کاهش تنوع زیستی از سطح ژنی تا گونه ها و اکوسیستمها، تغییر مکانیسمها و مسیرهای پراکندگی نسل های جدیدی از جمعیت‌های مادری، تغییر در فرایند تولیدمثل، تغییر محدوده پراکنش، جغرافیای زیستی گونه ها، ظهور گونه های بیگانه و مهاجم در محیط زیست شده است (Rinawati, et al., 2013).

بررسی نقشه پراکنش فضایی گونه ها یا مطلوبیت زیستگاه برای بسیاری از جنبه های مطالعات محیطی، مدیریت منابع و برنامه ریزیهای حفاظت مورد نیاز می باشند که عبارتند از ارزیابی تنوع زیستی، طراحی مناطق حفاظت شده، مدیریت زیستگاه، برنامه ریزی حفاظت زیستگاه گونه ها، ارزیابی ریسک زیست محیطی، مدیریت گونه های مهاجم و پیشبینی اثرات تغییرات محیطی (مانند تغییر اقلیم و تغییر کاربری اراضی) بر گونه ها و اکوسیستم می باشد (Elith & Franklin, 2013). به دلیل پیچیدگی های موجود در اکوسیستم ها و تغییرات اقلیمی، برای شناخت و درک تأثیر تغییرات اقلیمی بر آشیان بالقوه گونه ها و نیز ارزیابی استراتژیهای سازگاری با این تغییرات، از مدلهای پراکنش گونه ای استفاده می شود (Pliscoff et al., 2004). این مدل ها، داده های پراکنش گونه را به عنوان متغیر وابسته و داده های محیطی را به عنوان متغیرهای مستقل برای برآورد آشیان گونه به صورت الگوریتمی به کار می برند و سپس آن آشیانها را به شکلی که ترجیحات زیستگاه گونه را به صورت یک احتمال منعکس می سازند، طراحی می کنند (Guisan and Thuiller, 2005; Elith and Leathwick 2009). عبارتی دیگر، دانستن محدوده پراکنش هر آراییه و پاسخ آن به تغییرات محیطی، پایه و اساس مدیریت موثر منابع زنده حیات وحش است. بر اساس مطالعات گذشته، اقلیم مهمترین عامل پراکنش گونه است (Woodward, 1987). در حقیقت، زیستگاه یک جانور ساختاری چندبعدی از سیستمی از متغیرهای بوم شناختی و ارتباط بین آنهاست. عوامل بوم شناختی زیادی در انتخاب زیستگاه یک گونه اثرگذار می باشند. چنین مجموعه عوامل موثر بر انتخاب زیستگاه یا پراکنش گونه ای آشیان بوم شناختی گونه را فراهم می کند. اینچنین رویکردهای مدل سازی بر فرضیه تحمل اقلیمی گونه استوار است که پراکنش کنونی گونه را نشان می دهد و آشیان های اقلیمی به صورت نسبتاً احتمالی حداقل در طی چارچوب های زمانی تکاملی نسبتاً کوتاهی هستند (Wiens and Graham 2005). شناسایی عوامل مهم اقلیمی در پراکنش گونه ای گیاهی، گامی اساسی در ارزیابی خطر انقراض و پیشبینی اثرات بالقوه تغییر اقلیم بر پراکنش گونه ها در آینده به شمار می رود (Pliscoff et al., 2014).

بنابراین تحلیل ارجحیت اقلیمی گونه می تواند برای پیش بینی نواحی حضور گونه به صورت منطقه ای، قاره ای یا جهانی استفاده شود اگرچه که عوامل دیگری نیز مانند رقابت، برهمکنش های زیستی و.... نیز در تعیین حضور گونه نقش دارند (Thuiller et al., 2006). از اینرو، مدل های پیش بینی کننده پراکنش گونه از جمله مدل آشیان بوم شناختی ابزار مناسبی برای ارزیابی الگوی پراکنش جغرافیایی بالقوه گونه است که اطلاعات بیشتری را برای کاربردهای متعدد بوم شناختی و حفاظتی فراهم می کند (Graham et al., 2004; Guisan and Thuiller, 2005; Elith et al., 2006). در حقیقت، مدل های پراکنش گونه ای ارتباط موجود بین نقاط حضور گونه و متغیرهای اقلیم را مورد مطالعه قرار می دهد (Franklin, 2009). با استفاده از داده های حضور یک گونه



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

و متغیرهای اقلیم، می‌توان مدل آشیان بوم شناختی را با استفاده از الگوریتم‌های مختلف مدل سازی کرد و پراکنش گونه را با تصویر یک مدل آشیان بوم شناختی به فضای جغرافیایی پیش بینی کرد (Elith et al., 2006).

استفاده از انواع داده‌ها محققان را به این نتیجه رسانیده‌اند که استفاده از نرم افزارهایی مانند نرم افزار تحلیل مکانی در بوم شناسی کلان می‌تواند برای درک تاثیر عوامل محیطی بر روی پراکنش جغرافیایی جانوران مفید واقع شوند. استفاده از این نرم افزارها برای برنامه‌های حفاظتی گونه‌های نادر بسیار مفید است. همچنین با استفاده از این نرم افزارها می‌توان زیستگاه و محل حضور گونه‌های کمیاب را پیش بینی نمود (Diniz-Filho and Bini, 2005; Hawkins et al., 2003). بنابراین مکان و زمان در بررسی‌ها و تحقیقات جغرافیایی، دو جزء تفکیک ناپذیرند. عوامل اقلیمی مانند میزان بارندگی، درجه حرارت شدت و مدت وزش باد در تعیین محدوده انتشار گیاهان، حیوانات و انسان نقش اساسی دارند و علاوه بر تعیین محدوده انتشار بر ویژگی‌های جانداران نیز اثر می‌گذارند. موجودات زنده نیز وضعیت محیط را تغییر می‌دهند و بر آن موثر هستند.

نرم افزارهای پیش بینی پراکنش گونه‌ای

در دهه‌های اخیر پیدایش و گسترش نرم افزارها آماری جدید و همچنین افزایش استفاده از تکنیکهای مبتنی بر GIS زمینه‌ای برای استفاده بیشتر از مدل‌های پراکنش گونه‌ای را فراهم آورده است (Petrosyan et al., 2020). استفاده از این مدل‌ها به منظورهای مختلفی از جمله: بررسی جغرافیای زیستی، زیست شناسی حفاظت، تاثیر تغییرات آب و هوا بر گونه‌ها و زیستگاهها و همچنین مدیریت زیستگاه است. پیش بینی زیستگاههای مناسب گونه‌ها گامی مهم به سوی درک و حفاظت از گونه‌های جانوری در مدیریت تنوع زیستی مبتنی بر اکوسیستم است (Petrosyan et al., 2020).

مدل‌های پراکنش گونه بر اساس آشیان از ابزارهای مهم ارزیابی دامنه پراکنش بالقوه گونه بر اساس شرایط محیطی حال حاضر و آینده است (Guisan and Thuiller, 2005). این رویکرد از لحاظ نظری بر اساس فرضیه تعادل بین پراکنش جغرافیایی آرایه و نیازمندی‌های زیستی و غیر زیستی مکانش است (Austin, 2002). اعتبار هر مدل سازی آشیان بوم شناختی به روش مدل سازی، کیفیت و جامعیت داده‌های حضور گونه‌ها و کیفیت و جامعیت لایه‌های متغیرهای اقلیم استفاده شده به عنوان پیش بینی کننده در مدل بستگی دارد (Ron, 2005).

طی یک دهه گذشته بیشتر از الگوریتم‌های جدید مثل BIOCLIM, DOMAIN, GARP, MAXENT که فقط نیاز به داده‌های حضور می‌باشد جهت تعیین زیستگاه مناسب استفاده می‌کنند. نرم افزار تحلیل مکانی در بوم شناسی کلان جهت تحلیل‌های آماری استفاده گردیده است این برنامه برای تحلیل آماری فضایی طراحی شده است که البته در اغلب موارد در الگوهای سطحی استفاده می‌شود. نرم افزار Spatial Analysis in Macroecology (SAM) عوامل نشان دهنده شیب‌های تنوع‌های زیستی بررسی می‌شود. ارتباطات بین آب و هوا و غنای زیستی مشخص می‌شود (Rangel et al., 2006). در این راستا، نرم افزار Maxent به عنوان مناسبترین رویکرد مدلسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌تواند با تعداد نسبتاً کمی داده‌ی نقاط حضور، مؤثر عمل کند (Elith et al., 2006; Wisz et al., 2008). از سویی دیگر مطالعات نشان می‌دهد مدلسازی به روش حداکثر آنتروپی همانند



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

دیگر شیوه‌ها یا حتی بهتر از آنها عمل می‌کند. این الگوریتم یکی از الگوریتم‌های بسیار رایج یادگیری ماشینی است که در بسته نرم افزاری Maximum entropy modeling (MaxEnt) ارائه شده است و کاربرد این قاعده توسط قوانین ترمودینامیک فرایندهای بوم شناختی حمایت می‌شود (Phillips et al., 2006).

معرفی مکسنت بعنوان یکی از نرم افزارهای پیش بینی پراکنش گونه ای و مروری بر روش کار با نرم افزار مکسنت یکی از الگوریتم های مورد استفاده برای مطالعات ارزیابی پراکنش جغرافیایی گونه ها، الگوریتم آنتروپی بیشینه یا مکسنت (Maxent) است. مکسنت رویکردی براساس اصول و قواعد یادگیری ماشین است که محاسبه احتمال حضور گونه در یک فضا را بر اساس متغیرهای محیطی امکان پذیر می‌کند، بعنوان کارآمدترین رویکرد مدل پراکنش گونه ای محسوب می‌شود که نیازی به نقطه عدم حضور گونه ندارد و فقط بر اساس حضور گونه مدل را پیش بینی می‌کند (Elith et al., 2006). بنابراین اصل کلی این رویکرد ایجاد استنباط ها و پیش بینی هایی بر اساس داده ها و اطلاعات اندک است (Phillips et al., 2006). مدل سازی آشیان بوم شناختی چارچوب مناسبی را برای پیش نگری نتایج فضایی پدیده تغییر جهانی تنوع زیستی فراهم کرده است (Pearson and Dawson, 2003; Soberón, 2005).

در الگوریتم مکسنت، ارزیابی مدل ها با تقسیم داده های حضور به دو گروه داده های آموزش (۷۵٪) و داده های آزمون (۲۵٪) انجام می‌گیرد. اینچنین رویکردهایی برای داده های محدود قابل استفاده نیست چون تقسیم بندی داده ها به دو گروه آزمون و آموزش داده ها را خیلی کوچک می‌شود. گاهی با توجه به تعداد کم نقاط حضور گونه (کمتر از ۲۵ نقطه حضور گونه) از روش جک نایف استفاده گردید (Pearson et al., 2007). سپس مقادیر کمترین آستانه حضور و آستانه ۱۰ برای هر کلاد استخراج گردید و با استفاده از نرم افزار P-value معنی داری و درصد موفقیت مدل ارزیابی گردید (Pearson et al., 2007).

روشی جدید جک نایف برای آزمودن مدل های پراکنش با تعداد نقاط حضور کم توصیف شده است. همانطور که می‌دانیم گونه های نادر و کمتر شناخته شده همیشه در کانون توجه برای مدیریت های حفاظتی بوده است که معمولاً دارای نقاط حضور اندک هستند و همواره جستجو برای روشی مناسب جهت تعیین محدوده پراکنش آنها صورت می‌گیرد. این روش قادر به ارزیابی صحت پیش بینی مدل است در حالیکه تعداد رکورد های حضور کم باشد. بخاطر اهمیت ارزیابی مدل و درستی تعداد کم لوکالیتی های مشاهده شده که در مورد تعداد زیادی از گونه ها وجود دارد، رویکرد جک نایف مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس این روش، هر لوکالیتی مشاهده شده یکبار از مجموعه داده برداشت شده و مدل با باقیمانده لوکالیتی ها که $n-1$ است مدل سازی را انجام می‌دهد. از اینرو، برای گونه ای با n تعداد لوکالیتی های مشاهده شده، n مدل جداگانه برای آزمودن ساخته است. نمایش پیش بینی بر اساس قابلیت هر مدل ارزیابی شده است که برای پیش بینی یک لوکالیتی که از مجموعه داده مورد آزمون خارج شده است. بنابراین، پیش بینی های چندگانه برای هر گونه انجام گرفته شده است، با یک لوکالیتی مشاهده شده که در هر مورد برداشت شده است یعنی به ازاء تعداد نقاط حضور گونه، مدل پیش بینی گونه ای ایجاد می‌شود. برای هر پیش بینی، یک مقدار آستانه ای حاصل شده است (بر اساس لوکالیتی های مورد آزمون) و قابلیت پیش بینی لوکالیتی خارج شده از مدل سازی به منظور آزمون را دارد. برای بدست آوردن اعتبار مدل و تفسیر، معمولاً زیستگاههای مناسب و نامناسب بوسیله تنظیمات آستانه ی



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

است که خروجی مدل برای پیش بینی حضور در نظر گرفته شده است. اگرچه که معیار آماری اعتبار مدل مستقل از آستانه است بعنوان مثال معیار AUC. نرم افزار امکان ارزیابی نتایج مدل سازی را با استفاده از متغیر آماری تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت کننده (Receiver Operating Characteristic Curve) فراهم کرده است (Phillips et al., 2006). این منحنی میزان نقاط حضور صحیح (sensitivity) را در مقابل نقاط عدم حضور صحیح (specificity) به تصویر می کشد. مساحت زیر منحنی آن (AUC) با امتیاز ۱ به معنی پیش بینی کامل بدون حذف هیچ کدام از نقاط حضور است AUC. با امتیاز ۰/۵ برای یک پیش بینی تصادفی مورد انتظار است AUC. بیش از ۰/۷ قابل استفاده هستند، AUC بیش از ۰/۹ بیانگر پیش بینی بسیار عالی مدل است (Manel et al., 2001). رویکرد اعتباری جک نایف استفاده از کاربردهای آستانه ی است. این رویکرد می تواند به صورت بوم شناختی تفسیر شود بعنوان پیکسل های تشخیص داده شده که حداقل ناحیه به عنوان نواحی حضور گونه که بعنوان زیستگاه مناسب پیش بینی شده است. بنابراین این روش خیلی محتاطانه است تشخیص حداقل نواحی پیش بینی در حالیکه خطا در مجموعه داده آموزش در حد ممکن صفر نگه داشته می شود (Pearson et al., 2007).

نتیجه گیری

مدل های پراکنش گونه ارتباط موجود بین نقاط حضور گونه و متغیرهای زیست محیطی را مورد محاسبه قرار می دهد. از این رو، مدل های پیش بینی کننده پراکنش گونه از جمله مدل پردازش بوم شناختی ابزار مناسبی برای ارزیابی الگوی پراکنش جغرافیایی بالقوه گونه است که اطلاعات بیشتری را برای کاربردهای متعدد بوم شناختی و حفاظتی فراهم می کند. استفاده از این مدلها کاربردهای فراوانی از جمله بررسی جغرافیای زیستی، زیست شناسی حفاظت، تاثیر تغییرات آب و هوا بر گونه ها و زیستگاهها و همچنین مدیریت زیستگاه دارد.

منابع و مراجع مورد استفاده

- Austin, M.P., 2002. Case studies of the use of environmental gradients in vegetation and fauna modelling: theory and practice in Australia and New Zealand. Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale, 73-82.
- Beaumont, L. J., L. Hughes and M. Poulsen. 2005. Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species' current and future distributions. Ecological Modelling 186(2): 251-270.
- Brooks, M.L., D'antonio, C.M., Richardson, D.M., Grace, J.B., Keeley, J.E., DiTOMASO, J.M., Hobbs, R.J., Pellant, M., Pyke, D., 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. BioScience 54, 677-688.
- Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., 2005. Modelling geographical patterns in species richness using eigenvector-based spatial filters. Global Ecology and Biogeography 14, 177-185.
- Elith J. Franklin J. 2013. Species Distribution Modeling, Encyclopedia of Biodiversity, 6: 692-705



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

Elith, J. and J. R. Leathwick. 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 40: 667-697.

Elith, J., Graham, C.H., P Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., J Hijmans, R., Huettmann, F., R Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., G Lohmann, L., A. Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., McC. M. Overton, J., Peterson, A.T., J. Phillips, S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., E. Schapire, R., Soberón, J., Williams, S., S. Wisz, M., E. Zimmermann, N., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129-151.

Elith, Jane; Leathwick, John R. 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 40 (1): 677–697.

Franklin, J. 2009. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, Cambridge. 320 p.

Graham, C.H., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C., Peterson, A.T., 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in ecology & evolution* 19, 497-503

Guisan, A. and W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Modelling* 288: 166-177.

Hawkins, B.A., Field, R., Cornell, H.V., Currie, D.J., Guégan, J.-F., Kaufman, D.M., Kerr, J.T., Mittelbach, G.G., Oberdorff, T., O'Brien, E.M., 2003. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology* 84, 3105-3117.

Kearney, M, Warren P. 2009. "Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges". *Ecology Letters*. 12 (4): 334–350.

Manel, S., Williams, H.C., Ormerod, S.J., 2001. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of applied Ecology* 38, 921-931.

Pearson, R.G., Dawson, T.P., 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global ecology and biogeography* 12, 361-371.

Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Townsend Peterson, A., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34, 102-117.

Petrosyan, V., Osipov, F., Bobrov, V., Dergunova, N., Omelchenko, A., Varshavskiy, A., ... & Arakelyan, M. 2020. Species distribution models and niche partitioning among unisexual *Darevskia dahli* and its parental bisexual (*D. portschinskii*, *D. mixta*) rock lizards in the Caucasus. *Mathematics*, 8(8), 1329.



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

- Petrosyan, V.G. Osipov, F.A. Bobrov, V.V. Dergunova, N.N. Danielyan, F.D. Arakelyan, M.S.** 2019. Analysis of geographical distribution of the parthenogenetic rock lizard *Darevskia armeniaca* and its parental species (*D. mixta*, *D. valentini*) based on ecological modelling. *Salamandra*, 55: 173–190.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E.,** 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190, 231-259.
- Pliscoff, P., F. Luebert, H. Hilger and A. Guisan.** 2014. Effects of alternative sets of climatic predictors on species distribution models and associated estimates of extinction risk: A test with plants in an arid environment. *Ecological Modelling* 288 (2014): 166-177
- Rangel, T.F.L., Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M.,** 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. *Global ecology and biogeography* 15, 321-327.
- Rinawati, F., K. Stein and A. Lindner.** 2013. Climate change impacts on biodiversity- the setting of a lingering global crisis. *Diversity* 5: 114-123.
- Ron, S.R.,** 2005. Predicting the Distribution of the Amphibian Pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the New World. *Biotropica* 37, 209-221.
- Soberon, J.** 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters* 10: 1115–1123.
- Wiens, J. J., & Graham, C. H.** 2005. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 36, 519-539.
- Wisz, M. Hijmans, R. Elith, J. Peterson, A.T. Graham, C. Guisan, A.** 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity & Distribution*. 14:763–773.
- Woodward, F.I.,** 1987. Climate and plant distribution. Cambridge University Press.

What is the role of species distribution prediction software in conservation?

Mahboubeh Sadat Hosseinzadeh*, Maryam Moudi

Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Email: m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

Abstract

Climate change has become a major concern for the management and protection of biodiversity because it affects various biological aspects of species. Due to the complexities in ecosystems



اولین همایش ملی پارک‌های ملی و مناطق تحت حفاظت

and climate changes, species distribution models are used to recognize and understand the impact of climate changes on the potential nests of species and also to evaluate adaptation strategies to these changes. The use of these models has many applications, including studying biogeography, conservation biology, impact of climate change on species and habitats, and habitat management.

Keywords : climate change, species, biogeography, conservation