

## مدل سازی پراکنش مکانی گیاه نادر سوسن چلچراغ\* Modelling of the spatial distribution of the rare plant *Lilium ledebourii*

مرتضی سعیدی فرد\*\*، سید محسن حسینی و محمدنقی پاداشت دهکایی  
دانشکده محیط زیست و انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز

پذیرش: ۱۳۸۷/۸/۲۱

دریافت: ۱۳۸۶/۸/۲۰

### چکیده

هدف این مطالعه مدل سازی پراکنش مکانی سوسن چلچراغ براساس خصوصیات اکولوژیک جهت پیش بینی زیستگاه های بالقوه برای حفاظت از یک گونه گیاهی نادر می باشد. درک پراکنش مکانی گونه های نادر و در خطر انقراض، متضمن درک عوامل اکولوژیک موثر بر آن ها می باشد که نقش برجسته ای در ارزیابی حفاظت منطقه ای و توسعه برنامه ریزی دارد. یکی از ابزارهای بالقوه جهت تکمیل و رفع کمبود اطلاعات درباره پراکنش و تناسب رویشگاهی گونه های نادر مدل سازی پراکنش این گونه ها می باشد. سوسن چلچراغ گونه ای اندمیک و نادر است که در ارتفاعات ناحیه داماش در استان گیلان، در شمال ایران می روید و در طبقه سوم طبقه بندی اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (آثار طبیعی ملی) و از سال ۱۹۷۶ تحت حمایت سازمان حفاظت محیط زیست ایران قرار دارد. توسعه مدل پراکنش نیازمند یکپارچگی سامانه اطلاعات جغرافیایی، تحلیل های مکانی و منطقی و ابزار آماری می باشد. نخست متغیرهای اصلی مانند: ارتفاع، جهت جغرافیایی، شیب، خاک و پوشش گیاهی در رویشگاه های سوسن چلچراغ شامل: داماش، درفک و خانقاه اردبیل براساس مطالعات میدانی

**واژه های کلیدی:** بوم شناسی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، حفاظت، استان گیلان، ایران

---

\* بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر سید محسن حسینی ارایه شده به دانشگاه

آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز

\*\* مسئول مکاتبه (E-mail: mortezasaeedifard@gmail.com)

---

و مطالعات پیشین انتخاب و بررسی شد. داده‌های توپوگرافیک در سامانه اطلاعات جغرافیایی تجزیه و تحلیل شده و خصوصیات شکل زمین رویشگاه حاصل شد. نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل (منطقی و آماری) و عوامل موثر بر پراکنش مکانی سوسن چلچراغ معرفی شد. نتایج به صورت دو مدل شامل: مدل مفهومی و مدل کمی- وزنی طبقه‌بندی شد. وزن‌دهی مدل کمی- وزنی با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی انجام پذیرفت. مقایسه کارایی دو مدل نشان می‌دهد که مدل کمی- وزنی دقیق‌تر و موثرتر می‌باشد.

## مقدمه

درک پراکنش مکانی گونه‌های نادر و در خطر انقراض، متضمن درک عوامل بوم‌شناختی موثر بر آن‌ها می‌باشد که نقش برجسته‌ای در ارزیابی حفاظت و توسعه برنامه‌ریزی منطقه‌ای دارد (Bustamante 1997, Heikkinen 1998, Wu & Smeins 2000, Heikkinen *et al.* 2007, Seoane *et al.* 2003, Rubino & Hess 2003) هر چند که داده‌های پراکنش گونه‌های نادر اغلب کمیاب بوده و به سختی قابل جمع‌آوری می‌باشد (Ferrier *et al.* 2002, Rubino & Hess 2003).

سوسن چلچراغ یا سوسن سفید با نام علمی *Lilium ledebourii* (Baker) Boiss متعلق به تیره Liliaceae اثر طبیعی ملی با پراکنش محدود و ریسک بالای انقراض نمونه‌ای از نیاز مدیریت کلان و محلی جهت حفاظت تنوع زیستی می‌باشد. درک خصوصیات گیاه‌شناختی و عوامل اکولوژیک موثر بر کیفیت حیات این گونه در قالب ارزیابی اکولوژیک رویشگاه هدف نخست این مطالعه محسوب می‌شود. به طور کلی، ایجاد ارتباط بین ارزیابی رویشگاه و حفاظت از گونه‌های گیاهی نادر با هدف کاهش نابودی رویشگاه این گونه‌ها ضروری می‌باشد (Cuperus *et al.* 1999, Dale *et al.* 1998)، اگرچه مزایای بالقوه این ارتباط بسیار گسترده می‌باشد. بررسی پراکنش رویشگاه و تناسب آن برای گونه‌های گیاهی نادر با محدودیت اطلاعات روبرو است که اغلب به طرز فزاینده‌ای در مطالعات کتابخانه‌ای در زیست‌شناسی و بویژه در اکولوژی گونه‌های گیاهی نادر کمرنگ می‌باشد (Wiser *et al.* 1998, Smeins & Wu 1998, Smith *et al.* 1997).

یکی از ابزارهای بالقوه جهت کامل نمودن و رفع کمبود اطلاعات درباره پراکنش گونه‌های نادر و تناسب رویشگاهی برای ایشان مدل‌سازی پراکنش این گونه‌ها می‌باشد (Seoane *et al.* 2003, Guisan & Zimmermann 2000, Bustamante 1997) (Guisan & Thuiller 2005, Luoto *et al.* 2004). به منظور درک صحیح از پراکنش گونه

سوسن چلچراغ، شناخت و طبقه‌بندی مولفه‌های اکولوژیک قابل سنجش و نقشه‌سازی، بر مبنای ارزیابی بوم‌شناختی رویشگاه مورد مطالعه قرار گرفت.

سوسن چلچراغ گونه‌ای بومی و نادر بوده که در ارتفاعات استان گیلان (شمال ایران) می‌روید (Rechinger 1984). این گونه کمیاب که دارای پراکنش بسیار محدودی می‌باشد جزو یکی از آثار طبیعی ملی ایران محسوب می‌شود. از این گونه در جمهوری آذربایجان به عنوان گونه‌های نادر یاد شده که نام آن در کتاب قرمز جمهوری آذربایجان درج گردیده است (Aliyev 1995). گونه سوسن چلچراغ در طبقات فهرست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی IUCN در تاکسون (VU) آسیب‌پذیر قرار دارد (Jalili *et al.* 1999).

از میان رویشگاه‌های شناخته شده سوسن چلچراغ، رویشگاه داماش دارای بیشترین تمرکز و فراوانی این گونه می‌باشد و بررسی‌های پژوهش حاضر بیشتر این رویشگاه (داماش) را شامل می‌شود. بررسی دو رویشگاه دیگر در منطقه درفک (گیلان) و اردبیل نیز براساس بازدید میدانی و مطالعات پیشین جهت مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه سوسن چلچراغ انجام گرفت. پراکنش محدود گونه سوسن چلچراغ و مطالعات کم تعداد گیاه‌شناسی روی این گونه ایجاد یک مدل آماری و کالیبره شده جهت بررسی پراکنش این گونه را بسیار سخت نموده است. به منظور حل این چالش، یک مدل - الگوی پراکنش استوار بر اندازه‌گیری متغیرهای اکولوژیک در رویشگاه این گونه گیاهی، آزمون‌های آماری، مطالعات گیاه‌شناسی، منطق علمی و تجزیه و تحلیل‌های مکانی در سامانه اطلاعات جغرافیایی (Geographical Information System=GIS) شکل گرفت. کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در مدل‌سازی اکولوژیک به عنوان ابزار فرآوری داده‌های مورد نیاز در مقیاس‌های مکانی و زمانی امری پذیرفته شده می‌باشد (Radeloff *et al.* 1999, Garcia & Armbruster 1997, Barnes & Mallik 1997) (Wu & Smeins 2000). سامانه اطلاعات جغرافیایی عبارت است از یک نظام منسجم از سخت‌افزار، نرم‌افزار و داده‌ها که امکان می‌دهد داده‌های وارد شده به رایانه، ذخیره، تجزیه و تحلیل، انتقال، ارزیابی و بازیابی شده و به صورت اطلاعات نقشه‌ای، جدولی و مدلی از پهنه‌های جغرافیایی ارائه شوند (Chrisman 1997, Burrough 1996).

## روش بررسی

- منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی از نظر ساختار ژئوتانیکی زیرمجموعه منطقه اروپا- سیبری محسوب می‌شود (Zohary 1963). رویشگاه سوسن چلچراغ در روستای داماش از توابع بخش عمارلو متعلق به شهرستان رودبار (استان گیلان) قرار دارد. به علت اهمیت این رویشگاه تمرکز اصلی این پژوهش روی این منطقه قرار گرفته است. براساس مطالعه میدانی و مساحی، منطقه

رویشگاه در مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه، ۴۵ دقیقه و ۵۱ ثانیه عرض جغرافیایی و ۴۹ درجه، ۴۸ دقیقه و ۱۲ ثانیه طول شرقی و ارتفاع ۱۷۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد (مختصات در ورودی رویشگاه). رویشگاه در سمت شمالی تا شمال غربی روستای داماش قرار داشته و پیرامون آن کاملاً حصارکشی (به وسعت ۱/۴ هکتار) می‌باشد. از دیگر نواحی پراکنش این گیاه می‌توان به منطق درفک در استان گیلان، منطقه خانقاه در اردبیل (یادداشت ۲۰۰۵) و از منطقه کلاردشت در مازندران اشاره نمود (قهرمان ۱۹۹۱، جلیلی و همکاران ۱۹۹۹). ارتفاع این مناطق از سطح دریا بین ۱۴۰۰ تا ۲۱۰۰ متر می‌باشد.

#### - مدل‌سازی

سه رویکرد اساسی برای ترسیم الگوهای زندگی گیاهی مبتنی بر موارد زیر وجود دارد:

۱- ساختار زندگی گیاهی

۲- الگوهای محیطی

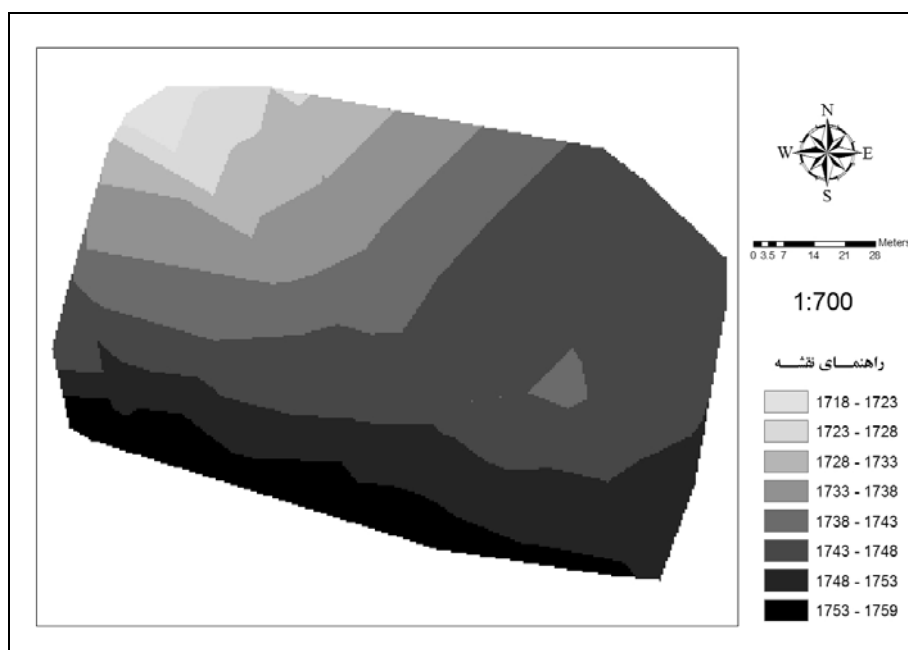
۳- پرورش گیاهان و جانوران ویژه و شاخص (McGraw 1993).

رویکرد ما در این مطالعه، شناسایی عوامل محیطی موثر بر پراکنش گونه سوسن چلچراغ، تعیین ارتباط و مدل‌سازی جهت پیش‌بینی حضور گونه یا یافتن زیستگاه‌های مناسب جهت انتقال می‌باشد. لازم به ذکر است که مدل‌سازی در این مطالعه مبتنی بر مطالعه و بررسی الگوهای رویشگاهی می‌باشد. بدین ترتیب براساس سوابق مطالعات مشابه پنج فاکتور برای مدل‌سازی پراکنش گونه سوسن چلچراغ انتخاب شد که شامل: ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شیب، بافت خاک و پوشش گیاهی همراه می‌باشد. خصوصیات سه گانه شکل زمین یعنی ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی از طریق تجزیه و تحلیل در محیط GIS حاصل می‌شود. بازدید میدانی و مطالعات پیشین در مورد دو رویشگاه درفک و خانقاه اردبیل نیز به این مشاهدات جهت تجزیه و تحلیل اضافه می‌شود. در این میان تهیه نقشه پراکنش گونه سوسن چلچراغ در رویشگاه داماش جهت تعیین ارتباط معنی‌دار آماری با بعضی پارامترهای محیطی شامل: جهت جغرافیایی و شیب در دستور کار قرار گرفت. در یک سیستم شبکه‌بندی (آماربرداری) کل رویشگاه پلات‌گذاری شده و وجود یا عدم وجود گونه سوسن چلچراغ در آن بررسی گردید. با توجه به خصوصیت کیفی (ناپیوسته) آماربرداری انجام شده یعنی وجود یا عدم وجود گونه مورد نظر در هر پلات و توجه پراکنش کپه‌ای این گونه آزمون آماری توصیه شده برای موارد مشابه براساس نظر گرین وود و نیکولین (Greenwood & Nikulin 1996) جهت تعیین این ارتباط با مربع کای می‌باشد. خاک‌شناسی سه رویشگاه مورد نظر براساس نتایج آزمایشگاهی مطالعه خاک شناسی پروفیل‌های خاک (۳۰ سانتی متری) با تاکید بر تعیین بافت خاک مورد بررسی قرار گرفت. گونه‌های گیاهی

همراه چیره در رویشگاه شناسایی شدند. سرانجام با تجزیه و تحلیل یافته‌ها مدل پراکنش سوسن چلچراغ طراحی شد. دو مدل یکی در قالب مدل کیفی و دیگری در قالب مدل کمی در این مطالعه ایجاد شد که در مدل کمی عوامل موثر بر رشد گونه سوسن چلچراغ براساس نظر کارشناسی و روش تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی شدند (جدول‌های ۴ و ۵). در این روش ابتدا باید مسئله به صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچک‌تر تقسیم شود. این اجزا شامل تعیین هدف، معیارها و گزینه‌ها می‌باشند. سپس با استفاده از روش مقایسه زوجی وزن هر گزینه به دست می‌آید و گزینه برتر انتخاب می‌شود (قدسی پور ۲۰۰۰). به طور ساده روش کار در ابتدا بر مبنای تشکیل یک ماتریس اولیه که ردیف‌ها و ستون‌های آن، دو به دو شرح مشابهی دارند، در واقع جدولی است جهت مقایسه دو به دو بین آیتم‌های مورد نظر. بعد از تکمیل ماتریس اولیه، ماتریسی به نام ماتریس نرمال و به شکل ماتریس اولیه ایجاد می‌کنیم. در هر یک از ستون‌های ماتریس اولیه، اعداد را بر جمع ستونی تقسیم و حاصل را در سلول متناظر آن در ماتریس نرمال وارد می‌کنیم. در ماتریس نرمال، جمع ستون‌ها برابر با یک خواهد شد. حال، اگر در ماتریس نرمال، میانگین افقی هر یک از فاکتورها را به دست آوریم، در واقع میزان اهمیت هر یک از آن‌ها را تعیین کرده‌ایم. با صرف نظر از نمایش ماتریس‌ها نتیجه در ستون آخر جدول ۵ به قرار وزن فاکتورها گزارش شده است. از مشکلات این روش دخالت زیاد کارشناسی در تعیین اهمیت نسبی عوامل می‌باشد (Kangas 1992). در پایان، برای مقایسه قابلیت‌های دو مدل پیشنهادی (مدل مفهومی و مدل کمی - وزنی) مقایسه‌ای بین امتیازهای کسب شده برای دو رویشگاه درفک و داماش انجام گرفت.

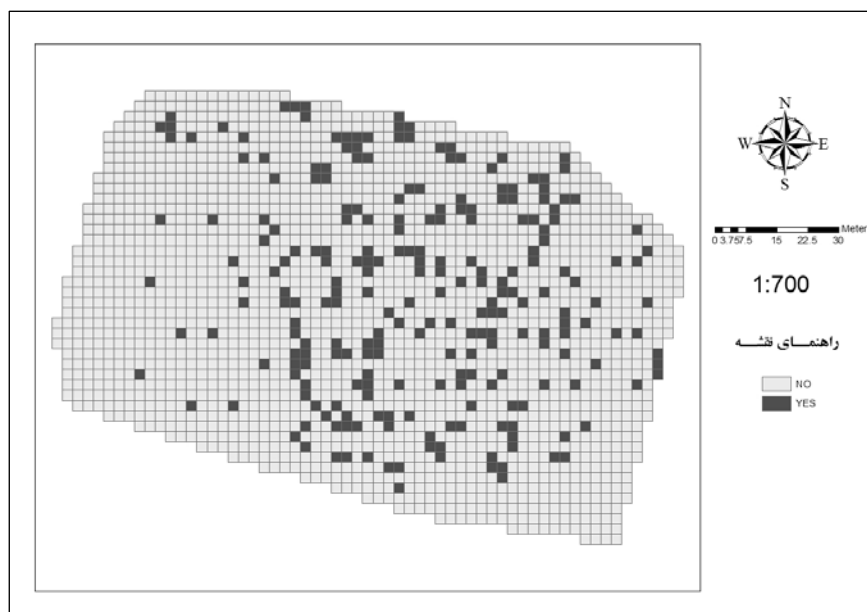
### بحث و نتیجه‌گیری

با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و نتایج مساحی انجام شده توسط یک GPS مدل Garmin map 76csx در رویشگاه داماش، مدل رقومی ارتفاع ایجاد شد که در شکل ۱ نمایش داده شده است. بدین ترتیب وسعت این رویشگاه ۱/۴ هکتار تعیین شد. حداکثر ارتفاع در رویشگاه داماش ۱۷۵۹ متر و حداقل ارتفاع ۱۷۱۸ متر می‌باشد. براساس تحلیل‌های توپوگرافیک در محیط GIS، سه جهت جغرافیایی اصلی در رویشگاه داماش مشخص شد. بدین ترتیب جهت شمالی ۳۶٪، شمال غربی ۳۵٪ و شمال شرقی ۲۹٪ از محدوده رویشگاه را شامل می‌شود. همچنین شیب این رویشگاه در دو طبقه صفر تا ۲۰ درصد با میزان ۴۵٪ و ۲۰ تا ۵۰ درصد با میزان ۵۵٪ تعیین شد. در کنار مساحی منطقه پراکنش مکانی سوسن چلچراغ در رویشگاه داماش نیز بررسی و نقشه‌سازی شد.



شکل ۱- مدل رقومی ارتفاع در رویشگاه سوسن چلچراغ.  
 Fig. 1. Digital elevation model of *Lilium ledebourii* site.

براساس سرشماری و ثبت نقاط، تعداد ۲۵۴ پایه گیاه سوسن چلچراغ در رویشگاه سوسن چلچراغ شمارش و ثبت گردید. جهت انجام آزمون‌های آماری و بررسی ارتباط بین جهات جغرافیایی و پراکنش و همین طور شیب و پراکنش رویشگاه در سامانه اطلاعات جغرافیایی شبکه‌بندی شده (سلول‌هایی به ضلع ۲/۵ متر و مساحت ۶/۲۵ متر مربع) و وجود یا عدم وجود گونه سوسن چلچراغ در آن بررسی شد که نتیجه در شکل ۲ قابل رویت می‌باشد. بدین قرار از تعداد کل ۱۹۸۹ پلات در تعداد ۲۳۶ پلات وجود گونه سوسن چلچراغ گزارش شده است که حدود ۱۱/۸۷٪ از پلات‌ها را شامل می‌شود. قابل ذکر است که در بعضی پلات‌ها ۲ یا ۳ پایه سوسن وجود دارد که کاهش تعداد ۱۸ پایه سوسن در سرشماری نسبت به نمونه‌برداری در پلات‌ها را توجیه می‌کند. بدین ترتیب امکان تحلیل آماری پراکنش سوسن چلچراغ برحسب تغییرات جهت جغرافیایی، شیب به وجود آمده و نتیجه آزمون به قرار جدول ۱ می‌باشد.



شکل ۲- شبکه پلات‌های نمونه‌برداری برای بررسی پراکنش سوسن چلچراغ.  
 Fig. 2. Sampling plots networks for survey of *Lilium ledebourii* distribution.

آزمون مربع کای بین پراکنش جغرافیایی سه جهت جغرافیایی و نمونه‌برداری از پراکنش گونه سوسن چلچراغ در پلات‌ها فرض صفر در مورد تشابه پراکنش سوسن چلچراغ در سه جهت جغرافیایی را رد کرده که نشانگر وجود ارتباط بین پراکنش سوسن چلچراغ و تغییرات جهت جغرافیایی می‌باشد. آزمون مربع کای یک به یک بین جهات جغرافیایی نشانگر اولویت جهات جغرافیایی به قرار: شمالی < شمال شرقی < شمال غربی می‌باشد که در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد. توضیح آن که تمامی آزمون‌های انجام شده در سطح ۹۹٪ معنی‌دار بوده است.

جدول ۱- پراکنش سوسن چلچراغ در شرایط مختلف جهات جغرافیایی

جهت جغرافیایی	تعداد پلات	تعداد پلات‌های دارای سوسن	درصد وجود نسبت به کل پلات‌ها
<sup>B</sup> شمال شرقی	۵۹۸	۶۷	٪۳/۳۷
<sup>A</sup> شمالی	۶۹۷	۱۳۵	٪۶/۸۰
<sup>C</sup> شمال غربی	۶۹۴	۳۴	٪۱/۷۰
مجموع	۱۹۸۹	۲۳۶	٪۱۱/۸۷

A, B و C: ترتیب معنی‌داری آزمون مربع کای بین جهات جغرافیایی مختلف

آزمون مربع کای برای بررسی رابطه بین شیب و پراکنش سوسن چلچراغ انجام شد که تشابه پراکنش سوسن چلچراغ در دو طبقه شیب موجود در رویشگاه را تایید کرده و نشانگر عدم وجود ارتباط معنی‌دار آماری بین پراکنش سوسن چلچراغ و تغییرات شیب (در دو طبقه ارایه شده) می‌باشد. نتایج در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۲- پراکنش سوسن چلچراغ در مقایسه با طبقات شیب

طبقات شیب	تعداد پلات	تعداد پلات‌های دارای سوسن	درصد وجود نسبت به کل پلات‌ها
۰٪-۲۰٪	۹۲۰	۱۱۳	۵/۶۸٪
۲۰٪-۵۰٪	۱۰۶۹	۱۲۳	۶/۱۹٪
مجموع	۱۹۸۹	۲۳۶	۱۱/۸۷٪

در مورد رویشگاه درفک به علت پراکنندگی پراکنش سوسن در این منطقه (برخلاف پراکنش کپه‌ای در رویشگاه داماش)، داده‌ها به صورت نقطه‌ای ثبت شد. رویشگاه در ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریای آزاد قرار دارد. در مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه، ۵۳ دقیقه و ۲ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه، ۴۴ دقیقه و ۲۷ ثانیه طول شرقی قرار دارد. شیب این رویشگاه بسیار زیاد بوده به طوری که در آغاز بیش از ۱۰۰ درصد و به طور میانگین حدود ۶۵ درصد می‌باشد. جهت غالب در این منطقه شمال و شمال غربی می‌باشد. مقایسه فاکتورهای اکولوژیک در دو رویشگاه نشان دهنده این نکات می‌باشد: ارتفاع رویشگاه درفک حدود ۳۵۰ متر بیشتر از داماش می‌باشد، در نتیجه آب و هوا سردتر و مرطوب‌تر و به همین دلیل تاریخ گلدهی دیرتر می‌باشد. جهات جغرافیایی، بافت خاک و پوشش گیاهی (به طور اخص دو گونه راش و سرخس) براساس بازدید میدانی و مطالعات فلورستیک در دو رویشگاه داماش و درفک مشابه می‌باشد. توصیف از رویشگاه خانقاه اردبیل توسط پادشست (۲۰۰۵) ارایه شده است: این منطقه در مسیر آستارا به اردبیل بعد از تونل قرار گرفته است. شرایط محیطی و پوشش گیاهی آن به طور چشمگیری مشابه منطقه داماش و درفک می‌باشد و حدود ۱۳۹۰ تا ۱۴۷۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و در ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و جهت شمالی قرار دارد. در این ناحیه نیز مانند درفک گل‌دهی دیرتر از داماش اتفاق می‌افتد. بدین ترتیب ۳ رویشگاه از شرایط بوم شناختی و اقلیم شناختی نسبتاً مشابه‌ای برخوردار هستند.



نمونه‌گیری‌ها از بافت خاک رویشگاه‌ها همه نشانگر بافت لومی می‌باشد و ساختمان خاک از دانه‌های ریز تا مکعبی با اندازه‌های متوسط متغیر است. میانگین اسیدیته خاک در این سه رویشگاه ۶/۲ می‌باشد (جدول ۳). از نظر پوشش گیاهی می‌توان گفت که به طور کلی، رویشگاه این گیاه در مناطق جنگلی از نوع هیرکانی بوده و در زیر اشکوب جنگل‌های باز راش (*Fagus orientalis* Lipsky) می‌روید. یکی از مهمترین گونه‌های گیاهی همراه سوسن چلچراغ، سرخس عقابی *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn می‌باشد.

جدول ۳- مشخصات خاک رویشگاه‌های طبیعی سوسن چلچراغ

مشخصات نمونه	شوری (ms/cm)	اسیدیته	مواد آلی %	نیترژن کل %	فسفر (ppm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک
داماش	۱/۱۰	۶/۴	۲/۸۰	۰/۲۱۳	۳۱/۶	۳۸	۳۶	۲۶	لوم
درفک	۰/۳۲	۶/۵۳	۹/۹۴	۰/۳۸	۲۳/۵۲	۴۴/۵۶	۳۴	۲۱/۴۴	لوم
اردبیل	۰/۹۶	۵/۶	۶/۶۸	۰/۴۴۵	۲۳	۴۰	۴۸	۱۲	لوم

عوامل متعددی در پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی موثر می‌باشد. از میان این عوامل می‌توان به دما، بارندگی، توپوگرافی، خاک و عوامل زیستی اشاره نمود (Sinclair & Gardner, 1998). ارتباط بین این پارامترها نیز نقش بسیاری در تغییرات الگوی پراکنش گیاهان دارد. به طور کلی می‌توان گفت که: هر واحد شکل زمین با طبقه ارتفاع از سطح دریا، طبقه شیب و جهت جغرافیایی نه تنها در برگیرنده تیپ خاک منحصر به خود است، بلکه این انتظار وجود دارد که در برگیرنده جامعه یا تیپ رستنی منحصر به خود نیز باشد (مخدوم ۱۹۹۵).

در این مطالعه سعی شد مولفه‌های بوم شناختی مرتبط با پراکنش سوسن چلچراغ شناسایی و تجزیه و تحلیل شده و نتایج جهت مدل‌سازی مورد استفاده قرار گیرند. مدل‌سازی در این مطالعه به دو صورت زیر انجام گرفت:

۱- مدل‌سازی مفهومی (کیفی)

۲- مدل‌سازی کمی- وزنی

به نظر می‌رسد که مدل‌های طراحی شده در منطقه رویشی هیرکانی معنی‌دار باشد (عرض جغرافیایی ۳۶ تا ۳۸ درجه). در این بخش براساس یافته‌ها جهت مدل‌سازی، پنج عامل انتخاب و به قرار زیر تشریح و جمع‌بندی گردید:

**ارتفاع:** تاثیر این فاکتور در پراکنش سوسن چلچراغ بسیار مهم ارزیابی شده است. ارتباط این فاکتور با دما (نسبت عکس) و نیاز به سرما در پیاز گونه سوسن چلچراغ برای بهاره‌سازی و گلدهی مناسب (پاداشت ۲۰۰۵) در فصل بهار علت اهمیت قایل شده برای این فاکتور می‌باشد.

---

در بررسی حاضر، بازدیدهای میدانی ارتفاع رویشگاه داماش را ۱۷۵۰ متر و ارتفاع رویشگاه درفک ۲۱۰۰ متر تعیین نموده است. ارتفاع رویشگاه دیگر سوسن چلچراغ در اردبیل حدود ۱۴۰۰ متر می‌باشد. از سوی دیگر، در این بررسی خصوصیات رویشی نشان می‌دهد که احتمالاً ارتفاعات بیش از ۲۰۰۰ متر از نظر دما از حالت بهینه رویشی گونه سوسن چلچراغ خارج می‌شوند. البته رویش گیاه در ارتفاعات بالاتر یعنی تا ۲۲۰۰ و ۲۳۰۰ یعنی مرز فوقانی مراتع بیلاقی نیز می‌تواند ادامه یابد ولی شرایط از حالت بهینه خارج شده و نمی‌تواند حالت اوج مانند آنچه که در رویشگاه سوسن در داماش شاهد آن هستیم را داشته باشد. یکی از دلایل فراوانی کمتر در واحد سطح و ضعیف‌تر بودن رویشگاه درفک نسبت به داماش را احتمالاً ناشی از این امر می‌توان دانست.

**جهت جغرافیایی:** فاکتور جهت در ارتباط تنگاتنگ با نیاز و رفتار گیاه نسبت به نور می‌باشد. جهت اصلی ثبت شده در رویشگاه‌های سوسن چلچراغ موید این نکته بوده و آزمون‌های آماری نیز این نکته را تایید نموده است. به طور کلی، نیازهای نوری گیاه سوسن چلچراغ (سایه‌پسندی)، ابتدا بستگی به جهت جغرافیایی و سپس بستگی به پوشش گیاهی همراه (سایه‌گستری دیگر گیاهان) دارد.

**شیب:** با وجود رد رابطه معنی‌دار آماری بین کلاس‌های شیب موجود در رویشگاه و پراکنش سوسن چلچراغ براساس آزمون مربع کای، فاکتور شیب در ارتباط مستقیم با عمق خاک می‌باشد که خود تاثیر فراوان در کیفیت رشد گونه‌های گیاهی دارد. میانگین شیب رویشگاه داماش تقریباً ۴۰ درصد و رویشگاه درفک ۶۵ درصد می‌باشد. یکی دیگر از دلایل برتری رویشگاه داماش نسبت به رویشگاه درفک را می‌توان به این امر نسبت داد. همان‌گونه که در مورد ارتفاع گفته شد، در مورد فاکتور شیب هم افزایش شیب منجر به کاهش کیفیت رویشگاه می‌شود، البته با این وجود رشد گیاه در شیب‌های بیش از ۱۰۰ درصد هم مشاهده شده است. براساس ویژگی ذکر شده از این پارامتر، به نظر می‌رسد این فاکتور کمترین ارزش را در بین پنج فاکتور مد نظر داشته باشد.

**بافت خاک:** بافت خاک در تمامی رویشگاه‌ها لومی بوده است. همچنین نتیجه کشت در شرایط آزمایشگاهی هم بافت مناسب برای کشت گونه سوسن چلچراغ را بافت لومی نشان داده است. قضاوت ظاهری از نوع بافت خاک در رویشگاه‌های طبیعی سوسن به بافت لومی و در برخی قسمت‌ها گرایش به بافت ریزتر مانند لومی‌رسی اشاره دارد. قابلیت نقشه‌سازی سهل‌تر این پارامتر خاک براساس داده‌های موجود علت رجحان آن بر سایر پارامترهای خاک است.

**پوشش گیاهی همراه:** پوشش گیاهی از دو جنبه دارای اهمیت می‌باشد. جنبه اول تشابه نیازهای اکولوژیک گونه‌ها و دوم سایه‌پسندی گونه سوسن چلچراغ و استفاده این گونه از

سایه‌گستری گونه‌های دیگر گیاهی می‌باشد. بر این اساس، مهمترین گونه‌های گیاهی از مجموع گونه‌های شناسایی شده راش و سرخس می‌باشد. استفاده از سایه گیاه سرخس نوعی رابطه همزیستی بین این دو گونه ایجاد کرده است. سرخس‌ها به تدریج با گرم شدن هوا در اوایل اردیبهشت شروع به سبز شدن می‌کنند و در نیمه دوم اردیبهشت با رشد سریع سوسن‌ها، قد کشیده و سایه قابل توجهی را در اطراف بوته‌های سوسن چلچراغ ایجاد می‌کنند که به آن‌ها آشیان سرخسی می‌گویند (پاد/شت ۲۰۰۵). بر این اساس، اولویت‌بندی فاکتورها بنا بر نظر کارشناسی و بررسی خصوصیات گیاه‌شناسی گونه بدین قرار است: ارتفاع < جهت جغرافیایی < پوشش گیاهی همراه < خاک < شیب.

- مدل مفهومی

مدل طراحی شده در دو طبقه طراحی می‌شود که طبقه اول با شرایط سخت‌گیرانه و طبقه دوم سهل‌گیرانه می‌باشد. لازم به ذکر است که طبقه اول زیر مجموعه طبقه دوم می‌باشد. این مدل حرفی به قرار زیر می‌باشد:

جدول ۴- مدل پراکنش سوسن چلچراغ (مدل کیفی)

عوامل اکولوژیک	طبقه اول	طبقه دوم
ارتفاع	۱۷۰۰ الی ۲۰۰۰ متر	۱۴۰۰ الی ۲۳۰۰
جهت دامنه	شمالی و شمال شرقی	شمالی، شمال شرقی و شمال غربی
شیب	حداکثر تا ۶۵ درصد	حداکثر ۱۰۰ درصد
بافت خاک	لومی	لومی، لومی‌رسی، لومی‌شنی، لومی‌لای
پوشش گیاهی	راش و انواع سرخس	راش یا انواع سرخس
همراه	(وجود هر دو الزامی است)	(تنها وجود یکی کفایت می‌کند)

- مدل کمی- وزنی

جهت تبدیل ارزش‌های داده‌های مورد استفاده در مدل‌سازی کمی- وزنی طیف‌بندی و نمره‌دهی آن‌ها یا به عبارتی تبدیلی آن‌ها از غالب کیفی به کمی لازم می‌باشد. مرجع این طیف‌بندی مدل دو طبقه‌ای حرفی می‌باشد ولی با تغییراتی که طبقه‌بندی دو کلاسه آن‌را دستخوش تغییر می‌کند. این گسترش طیفی به جهت معنی‌داری بیشتر مدل‌سازی صورت می‌پذیرد. ارزش‌ها از ۰ الی ۱ برای هر فاکتور تعیین می‌شود که قضاوت ارزشی آن‌ها از صفر به سمت ۱ افزایش می‌یابد. جهت وزن‌دهی فاکتورها از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود.

در این مطالعه، از روش تحلیل سلسله مراتبی (Satty 1977) براساس نظر کارشناسان مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۵- مدل پراکنش سوسن چلچراغ (مدل کمی- وزنی)

فاکتورها	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۴	۰/۲	۰	وزن
ارتفاع	۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰	-	۱۷۰۰ تا ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰	-	۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ و ۲۳۰۰ تا ۲۲۰۰	کمتر از ۱۴۰۰ و بیشتر از ۲۳۰۰	۰/۴۳
جهت	شمالی	شمال شرقی	شمال غربی	-	غربی	سایر جهات	۰/۲۰
پوشش گیاهی همراه	وجود راش	-	-	-	-	عدم وجود راش	۰/۱۲
بافت خاک	لومی	-	لومی رسی	-	لومی شنی و لومی لای	سایر بافتها	۰/۸
شیب	۰ الی ۱۵٪	۱۵ الی ۳۰٪	۳۰ الی ۴۰٪	۴۰ الی ۶۵٪	۶۵ الی ۱۰۰٪	بیشتر از ۱۰۰٪	۰/۵

مدل سازی پراکنش مکانی موجودات رویکرد پژوهشی نوینی محسوب شده و مطالعات موجود در این بخش محدود می باشد. مدل سازی حرفی در راستای ارزیابی توان اکولوژیک و آمایش سرزمین جهت تعیین کاربری های متفاوت در ایران بیشتر به کارهای مخدوم (۱۹۹۵) بر می گردد که تشابه ساختاری با مدل حرفی استفاده شده در این مطالعه دارد.

این پژوهش براساس کاربرد و آزمون آماری دو مولفه شیب و جهت نسبت به مطالعه آذری و همکاران (Azari et al. 2003) در ژاپن دارای برتری می باشد. فاکتورهای مورد استفاده در این مطالعه خاک، پوشش گیاهی موجود و جهت جغرافیایی بوده است. قابل ذکر است که در محدوده مطالعاتی این تحقیق تفاوت ارتفاعی اندک بوده و امکان استفاده از لایه های شکل زمین وجود نداشته است. حسن مطالعه وگایتراکیس و گریفیس (Vogiatzakis & Griffiths 2006) با عنوان: "یک مدل تجربی برای پیش بینی پوشش گیاهی در جزیره کرت" که لایه های اطلاعاتی به کار رفته در آن (ارتفاع، درجه شیب و شکل ژئومورفیک)، نسبت به مطالعه حاضر عملیاتی کردن مدل با ارتباط آن با GIS و تعیین دقت مدل می باشد که البته به علت پراکنش محدود سوسن چلچراغ امکان تعیین دقت مدل از این طریق وجود ندارد. از دیگر مطالعات مشابه می توان به بررسی های انجام شده توسط وو و اسمینز (Wu & Smeins 2000)، چوآنایان و همکاران (Chuanyan et al. 2006) و هیکنن و همکاران (Heikkinen et al. 2007) اشاره نمود. یکی از امتیازات این مطالعه نسبت به بعضی از مطالعات مانند کارهای وو و اسمینز (۲۰۰۰)، استفاده از آزمون های آماری جهت بالا بردن

---

اعتبار مدل می‌باشد و نقص آن عدم قابلیت دقت‌سنجی دقیق با مطالعات میدانی به علت پراکنش بسیار محدود گونه سوسن چلچراغ می‌باشد. حسن دیگر این مطالعه، ارتقای مدل‌های حرفی در قالب کیفی به قالب کمی و وزن‌دهی آن‌ها براساس تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد که باز دقت سنجش و ارزیابی تناسب زیستگاهی را افزایش می‌دهد. براساس مدل کمی-وزنی امتیاز رویشگاه داماش در مقیاس حوزه آبخیز امتیاز ۱ (بیشترین امتیاز) و رویشگاه درفک ۰/۸۲۸ را کسب نمودند. توجه شود که این نمره‌دهی براساس داده‌های در مقیاس حوزه آبخیز می‌باشد. در این مقیاس به جز پارامتر ارتفاع با تفاوت ۳۵۰ متری، بقیه چهار پارامتر دیگر یکسان و با شرایط مشابه هستند. اگر مقیاس را به سطح رویشگاه وارد کنیم، رویشگاه‌های داماش و درفک دارای چند زیر مجموعه با امتیازات مختلف می‌شدند که برای قضاوت بهتر، داده‌ها در مقیاس حوزه آبخیز بررسی شد. در مدل کیفی نیز رویشگاه داماش در طبقه اول و رویشگاه درفک در طبقه دوم قرار دارد. براین اساس رویشگاه درفک نسبت به داماش دارای پراکنش پراکنده‌تر، پایه گیاهی کمتر و نیز تعداد گل کمتر در هر پایه و حتی تاریخ گلدهی دیرتر می‌باشد که علت اصلی این موضوع را باید سردتر بودن آب و هوای این منطقه نسبت به داماش دانست (پاد/شت ۲۰۰۵) که علت غایی آن ارتفاع بالاتر رویشگاه درفک (۳۵۰ متر عمودی) می‌باشد. مشاهده می‌شود که قابلیت کمی بودن در مدل دوم بیان بهتری از تفاوت‌های دو رویشگاه و در نتیجه نیازهای اکولوژیک گونه دارد.

آنچه مسلم است شبیه‌سازی و مدل‌سازی طبیعت سامانه‌ای به پیچیدگی خود طبیعت نیاز دارد و این مطالعه و مطالعات مشابه تنها تلاشی در جهت بازنمایی عملکردهای طبیعی در قالبی کمی و قابل بیان است. تلاش برای مدل‌سازی پراکنش مکانی سوسن چلچراغ بر اساس ویژگی‌های اکولوژیک گونه می‌تواند گامی مثبت در حفاظت از این گونه گیاهی نادر باشد که براساس مشکلات مختلف چون رقابت با گونه‌های مهاجم، آفت (نوعی سوسک)، پدیده اکولوژیک جزیره‌ای شدن و عوامل دیگر در حال انقراض می‌باشد. با اتکا به نتایج مدل‌سازی این پژوهش و ترکیب آن با پایگاه داده‌ای GIS، می‌توان زیستگاه‌های دارای پراکنش فعلی یا قابل کشت سوسن به صورت بالقوه را شناسایی و ترتیبات حفاظت و انتقال گونه سوسن به این مناطق با هدف ازدیاد در محیط طبیعی را سبب‌ساز شد. نوع پراکنش کپه‌ای گونه سوسن چلچراغ و همچنین محدود بودن پراکنش آن امکان استفاده از نمونه‌برداری تصادفی و استفاده از روش‌های آماری پارامتریک را غیرممکن ساخته است که علت گرایش این مطالعه به روش‌های آماری غیر پارامتریک از این بابت می‌باشد. مقایسه خروجی این دو مدل به برتری مدل کمی-رتبه‌ای در بیان دقیق تفاوت‌های دو زیستگاه در قالبی کمی اشاره دارد. پیشنهاد می‌شود که مطالعات روی خصوصیات گیاه‌شناسی گونه سوسن چلچراغ گسترش یافته تا دقت مدل‌سازی پراکنش این گونه قابلیت ارتقاء و افزایش دقت داشته باشد. آزمون دیگر مولفه‌های

---

بوم شناختی و کاربرد ابزار دقیق تر مساحی و امثالهم می تواند ارزش و قابلیت تحلیل های مشابه روی این گونه یا دیگر گونه ها را ارتقاء بخشد.

#### منابع

جهت ملاحظه منابع به متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: مرتضی سعیدی فرد، گیلان، لنگرود، خیابان آیت الله سعیدی، پلاک ۷۱/۳، دکتر سید محسن حسینی، مازندران، نور، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس و دکتر محمدنقی پاداشت دهکایی، گیلان، لاهیجان، ایستگاه تحقیقات گل و گیاه زینتی.

## MODELLING OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE RARE PLANT *Lilium ledebourii*

M. SAEEDIFARD<sup>\*</sup>, S.M. HOSSEINI and M.N. PADASHT DEHKAIE

Faculty of Environmental & Energy, Environment Science &  
Research Campus of Ahvaz, Islamic Azad University

Received: 11.10.2007

Accepted: 11.10.2008

The aim of this study was modelling the spatial distribution of *Lilium ledebourii* (Baker) Boiss. based on ecological characteristics, in order to predict potential habitats for conservation of a rare plant. Knowledge of the spatial distributions of rare and threatened species and the underlying ecological factors plays an important role in regional conservation assessments and development planning. One potential means to complement the insufficient information concerning the distribution and site suitability of rare species is provided by species distribution modeling. *Lilium ledebourii* (Liliaceae), locally named “Susan-e-Chelcheragh” is an endemic and rare species growing on the highlands of Damash region in Gilan Province of Iran. The habitat of this species is under IUCN protection, Category III (Natural Monument) by the Iranian Department of Environment since 1976. The development of the distribution model required the integration of geographical information system (GIS), spatial, logical, analytical and statistical tools. First, we selected and studied the main resource variables such as elevation, geographical aspect, slope, soil and vegetation cover in *L. ledebourii* site including: Damash, Dorfak and Khanghah (Ardebil Province) by field investigations

---

\* Corresponding author (E-mail: mortezasaeedifard@gmail.com)

and literature. Topographical data in geographical information system (GIS) was analyzed and land-form characteristics were provided. Results were analyzed (statistical & logical) and effective factors on spatial distribution of *L. ledebourii* were introduced. Results were classified into two models including: conceptual model and quantitative-weighted model. Weighting in quantitative-weighted model performed based on Analytical Hierarchy Process compares the performance of two models indicating that the quantitative-weighted model was more accurate and effective than the conceptual model.

**Key words:** Ecology, Geographic Information System, Conservation, Gilan Province, Iran

Figures and tables are given in the Persian text.

### References

- ALIYEV, J.A. 1995. Country Report to the FAO International Technical Conference on Plant Genetic Resources. URL: <http://www.fao.org>, 56 pp.
- AZARI DEHKORDI, F. and NAKAGOSHI, N. 2003. Rehabilitation of *Shibateranthus pinnatifida* Maxim. A GIS approach. *Hikobia* 14(1): 9–14.
- BARNES, D. and MALLIK, A. 1997. Habitat factors influencing beaver dam establishment in northern Ontario watershed. *J. Wild. Manage.* 61: 1371–1377.
- BUSTAMANTE, J. 1997. Predictive models for Lesser Kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biol. Conserv.* 80: 153–160.
- BURROUGH, P.A. 1996. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press. Oxford. 193 pp.
- CHERNYAKOVSKAYA, E.G. FEDCHENKO, B.A. GONCHAROV, N.F. GORSHKOVA, S.F. GROSSGEIM, A.A. KNORRING, O.E. KOMAROV, V.L. KRASHENINNIKOV, I.M. KRISHTOFOVICH, A.N. KUZENEVA, O.I. LOZINSKAYA, A.S. NEVSKII, S.A. and VEDENSKII, A.I. 1968. Flora of the U.S.S.R. Vol. IV. Liliiflorae and Microspermae. 225 pp.



- 
- CHRISMAN, N. 1997. Exploring Geographic Information Systems. John Wiley & Sons, Inc. 298 pp. New York.
- CHUANYAN, Z. ZHONGREN, N. GUODONGA, C. JUNHUNA, Z. and ZHAODONG, F. 2006. GIS-assisted modelling of the spatial distribution of Qinghai spruce (*Picea crassifolia*) in the Qilian Mountains, northwestern China based on biophysical parameters, *Ecological Modelling* 191 (2006) 487–500, Available online at URL: <http://www.sciencedirect.com>.
- CUPERUS, R., CANTERS, K.J., UDO DE HAES, H.A. and FRIEDMAN, D.S. 1999. Guidelines for ecological compensation associated with highways. *Biol. Conserv.* 90(1): 41–51.
- DALE, V.H. KING, A.W. MANN, L.K. WASHINGTON ALLEN, R.A. MCCORD, R.A. 1998. Assessing land-use impacts on natural resources. *Environ. Manage.* 22(2): 203–211.
- FERRIER, S., WATSON, G., PEARCE, J. and DRIELSMA, M. 2002. Extended statistical approaches to modeling spatial pattern in biodiversity: the north-east New South Wales experience I. Species-level modeling. *Biodivers. Cons.* 11: 2275–2307.
- GARCIA, L. and ARMBRUSTER, M. 1997. A decision support system for evaluation of wildlife habitat. *Ecol. Model.* 102: 287–300.
- GHAHREMAN, A. 1991. Colored flora of Iran. No. 16. Research Institute of Forests & Rangelands Press. Tehran. 125 pp.
- GHODSIPOUR, S.H. 2000. Principles of Multiple Criteria Analysis and Analytical Hierarchy Process. Amirkabir Press. Tehran. 256 pp. (In Persian).
- GREENWOOD, P.E. and NIKULIN, M.S. 1996. A guide to chi-squared testing. Wiley, New York. Xii. 280 pp.
- GUISAN, A. and THUILLER, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.* 8: 993–1009.
- GUISAN, A. and ZIMMERMANN, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Model.* 135: 147–186.
- HEIKKINEN, R.K. 1998. Can richness patterns of rarities be predicted from mesoscale atlas data? A case study of vascular plants in the Kevo reserve. *Biol. Conserv.* 83: 133–143.

- 
- HEIKKINEN, R.K. LUOTO, M. KUUSSAARI, M. and TOIVONEN, T. 2007. Modelling the spatial distribution of a threatened butterfly: Impacts of scale and statistical technique. *Landscape and Urban Plan.* 79: 347–357.
- JALILI, A. and JAMZAD, Z. 1999. Red Data Book of Iran. Research Institute of Forests & Rangelands. Tehran. 358 pp.
- KANGAS, J. 1992. Multiple-Use Planning of Forest Resources by Using the Analytic Hierarchy Process. *Scand. J. Forest Res.* 7: 259-268.
- LUOTO, M. VIRKKALA, R. HEIKKINEN, R.K. and RAININO, K. 2004. Predicting bird species richness using remote sensing in boreal agricultural-forest mosaic. *Ecol. Appl.* 14: 1946–1962.
- MAKHDOUM, M.F. 1995. Fundamental of Land use Planning. Tehran University Press. Tehran. 289 pp. (In Persian).
- MCGRAW, H. 1993. Encyclopedia of Environmental Science & Engineering. Vol. 1. Metcalf & Eddy, Inc. Atlanta. Pp. 799-806.
- PADASHT, M.N. 2005. The investigation of different methods for culturing and propagation of Chelcheragh lily (*Lilium ledebourii*), native of Iran, and its introduction possibility as a new floricultural crop. Thesis. Islamic Azad University Science & Research Unit. 155 pp. (In Persian with English summary).
- RADELOFF, V. PIDGEON, A.M. and HOSTERT, P. 1999. Habitat and population modelling of roe deer using an interactive geographic information system. *Ecol. Model.* 114: 287–304.
- RECHINGER, K. H. 1984. *Flora Iranica*, No. 165. Graz. 58 pp.
- RUBINO, M.J. and HESS, G.R. 2003. Planning open spaces for wildlife 2: modeling and verifying focal species habitat. *Landscape Urban Plann.* 64: 89–104.
- SATTY, T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *J. Math. Psych.* 15: 234-281.
- SEOANE, J. VINUELA, J. D'IAZ-DELGADO, R. and BUSTAMANTE, J. 2003. The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian Peninsula. *Biol. Conserv.* 11: 401–414.

- 
- SINCLAIR, T.R. and GARDNER, F.P. 1998. Principles of Ecology in Plant Production. CAB International. 190 pp.
- SMEINS, F.E. WU, X. 1998. Rare plants on highway rights-of-way: distribution, ecological requirements, and GIS-based predictive models. Final Report. Texas Department of Transportation, Austin. TX, 110 pp.
- SMITH, A.P. HORNING, N. and MOORE, D. 1997. Regional biodiversity planning and lemur conservation with GIS in western Madagascar. *Conserv. Biol.* 11(2): 498–512.
- VOGIATZAKIS, I. and GRIFFITHS, G. 2006. A GIS-based empirical model for vegetation prediction in Lefka Ori, Crete. *Plant Ecol.* 184: 311–323.
- WISER, S.K. PEET, R.K. and WHITE, P.S. 1998. Prediction of rare plant occurrence: a southern Appalachian example. *Ecol. Appl.* 8(4): 909–920.
- WU, X.B. and SMEINS, F.E. 2000. Multiple-scale habitat modeling approach for rare plant conservation. *Landscape Urban Plan.* 51: 11–28.
- ZOHARY, M. 1963. On The Geobotanical Structure of Iran. Translated by H. Madjnonian & B. Madjnonian. Department of Environment Press. Tehran. 200 pp. (In Persian).
- 

**Addresses of the authors:** M. SAEEDIFARD, No. 71.3., Ayatollah Saedi St., Langeroud, Guilan, S.M. HOSSEINI, Tarbiat Modarres University, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, Noor and Dr. M.N. PADASHT DEHKAIE, Ornamental Plant Research Station, Lahijan, Gilan, Iran.