



فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم

سال ۱۰، شماره ۴۰، پاییز ۱۳۹۳

## استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی تعدیل شده (mAHP) برای تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید در استان اصفهان

حامد سنگونی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا وهابی<sup>۱</sup>، مصطفی ترکش اصفهانی<sup>۱</sup>، حمیدرضا کریم زاده<sup>۱</sup>

### چکیده

تخریب رویشگاه‌های گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fisch.) در استان اصفهان اثرات زیست محیطی و اقتصادی-اجتماعی زیادی داشته است. برای احیای این رویشگاه‌ها از طریق کاشت گون سفید، تعیین رویشگاه‌های بالقوه آن در استان اهمیتی حیاتی دارد. مطالعه حاضر به این امر اختصاص دارد. برای دستیابی به این هدف پس از انتخاب و تهیه لایه‌های اطلاعاتی محیطی و فاکتورهای زیستی مهم گون سفید در رویشگاه‌های مختلف سطح استان، رابطه بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در قالب نمودارهای چند بعدی RDA به نمایش درآمد. سپس با استفاده از طول بردار هریک از عوامل محیطی در این نمودارها، مقدار تاثیر آن‌ها در مدل نهایی تعیین شد و در نهایت با استفاده از روش AHP نقشه رویشگاه‌های بالقوه این گونه در سطح استان اصفهان تهیه شد. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان خصوصیات اکولوژیکی رویشگاهی گون سفید در استان اصفهان را به شرح زیر بیان کرد: این گیاه به بارندگی سالیانه بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر، تعداد روزهای یخبندان حدود ۱۰۰ روز، مقدار شیب حدود ۸ درجه، مقدار پتاسیم خاک ۱۶۰ ppm، ۳۰ درصد رس، ۴۰ درصد شن و مقدار قلیائیت در خاک ۷.۹ نیازمند است تا بتواند بیشترین مقدار تراکم و پوشش تاجی را در مراتع استان اصفهان به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: گون سفید، تعیین رویشگاه، استان اصفهان، روش تحلیل سلسله مراتبی، AHP.

۱-دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی، گروه مرتع و آبخیزداری، اصفهان، ایران.

\* مکاتبه کننده: (H.sangoony@gmail.com)

تاریخ دریافت: پاییز ۹۲ تاریخ پذیرش: پاییز ۹۲

## مقدمه

در سطح مراتع علاوه بر گیاهانی که در تولید علوفه دام نقش دارند، گونه‌های با ارزش دیگری هم دیده می‌شوند که از جنبه‌های دارویی، صنعتی، زینتی، خوراکی و حفاظتی حایز اهمیت هستند. این محصولات که در اصطلاح «فراورده‌های فرعی مرتع» نامیده می‌شوند، علاوه بر نقش خاصی که در اقتصاد داخلی کشور از طریق افزایش درآمد روستاییان و بهره‌برداران عرفی و اشتغال‌زایی دارند، می‌توانند تاثیر به‌سزایی نیز در امر صادرات غیرنفتی داشته باشند (باقرزاده و میرطالبی، ۱۳۸۴). یکی از مهم‌ترین این محصولات (به ویژه در منطقه زاگرس مرکزی) کتیرا می‌باشد که از برخی گونه‌های جنس گون (*Astragalus sp.*) به دست می‌آید. بر اساس آمار، ایران مهم‌ترین تولید کننده کتیرا در جهان است به طوری که حجم صادرات کتیرای ایران در حدود ۷۰ درصد صادرات کل کتیرا در جهان بوده و بنابر گزارش‌های موجود، ایران توان تولید سالیانه ۴۰۰ تن کتیرا را داراست (وهایی و همکاران، ۱۳۸۵) و در این میان سهم شاخص استان اصفهان که رویشگاه‌های گون بیش از ۳۱ درصد سطح آن را پوشانده‌اند، محرز گردیده است (باقرزاده، ۱۳۷۹). با این وجود بهره‌برداری بیش از حد و چرای مفرط در رویشگاه‌های گون باعث تخریب آن‌ها شده است. یکی از مهم‌ترین راه‌حل‌های موجود برای بهبود وضعیت موجود، کاشت مجدد این گونه‌ها در رویشگاه‌های مناسب آن می‌باشد. اما انتخاب رویشگاه‌های مناسب به آسانی ممکن نبوده و نیاز به مطالعات بسیار گسترده خواهد داشت. بنابراین موضوع تعیین رویشگاه بالقوه مطلبی است که باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. رویشگاه بالقوه محلی است که شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک مورد نیاز یک گونه خاص را تامین کند و اجازه استقرار و

تولید مثل این گونه را بدهد (علی اکبری، ۱۳۸۸). عوامل اقلیمی، خاک و فیزیوگرافی مهم‌ترین عوامل محیطی هستند که بر رشد و حیات یک گیاه موثرند (Daubenmire, 1974). بنابراین برای تعیین رویشگاه بالقوه یک گونه گیاهی این دسته عوامل باید به دقت مورد بررسی قرار گیرند.

جنس گون (*Astragalus*) با بیش از ۲۵۰۰ گونه یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهان گل‌دار محسوب می‌شود. گون‌ها به اشکال رویشی درختچه‌ای، بوته‌ای و یا گیاهان علفی چندساله و یا یکساله‌ای هستند که در ایران حدود ۸۰۰ گونه دارد که در ۸ زیرجنس (*Subgenus*) و حدود ۸۵ بخش (*Section*) قرار می‌گیرند. گونه گیاهی گون سفید (*Astragalus gossypinus*) گیاهی بوته‌ای، بالشتکی، خارپشتی، لمیده در سطح خاک، با انشعابات باز، به ارتفاع ۱۰ تا ۳۰ و به قطر پوشش تاجی ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر، سفید یا نقره‌ای رنگ، پشمالو، پوشیده از کرک‌های سفید متراکم، گوشوارک‌ها به طول ۳ تا ۷ میلی‌متر، بخش آزاد غشایی، تخم‌مرغی، در حاشیه غشایی نوک تیز است که بهترین نوع کتیرا موجود در دنیا از آن استحصال می‌شود (معصومی، ۱۳۷۹).

مطالعات فراوانی در زمینه تعیین کاربری‌های مناسب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. در مطالعه‌ای در آذربایجان با استفاده از این روش مکان‌های مناسب برای دفن زباله را در شهر بناب تعیین گردید (خورشید دوست و عادل، ۱۳۸۷). در مطالعه‌ی دیگری در غرب استان اصفهان، رویشگاه بالقوه گون زرد با استفاده از تلفیق GIS و سنجش از دور تعیین شد و این نتیجه حاصل شد که درصد آهک، جهت شیب و متوسط بارش سالانه مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر این گونه بوده‌اند (علی اکبری و همکاران، ۱۳۸۹). با استفاده از روش تحلیل

برای تعیین مکان‌های مناسب برای رویشگاه گونه گیاهی گون سفید (*Astragalus gossypinus*) بر اساس تعیین وزن بر مبنای اطلاعات عددی است.

### مواد و روش‌ها

#### محدوده مورد مطالعه

استان اصفهان با مساحتی حدود ۱۰۷۰۹۰۱۵ کیلومتر مربع بین  $34^{\circ} 30'$  تا  $34^{\circ} 27'$  عرض شمالی و  $49^{\circ} 38'$  تا  $55^{\circ} 32'$  طول شرقی قرار گرفته است. این استان که در مرکز ایران واقع شده از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان؛ از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد؛ از شرق به استان یزد و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود است (شکل ۱).

سلسله مراتبی مطالعه‌ای در استان خراسان صورت پذیرفت و الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی در دشت تربت جام انتخاب شد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۸). نواحی مستعد کشت زرشک را در استان خراسان جنوبی تعیین کردند و به این نتیجه رسیدند که عوامل اقلیمی نقش مهمی در پراکنش این گونه دارند (علی‌جانی و دوستان، ۱۳۸۵). در مطالعه دیگری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، راهبردهای بیابان‌زدایی را در منطقه خضرآباد یزد مورد ارزیابی قرار گرفت و به این نتیجه رسیدند که کارآمدترین راهبردهای بیابان‌زدایی جلوگیری از تغییر نامناسب کاربری اراضی، توسعه و احیای پوشش گیاهی و تعدیل برداشت منابع آب زیرزمینی هستند (صادقی‌روش و همکاران، ۱۳۸۹). هدف از این مطالعه استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی تفاوت ارتفاعات مناطق مختلف استان از سطح دریا موجب تنوع آب و هوا (بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و ...) در استان گردیده است.



شکل ۱. موقعیت استان اصفهان در کشور

بسته به نوع هدف می‌توان لایه‌های اطلاعاتی متعددی تهیه کرد و در تجزیه و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار داد. یک لایه اطلاعاتی از داده‌ها، شامل مجموعه‌ای از

#### اطلاعات محیطی مورد استفاده

به منظور تعیین رویشگاه بالقوه برای گونه‌های گیاهی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی،

رستری با اندازه پیکسل  $1000 \times 1000$  متر شدند تا برای ورود به مدل‌های مورد استفاده برای تعیین رویشگاه مورد استفاده قرار گیرند. جدول ۱ علایم اختصاری این لایه‌ها را معرفی می‌کند. همانطور که ذکر شد این عوامل با توجه به در دسترس بودن اطلاعات و بررسی منابع مطالعات انجام شده بر روی گونه مورد مطالعه انتخاب شدند (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۸؛ وهابی و همکاران، ۱۳۸۵).

عوارض جغرافیایی به همراه مشخصات توصیفی آن‌هاست که به صورت منطقی به یکدیگر وابسته می‌باشند (Kent & Corer, 1992).

در مطالعات انجام شده در این پژوهش برای تعیین شرایط محیطی مناسب رویشگاه گون سفید، ۲۱ لایه اطلاعاتی از شرایط اقلیمی، خاک و فیزیوگرافی با توجه به منابع علمی گذشته و در دسترس بودن اطلاعات تهیه شد. این اطلاعات در محیط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 تبدیل به نقشه‌های

جدول ۱. علایم اختصاری عوامل محیطی به کار رفته در این پژوهش

عامل محیطی	علامت اختصاری	عامل محیطی	علامت اختصاری
هدایت الکتریکی	EC	بارندگی متوسط سالیانه	AP
درصد حجمی سنگ و سنگریزه	G	دمای متوسط سالیانه	AT
درصد مواد آلی	OM	حداکثر دمای سالیانه	MA
قلیایی	pH	حداقل دمای سالیانه	MI
درصد شن	SD	تبخیر و تعرق پتانسیل	ETP
درصد سیلت	ST	تعداد ساعات آفتابی	SH
درصد اشباع آب خاک	SP	تعداد روزهای یخبندان	FD
آزیموت (جهت) شیب	ASP	طول دوره خشکی	DP
ارتفاع از سطح دریا	ELV	مقدار پتاسیم خاک (ppm)	VK
مقدار شیب (درجه)	SLO	مقدار فسفر خاک (ppm)	VP
		درصد رس	CL

محاسباتی باشد. در این زمینه در منابع مختلف سه نمایه  $MAE^1$ ،  $MBE^2$  و  $RMSE^3$  معرفی شده‌اند. بر اساس تابع  $MBE$ ، روشی دارای بالاترین میزان دقت است که مقدار  $MBE$  آن به مقدار ایده‌آل صفر نزدیک باشد. همچنین نقشه تهیه شده با روشی که کمترین میزان  $RMSE$  و  $MAE$  را دارد، دارای دقت بالاتری خواهد بود (Oswald, 2004).

داده‌های خاک، اقلیم، فیزیوگرافی و پوشش گیاهی با استفاده از بررسی مطالعات انجام شده در گذشته و تکمیل آن‌ها، گردآوری شدند.

داده‌های پروفیل‌های خاک در بیش از ۲۶۰ نقطه استان از مراکز تحقیقات استان، ادارات منابع طبیعی و ادارات جهاد کشاورزی شهرستان‌ها جمع‌آوری گردید. سپس برای تهیه نقشه‌های مربوط به فاکتورهای مختلف خاک‌شناسی با استفاده از روش‌های میان‌یابی مختلف (جدول ۲) اقدام گردید. برای هر یک از فاکتورهای فوق روش میان‌یابی انتخاب شد که دارای بالاترین دقت و کمترین مقدار خطای

<sup>1</sup>- Mean Biased Error

<sup>2</sup>- Mean Absolute Error

<sup>3</sup>- Root Mean Square Error

تقسیم می‌شد. در هریک از ربع‌ها فاصله نزدیک‌ترین فرد از گونه مورد مطالعه تا نقطه تصادفی (d)، برحسب متر) جهت تعیین تراکم آن اندازه‌گیری شد. پس از آن پوشش تاجی با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم از بوته مذکور با متر نواری فلزی (بر حسب سانتی متر مربع) اندازه‌گیری گردید.

پس از پردازش داده‌ها، شاخص‌های درصد پوشش تاجی و تراکم مورد محاسبه قرار گرفت. برای محاسبه تراکم از روی داده‌های فاصله‌ای حاصل از روش یک چهارم نقطه مرکزی از رابطه ۱ استفاده می‌شود. رابطه ۱:  $D = \frac{10i}{d}$  در این رابطه D تراکم گون سفید به صورت بوته در هکتار و میانگین اندازه متوسط فاصله‌های گیاه تا نقطه تصادفی (متر) است.

پس از استقرار ترانسکت‌ها و پلات‌های نمونه برداری اقدام به یادداشت برداری از گونه‌های گیاهی اصلی و اندازه‌گیری پوشش تاجی و تراکم گون سفید هر منطقه شد.

پوشش تاجی گون سفید هم با استفاده از پلات‌های یک متر مربعی در مکان‌های مورد مطالعه تعیین شده و در کنار داده‌های مربوط به تراکم، تشکیل دهنده لایه اطلاعاتی مربوط به پوشش گیاهی در این پژوهش هستند.

### ۳-۳. تجزیه و تحلیل رابطه داده‌های پوشش

#### گیاهی با عوامل محیطی

از آنجایی که ممکن است تمام عامل‌های محیطی مورد مطالعه در تفکیک رویشگاه‌های مختلف موثر نباشند، برای بررسی میزان اهمیت هریک از عامل‌های محیطی و تاثیرگذاری آن‌ها بر پوشش گیاهی در منطقه‌های مورد مطالعه، با استفاده از آنالیز

تهیه لایه‌های اطلاعاتی اقلیمی با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه و کمبود ایستگاه‌های هواشناسی از مطالعات انجام شده و به خصوص از نتایج مطالعات انجام شده بر روی اقلیم استان اصفهان که توسط یغمایی صورت پذیرفته است، استفاده شد (Yaghmaie et al., 2008). برای تهیه لایه‌های شیب، جهات جغرافیایی و ارتفاع، نقشه مدل رقومی ارتفاع استان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های تراکم و پوشش تاجی گون سفید از ۳۰ مکان مرتعی در استان اصفهان جمع‌آوری شد؛ از این تعداد ۱۴ مکان بررسی صحرایی شده و در سایر مناطق هم از داده‌های مربوط به طرح‌های بهره‌برداری از کتیرا که در نقاط مختلف استان صورت گرفته بود استفاده گردید. در مکان‌هایی که نمونه‌برداری صحرایی صورت پذیرفت روش نمونه‌برداری به صورت تصادفی انجام شد. در تمام این بررسی‌ها از روش یک چهارم نقطه مرکزی<sup>۱</sup> قطعه نمونه یا کودرات برای تعیین تراکم گون سفید استفاده شده است. روش فوق روشی است که اولین بار توسط کوتام و کورتیس برای تعیین تراکم پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفت (Cottam & Curtis, 1956). برهانی استفاده از این روش را برای برآورد تراکم بوته‌زارها به عنوان بهترین گزینه معرفی کرده است (برهانی و همکاران، ۱۳۸۰). بنابراین برای تعیین تراکم بوته‌های گون سفید در مکان‌های مورد مطالعه، تعدادی نقطه تصادفی در امتداد ترانسکت‌هایی که در جهت‌های مختلف شیب قرار داشتند تعیین گردید. سپس در محل نقاط تصادفی با استفاده از یک قطعه چوب، حالت  $\perp$  تشکیل شده و به این ترتیب محیط اطراف نقطه به چهار ربع ۹۰ درجه‌ای

<sup>۱</sup> - Point centered quadrate method

مکان‌یابی و غیره استفاده شده است (زبردست، ۱۳۸۰ و Saaty, 2008). مهم‌ترین نوآوری این روش مقایسه دو به دو فاکتورهاست که در مواردی که نرخ‌های کمی وجود ندارند انسان را از طریق تعیین برتری نسبی معیارها به یک مقایسه منطقی می‌رساند (Oswald, 2004).

دامنه اهمیت نسبی برای مقایسه دوتایی معیارها، بین اعداد ۱ تا ۹ است، به طوری که هر یک از این اعداد بیانگر میزان اهمیت معینی هستند که به آن وزن نسبی گفته می‌شود. برای تعیین این وزن‌ها در مطالعات معمولاً از نظرات کارشناسی استفاده می‌شود که عدم تکرارپذیری و دقت این نظرات، مشکلاتی را برای اعتبار نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی به همراه داشته است. در مطالعه حاضر از روش مقایسه دو به دو بر مبنای اطلاعات عددی استفاده شده است که می‌تواند دقت روش مذکور را تا حد زیادی افزایش دهد.

برای اجرای این روش پس از تعیین ۱۳ عامل محیطی موثر بر رویشگاه گون سفید با استفاده از آنالیز فاکتور در محیط نرم افزار SPSS، طول بردار ویژه این عامل‌ها در نمودار حاصل از آنالیز RDA محاسبه شد و برای تعیین وزن استاندارد شده هر یک از عوامل در مقایسات دو به دو شرایط محیطی به کار رفت. این کار برای یک بار برای داده‌های پوشش تاجی و بار دیگر برای اطلاعات تراکم گون سفید انجام شد. با استفاده از مقادیر طول بردار عوامل محیطی، میزان اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر در مدل AHP و در محیط نرم افزار IDRISI Kilimanjaro تعیین شده و به این ترتیب وزن هر عامل به صورت استاندارد شده مشخص گردید. این کار برای فاکتورهای تراکم و تاج‌پوشش به صورت جداگانه انجام شد. سپس با استفاده از نتایج آنالیز افزونگی (RDA)، مکان‌های مطالعاتی که تاج

فاکتور<sup>۱</sup> در محیط نرم‌افزار SPSS 15.0، مهم‌ترین عوامل موثر بر گونه مورد مطالعه (با درجه آزادی n-1 و  $\alpha$  ۵ درصد) تعیین شدند. این کار توسط روش واریماکس<sup>۲</sup> انجام شد. سپس اقدام به تعیین مهم‌ترین عامل‌های محیطی که بر طبقه‌بندی مکان‌های مطالعاتی تاثیرگذار بودند؛ گردید. این کار در محیط نرم افزار Canoco صورت گرفت و از آنجا که در این مطالعه طول گرادیان به دست آمده از روش DCA<sup>۳</sup>، معادل ۱۰۰۹ محاسبه شد و با توجه به این که در صورت کمتر از ۳ بودن طول گرادیان، روش‌های خطی مانند آنالیز افزونگی (RDA<sup>۴</sup>) و آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA<sup>۵</sup>) مناسب تشخیص داده می‌شوند، از این روش‌ها برای رج‌بندی اطلاعات استفاده شد (Williams, 2003). پس از رسم نتایج آنالیز به صورت نمودار، محل‌هایی که در آن گونه مورد مطالعه از تراکم و پوشش تاجی بالایی برخوردار بود به عنوان رویشگاه مناسب در نظر گرفته شد و عوامل ۲۱ گانه محیطی موثر بر تعیین رویشگاه آن با توجه به محورهای مختصات دوگانه بررسی و تعیین شد.

### تحلیل سلسله مراتبی

تحلیل سلسله مراتبی یا AHP<sup>۶</sup> یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۷</sup> است، که توسط (Thomas L. Saaty, 1980) معرفی گردید و در بسیاری از فعالیت‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای

<sup>1</sup>-Factor Analysis

<sup>2</sup>-Varimax

<sup>3</sup>-Detrainned Correspondence Analysis (DCA)

<sup>4</sup>-Redundancy Analysis (RDA)

<sup>5</sup>-Principle Component Analysis (PCA)

<sup>6</sup>-Analytic Hierarchy Process

<sup>7</sup>-Multi Criteria Analysis

## نتایج

### لایه‌های محیطی و اکوجغرافیایی

به دلیل عدم وجود داده‌های قابل اعتماد خاک در مناطق شرقی استان، و در دسترس بودن اطلاعات تنها در نیمه غربی استان، اطلاعات مربوط به خاک در نیمه غربی استان میان‌یابی شدند. با توجه به لزوم هم‌خوانی مکانی تمام لایه‌های اطلاعاتی برای ورود به مدل‌های تعیین رویشگاه، لایه‌های اقلیمی و فیزیوگرافی هم منطبق با لایه‌های اطلاعاتی خاک برش زده شدند. البته با توجه به بررسی منابع موجود که شرایط رویشگاهی گون سفید را از نظر عامل‌های اقلیمی و فیزیوگرافی مشخص کرده‌اند، منطقه شرق اصفهان به دلیل بیابانی بودن، کمبود رطوبت، ارتفاع پایین و... نمی‌تواند جزو رویشگاه‌های این گونه باشد.

پوشش و تراکم بالایی داشتند تعیین شده و با تعریف یک محدوده<sup>۱</sup> ۱۰۰ متری در اطراف نقطه شروع ترانسکت، میانگین شرایط محیطی برای هر کدام از این مکان‌ها به دست آمد و با انجام میانگین‌گیری مجدد، محدوده متوسط هریک از شرایط محیطی تعیین شد. با توجه به این که شرایط محیطی در این مکان‌ها برای رویش گون سفید بهینه‌می‌باشد، لایه‌های اطلاعاتی ۱۳ عامل محیطی طبقه‌بندی مجدد<sup>۲</sup> گردیدند. به این صورت که برای مناطق مناسب رشد و استقرار گونه مورد مطالعه، ارزش عددی یک و برای مناطق نامناسب، ارزش عددی صفر در نظر گرفته شد. در مرحله بعد وزن استاندارد شده هر عامل در لایه اطلاعاتی آن ضرب شد و نتایج به صورت لایه‌های اطلاعاتی جدید ذخیره شدند. در نهایت با جمع بستن لایه‌های محیطی وزن‌دار، نقشه رویشگاه بالقوه گون سفید در منطقه مورد مطالعه بر اساس تناسب برای تراکم و پوشش تاجی به دست آمد. در نهایت با میانگین‌گیری از این دو نقشه، نقشه رویشگاه بالقوه گون سفید در استان اصفهان تهیه گردید.

برای ارزیابی صحت نقشه تولید شده، این نقشه با نتایج کار باقرزاده که رویشگاه بالفعل گون سفید در استان اصفهان را تهیه کرده بود، مقایسه شد و مقدار همخوانی این دو نقشه به عنوان مقدار صحت نقشه تولید شده گزارش گردید.

<sup>۱</sup> - Buffer

<sup>۲</sup> - Reclass

جدول ۲. مقادیر نشان دهنده دقت روش های میان یابی برای فاکتورهای خاک (علایم اختصاری در جدول ۱ توضیح داده شده اند.)

شاخص	روش درون یابی	MAE	RMSE	MBE
Sd	معکوس فاصله وزنی	۰.۱۳	۲.۲۱	۰.۰۰۳۵
	کریجینگ معمولی، مدل کروی*	۰.۰۵	۰.۸۱	۰.۰۰۱۳
St	معکوس فاصله وزنی	۰.۱۲	۱.۹۸	۰.۰۰۳۱
	کریجینگ جهانی، مدل نمایی*	۰.۰۳	۰.۴۹	۰.۰۰۰۸
Cl	کریجینگ جهانی، مدل نمایی	۰.۲۲	۳.۵۴	۰.۰۰۵۶
	کریجینگ گسسته، مدل نمایی*	۰.۰۲	۰.۲۸	۰.۰۰۰۴
Ph	معکوس فاصله وزنی	۰.۰۹	۱.۴۵	۰.۰۰۲۳
	کریجینگ جهانی، مدل نمایی*	۰.۰۶	۰.۹۲	۰.۰۰۱۵
EC	کریجینگ معمولی، مدل نمایی	۰.۲۴	۳.۹	۰.۰۰۶۲
	کریجینگ معمولی، مدل کروی*	۰.۰۷	۱.۲	۰.۰۰۱۹
OM	معکوس فاصله وزنی	۰.۱۱	۱.۷۷	۰.۰۰۲۸
	کریجینگ معمولی، مدل کروی*	۰.۰۴	۰.۶۳	۰.۰۰۱۰
G	کریجینگ معمولی، مدل دایره ای	۰.۳۲	۵.۳	۰.۰۰۸۴
	کریجینگ ساده، مدل کروی*	۰.۰۸	۱.۳	۰.۰۰۲۱
Vp	کریجینگ جهانی، مدل نمایی	۰.۲۳	۳.۷	۰.۰۰۵۹
	کریجینگ معمولی، مدل کروی*	۰.۰۳	۰.۵۴	۰.۰۰۰۹
Vk	معکوس فاصله وزنی	۰.۴۴	۷.۲	۰.۰۱۱۴
	کریجینگ معمولی، مدل کروی*	۰.۰۳	۰.۴۹	۰.۰۰۰۸
SP	معکوس فاصله وزنی	۰.۳۳	۵.۴۸	۰.۰۰۸۷
	کریجینگ گسسته، مدل کروی*	۰.۰۶	۰.۹۴۱	۰.۰۰۱۵

جدول فوق تنها نشان دهنده دو روش برتر میان یابی برای هر فاکتور محیطی است و بهترین روش میان یابی با علامت ستاره (\*) نمایش داده شده است.

### داده های پوشش گیاهی

جدول ۳ نشان دهنده مقادیر تراکم و پوشش تاجی مربوط به گون سفید در ۳۰ مکان از استان اصفهان است.

از این تعداد، ۱۴ مکان به طور مستقیم نمونه برداری شدند و اطلاعات سایر مکان ها از نتایج مطالعات انجام شده قبلی استخراج گردیدند.



جدول ۳. مقادیر تراکم و پوشش تاجی گون سفید در مکان‌های مختلف مرتعی

مکان	تراکم		پوشش تاجی (سانتی متر مربع)
	X	Y	
۱S	۰. ۴۰۷۰۹۵	۸. ۳۶۷۰۲۰۵	۰. ۲۹۶
۲S	۱. ۵۳۱۴۲۸	۴. ۳۵۵۸۹۵۸	۰. ۵۸۴
۳S	۱. ۴۱۸۵۴۵	۷. ۳۶۹۰۵۱۹	۰. ۱۴۵۴
۴S	۳. ۴۹۰۶۶۰	۴. ۳۶۷۱۴۳۰	۰. ۳۹۲
۵S	۹. ۴۶۵۲۰۷	۷. ۳۶۸۸۳۹۸	۰. ۱۵۰۲
۶S	۰. ۴۷۳۳۷۵	۰. ۳۶۳۳۶۰۸	۹. ۸۱۵
۷S	۰. ۴۷۲۵۱۲	۰. ۳۶۲۴۱۶۹	۹. ۱۱۹
۸S	۰. ۵۰۷۵۲۲	۰. ۳۶۰۱۰۵۸	۹. ۱۳۴
۹S	۰. ۴۷۶۳۵۷	۰. ۳۶۲۶۴۶۷	۰. ۴۲۴
۱۰S	۰. ۵۰۶۵۴۵	۰. ۳۶۰۹۰۳۹	۷. ۵۸
۱۱S	۰. ۴۲۶۷۱۲	۰. ۳۷۰۰۴۱۳	۲. ۱۵۵۴
۱۲S	۰. ۴۲۶۰۶۰	۰. ۳۶۹۹۷۵۴	۱. ۲۳۶۲
۱۳S	۰. ۴۳۸۸۸۱	۰. ۳۶۸۸۸۴۶	۹. ۱۹۱۲
۱۴S	۰. ۴۳۸۶۷۶	۰. ۳۶۸۸۶۲۹	۰. ۱۴۴۴
۱۵S	۰. ۵۰۶۲۸۱	۰. ۳۶۱۱۷۳۷	۸. ۲۳۹
۱۶S	۰. ۵۰۷۸۵۲	۰. ۳۶۱۲۶۸۷	۴. ۴۹۱
۱۷S	۰. ۵۲۶۹۴۹	۰. ۳۵۶۹۱۹۹	۶. ۱۶۶
۱۸S	۰. ۵۲۸۴۱۳	۰. ۳۵۶۹۴۴۹	۶. ۷۱۰
۱۹S	۰. ۵۸۵۳۵۷	۰. ۳۵۰۲۲۰۹	۲. ۱۷۵
۲۰S	۰. ۵۸۵۴۲۳	۰. ۳۵۰۳۸۴۲	۲. ۲۷۷
۲۱S	۰. ۵۴۵۴۹۲	۰. ۳۷۳۱۵۶۰	۹. ۷۶۳
۲۲S	۰. ۵۴۴۷۶۶	۰. ۳۷۳۳۱۸۴	۰. ۳۰۴
۲۳S	۰. ۵۸۶۵۲۹	۰. ۳۷۰۴۲۴۰	۳. ۶۶۸
۲۴S	۰. ۵۸۶۸۸۱	۰. ۳۷۰۵۳۵۳	۰. ۳۳۲
۲۵S	۱. ۴۳۲۴۲۵	۴. ۳۶۹۲۱۷۲	۰. ۹۸۹
۲۶S	۲. ۴۱۳۷۳۱	۵. ۳۶۸۳۰۵۵	۰. ۵۵۱
۲۷S	۵. ۴۱۲۱۴۳	۹. ۳۶۷۷۵۴۷	۰. ۳۲۲
۲۸S	۶. ۴۵۹۶۴۶	۰. ۳۶۶۹۸۴۹	۰. ۹۵۲
۲۹S	۵. ۵۰۳۷۷۹	۳. ۳۶۰۶۹۴۵	۰. ۶۷
۳۰S	۶. ۵۲۷۳۶۸	۶. ۳۵۵۸۹۴۶	۰. ۲۹۸

### تعیین عوامل تفکیک کننده رویشگاه‌ها

پس از اعمال آنالیز PCA در نرم افزار PC-ORD نتایج زیر حاصل گردید. با توجه به جدول ۴ که نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی را در ۳۰ رویشگاه

مختلف نشان می‌دهد؛ ده مولفه در این آنالیز تولید شد که مولفه‌های اصلی اول، دوم و سوم به ترتیب ۴۴.۰۴، ۱۳.۴۸ و ۱۱.۴۳ درصد از تغییرات پوشش گیاهی را توجیه می‌کنند.

جدول ۴. نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی

محور	درصد واریانس		درصد واریانس تجمعی
	مقادیر ویژه	درصد	
۱	۱۰.۱۳۱	۴۴.۰۴۳	۴۴.۰۴۳
۲	۳.۱۰۱	۱۳.۴۸۲	۵۷.۵۲۵
۳	۲.۶۳۱	۱۱.۴۳۹	۶۸.۹۶۴
۴	۲.۰۴۶	۸.۸۹۶	۷۷.۸۶
۵	۱.۹۹۲	۸.۳۵۵	۸۶.۲۱۵
۶	۰.۸۳۴	۳.۶۲۷	۸۹.۸۴۲
۷	۰.۵۵۸	۲.۴۲۶	۹۲.۲۶۸
۸	۰.۴۶۱	۲.۰۰۲	۹۴.۲۷
۹	۰.۴۰۹	۱.۷۸	۹۶.۰۵
۱۰	۰.۲۴۳	۱.۰۵۴	۹۷.۱۰۴

جغرافیایی، مقدار پتاسیم خاک، ارتفاع از سطح دریا، درصد رس، درصد اشباع، مقدار بارندگی متوسط سالیانه، مقدار شیب، قلیائیت خاک و درصد شن بر رویشگاه گون سفید در منطقه مورد مطالعه موثر بوده‌اند.

جدول ۵ نتایج حاصل از آنالیز فاکتور بر روی داده‌های محیطی را در نرم افزار SPSS نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، ۱۳ عامل محیطی شامل: هدایت الکتریکی خاک، تعداد روزهای یخبندان، درصد سنگ و سنگریزه، درصد سیلت، جهات

جدول ۵. نتایج حاصل آنالیز فاکتور (ماتریس چرخیده مولفه‌ها<sup>۱</sup>) مقادیر جدول ارزش ضرایب همبستگی میان عامل‌های محیطی و مولفه‌های تولیدی را نشان می‌دهد.

(شرح علائم اختصاری در جدول ۱ آمده است.)

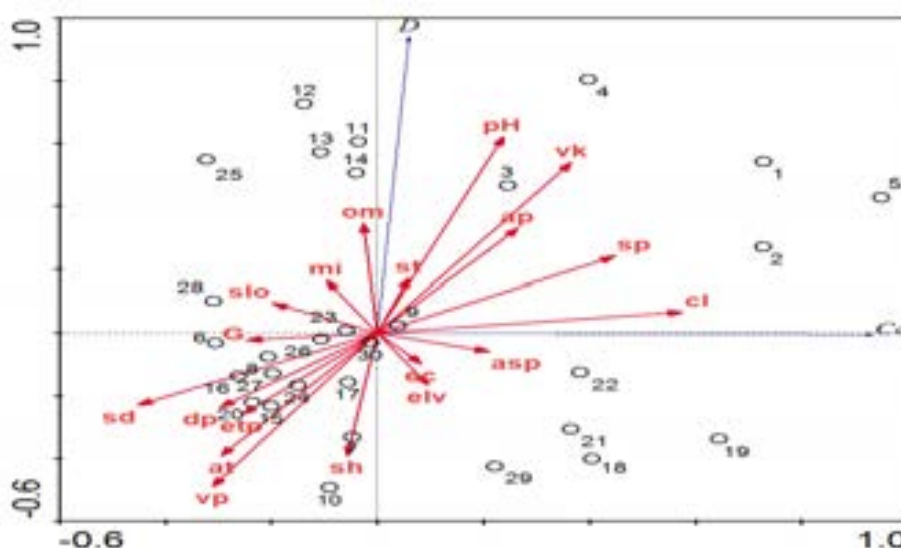
عوامل محیطی	مولفه				
	۱	۲	۳	۴	۵
AP	-.۴۱۸	.۰۶۹۱	.۰۴۰۳	.۰۲۳۱	۱.۸۰۸E-۰۲
AT	.۰۵۳۰	-.۰۵۲۰	-.۰۲۸۸	-.۰۵۳۰	-.۰۱۹۷
MA	.۰۱۲۵	-.۰۰۵۹	-.۰۹۷۱	-.۰۱۴۰	۲.۱۰۴E-۰۲
MI	.۰۱۲۶	-.۰۰۵۹	-.۰۹۷۱	-.۰۱۴۰	۲.۱۱۷E-۰۲
ETP	.۰۶۶۹	-.۰۴۰۹	-.۰۳۳۵	-.۰۴۴۵	-.۰۲۳۱
SH	-.۰۱۱۷	-.۰۴۶۶	.۰۲۸۹	.۰۲۰۵	.۰۶۹۵
FD	-.۰۸۸۲	۵.۵۶۳E-۰۲	۹.۸۸۸E-۰۲	.۰۲۹۲	.۰۲۳۸
DP	.۰۷۶۱	-.۰۳۱۴	-.۰۲۰۹	-.۰۴۴۱	-.۰۰۰۸
VK	-.۰۱۲۱	.۰۸۱۶	.۰۱۸۲	.۰۱۰۱	-.۰۳۴۱
VP	.۰۵۳۱	-.۰۵۹۸	۲.۳۸۰E-۰۲	-.۰۴۸۷	-.۰۰۵۵
CL	-.۰۱۶۰	۸.۷۳۹E-۰۲	.۰۳۳۹	.۰۸۵۳	.۰۲۵۷
EC	.۰۸۳۴	-.۰۲۱۰	-.۰۳۱۵	۵.۹۰۸E-۰۲	-.۰۰۳۶
G	.۰۷۷۲	-.۰۱۳۴	-.۰۱۱۰	-.۰۱۰۸	.۰۴۷۰
OM	-.۰۰۸۲	.۰۷۳۳	.۰۳۳۸	-.۰۱۱۲	.۰۳۸۵
pH	-.۰۴۳۳	.۰۷۶۳	۳.۶۳۱E-۰۲	.۰۱۳۹	۶.۲۹۸E-۰۴
SD	.۰۳۵۸	-.۰۱۷۹	-.۰۰۸۳	-.۰۸۱۶	-.۰۰۱۸
ST	-.۰۷۳۹	.۰۴۰۵	.۰۳۲۴	.۰۱۸۴	.۰۲۵۰
SP	-.۰۲۲۲	۶.۱۸۷E-۰۲	۹.۱۴۳E-۰۲	.۰۹۰۴	.۰۱۸۴
ASP	۳.۵۳۱E-۰۲	-.۰۱۳۴	.۰۱۶۹	-.۰۰۶۵	-.۰۸۶۶
ELV	-.۰۱۲۶	۵.۹۴۲E-۰۲	.۰۹۷۱	.۰۱۴۰	-.۰۰۲۱
SLO	.۰۶۸۳	.۰۱۶۸	.۰۳۵۱	-.۰۱۰۲	۷.۳۶۴E-۰۲

<sup>۱</sup>- Rotated Component Matrix

خاک و درصد اشباع خاک همبستگی بالایی پیدا کرده است.

نتایج حاصل از رج بندی پوشش گیاهی به روش آنالیز افزونگی (RDA) در شکل ۲ نمایش داده شده‌اند.

با توجه به همبستگی مولفه‌ها و متغیرها، مولفه اصلی اول شامل خصوصیات از قبیل دمای متوسط سالیانه، تبخیر و تعرق پتانسیل، جهت شیب، و بارندگی متوسط می باشد و مولفه دوم با ارتفاع از سطح دریا، ساعات آفتابی و حداقل دما همبستگی بالایی دارد و مولفه سوم نیز با مقدار پتاسیم در



شکل ۲. نمودار سه پلاتی گونه- محیط- مکان حاصل از آنالیز RDA

توضیح: علائم دایره توخالی (O)، فلش قرمز (→) و فلش مشکی (→) به ترتیب نشان دهنده مکان‌های مطالعاتی، فاکتورهای محیطی و عوامل مربوط به پوشش گیاهی هستند.

مقدار عامل سازگاری<sup>۱</sup> در نتایج حاصل از مقایسات دوتایی در روش AHP نباید بیش از ۰.۱ باشد زیرا در این صورت اهمیت نسبی که برای مدل تعریف شده است از درجه اعتبار ساقط خواهد بود. در مطالعه حاضر از آنجا که روش به کار رفته برای تعیین اهمیت نسبی عوامل محیطی استفاده از دانش داده‌ای به جای دانش کارشناسی بود، عامل سازگاری

### تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید با روش AHP

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۵ عامل‌های تاثیرگذار بر رویشگاه تعیین شدند. پس از تعیین فاکتورهای تاثیرگذار بر رویشگاه، باید مقدار وزن هر یک از آن‌ها در تعیین رویشگاه مشخص شود. این کار توسط اندازه‌گیری طول بردار ویژه هر یک از این عوامل در نمودار حاصل از آنالیز RDA انجام شد. ماتریس مقایسات دوتایی با استفاده از طول بردار ویژه در نرم‌افزار IDRISI Kilimanjaro تهیه شد و وزن هر یک از این عوامل به صورت استاندارد شده به دست آمد.

<sup>1</sup> -Consistency ratio

محدوده ارزش عددی ۱ و بقیه داده‌های شرایط محیطی ارزش صفر دریافت کردند. جدول ۶ نتایج حاصل از مراحل را خلاصه کرده است.

برابر با ۰.۰۱ محاسبه شد که نشان از صحت بالای مقایسات دوتایی دارد.

با توجه به شرایط محیطی حاصل از مکان‌های مرتعی با تراکم و پوشش تاجی بالا، محدوده بهینه هرکدام از عوامل محیطی تعیین شد. سپس این

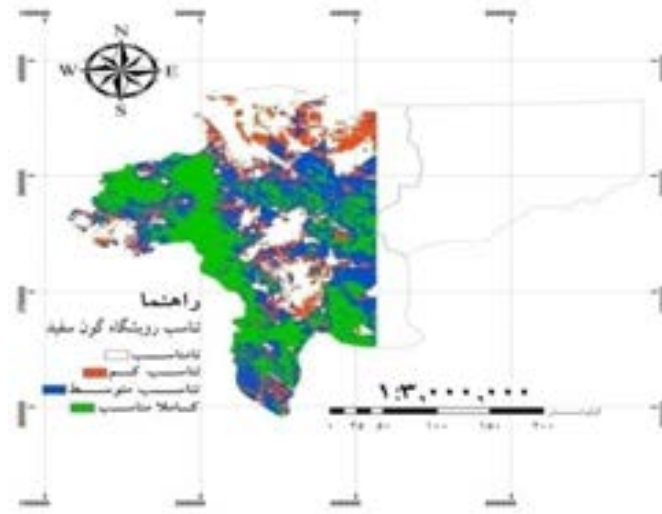
جدول ۶. نتایج مراحل مختلف مدل تحلیل سلسله مراتبی

عامل محیطی	طول بردار ویژه در راستای محور پوشش تاجی	طول بردار ویژه در راستای محور تراکم	وزن استاندارد شده بر اساس تراکم	وزن استاندارد شده بر اساس پوشش تاجی	محدوده بهینه عامل محیطی
روزهای یخبندان	۰.۰۷	۰.۰۲	۰.۰۱۸۶	۰.۰۲۳۹	۹۰ تا ۱۲۰ روز
هدایت الکتریکی	۰.۰۹	-۰.۱	۰.۰۴۱	۰.۰۲۹۳	۱.۹۵ تا ۰.۹۵
درصد سنگریزه	-۰.۲۳	-۰.۰۱	۰.۰۱۹۱	۰.۰۷۵۳	۵۰ تا ۳۵
درصد سیلت	۰.۰۷	۰.۱۸	۰.۰۷۵۳	۰.۰۲۸۵	۳۵ تا ۳۰
مقدار پتاسیم	۰.۲۹	۰.۵۲	۰.۲۱۹۱	۰.۰۷۸۲	۱۳۰ تا ۲۰۰ ppm
قلیائیت	۰.۲۲	۰.۶۲	۰.۲۰۴۳	۰.۰۷۱۷	۸ تا ۷.۸
ارتفاع از سطح دریا	۰.۱	-۰.۱۸	۰.۰۷۳۸	۰.۰۳۴۹	۲۵۰۰ تا ۱۹۰۰
درصد رس	۰.۵۹	۰.۰۸	۰.۰۳۷۶	۰.۱۷۲۱	۳۵ تا ۲۵
درصد شن	-۰.۴۵	-۰.۲۲	۰.۰۷۳۸	۰.۱۳۶۷	۴۶ تا ۳۱
درصد اشباع	۰.۴۳	۰.۲۱	۰.۰۷۳۸	۰.۱۳۶۷	۴۵ تا ۳۰
آزیموت جهت جغرافیایی	۰.۲۱	-۰.۰۷	۰.۰۳۷۶	۰.۰۶۹۵	۰ تا ۱۰۰ درجه از شمال ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه از شمال
بارندگی سالیانه	۰.۲۴	۰.۲۷	۰.۰۸۵	۰.۰۷۱۷	۱۵۰ تا ۴۵۰ mm
مقدار شیب	-۰.۲	۰.۱	۰.۰۴۰۹	۰.۰۷۱۷	۱۱ تا ۱ درجه

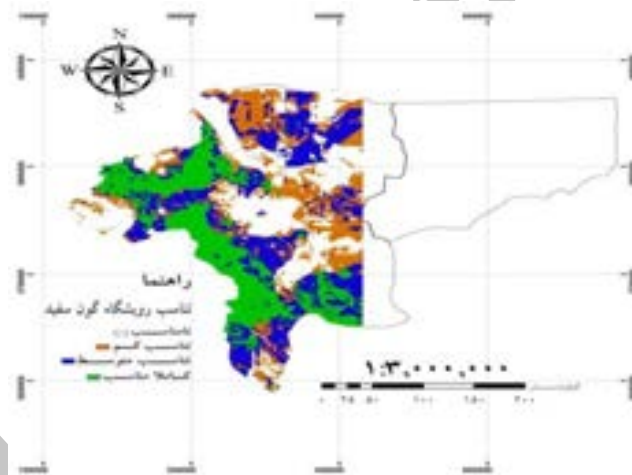
بر اساس طول بردار ویژه عوامل محیطی در راستای محور تراکم و پوشش تاجی انجام شد. نقشه‌های حاصل از این کار با هم جمع شدند و به این ترتیب نقشه روی‌نگاه بالقوه گون سفید در استان اصفهان بر اساس تناسب برای تراکم و پوشش تاجی بهینه تهیه شد (اشکال ۳ و ۴).

پس از تولید نقشه‌های عوامل محیطی بولین شده<sup>۱</sup> که با استفاده از دامنه مناسب شرایط محیطی صورت گرفت، وزن هریک از آن‌ها در لایه متناظر خود ضرب شده و این کار برای وزن‌های به دست آمده

<sup>۱</sup> - Booleanized



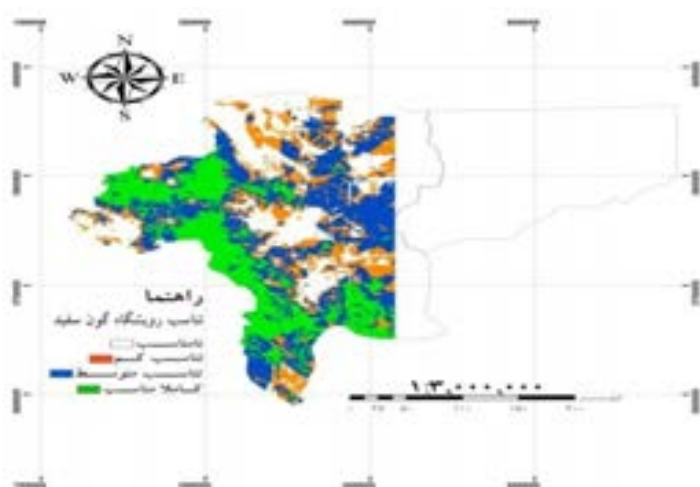
شکل ۳. رویشگاه بالقوه سفید گون سفید در استان اصفهان بر اساس تناسب برای پوشش تاجی



شکل ۴. رویشگاه بالقوه سفید گون سفید در استان اصفهان بر اساس تناسب برای تراکم

این دو نقشه به دست آمد و به عنوان نقشه نهایی رویشگاه بالقوه سفید گون سفید با استفاده از روش AHP ارائه شد (شکل ۵).

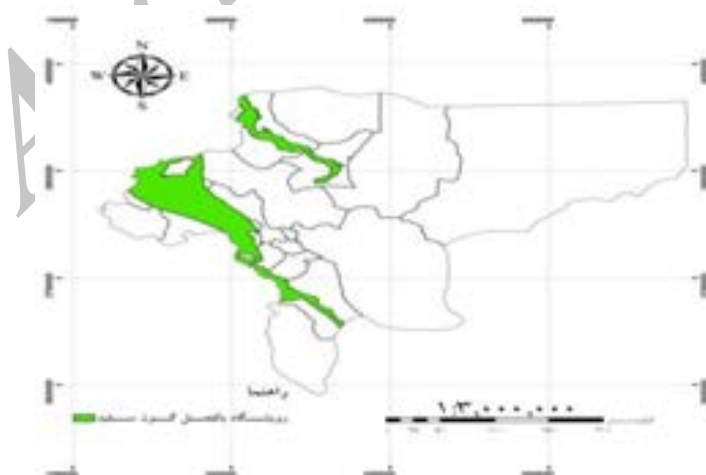
در نهایت و برای تهیه یک نقشه واحد که هر دو پارامتر تراکم و پوشش تاجی را مد نظر قرار داده باشد و بتواند در امر اجرای طرح‌های احیای رویشگاه‌های سفید موثر باشد، میانگین حسابی



شکل ۵. رویشگاه بالقوه گون سفید در استان اصفهان بر اساس تناسب برای تراکم و پوشش تاجی

نامناسب در این نقشه هم به ترتیب برابر یک میلیون و ۴۱۱ هزار و ۱۰۰ هکتار (۱۳.۱٪) و ۴ میلیون و ۱۰ هزار و ۷۱۰ هکتار (۳۷.۴٪) تعیین شد. برای ارزیابی صحت این نقشه، نتایج به دست آمده با نتیجه مطالعه (باقرزاده، ۱۳۷۹) که محدوده رویشگاه بالفعل گون سفید را در استان اصفهان مشخص کرده بود (شکل ۶)، مقایسه شد.

در این نقشه مساحت منطقه کاملاً مناسب رویشگاه گون سفید، ۲ میلیون و ۵۰۳ هزار و ۹۰۰ هکتار است که معادل با ۲۳.۳ درصد از مساحت استان اصفهان می‌باشد. همچنین مساحت منطقه با تناسب متوسط با استفاده از این روش برابر با ۲ میلیون و ۷۸۳ هزار و ۳۰۰ هکتار، برابر با ۲۶ درصد محاسبه گردید. مساحت منطقه‌های با تناسب کم و



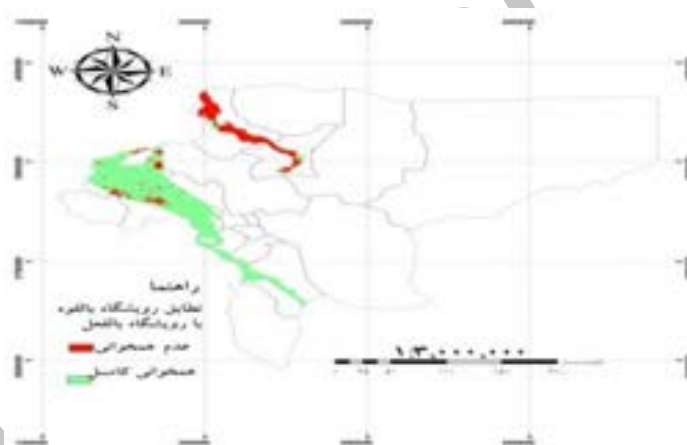
شکل ۶. نقشه رویشگاه بالفعل گون سفید در استان اصفهان (باقرزاده، ۱۳۷۹)

بررسی گردید (جدول ۷). بنا بر این محاسبات، ضریب کاپای نقشه محاسبه شده ۷۸٪ و صحت کلی آن ۸۱٪ می‌باشد که نشان دهنده صحت و دقت بالای نقشه‌های تهیه شده با این روش می‌باشد.

برای این کار ضریب کاپا و صحت کلی نقشه بر اساس آستانه ۶۵٪ تناسب محاسبه شدند. به این صورت که این آستانه مبنای تقسیم نقشه طبقه‌بندی شده به دو گروه حضور و غیاب قرار گرفت و نقشه (باقرزاده، ۱۳۷۹) هم به عنوان نقشه پایه زمینی

جدول ۷. ماتریس خطای نقشه طبقه‌بندی تناسب رویشگاه بر اساس دو کلاس حضور و غیاب

حضور	غیاب	حضور و غیاب به دست آمده
		حضور و غیاب واقعی
۹۷۷۴	۷۸۰۲۷	غیاب
۸۸۹۳	۱۰۳۳۱	حضور



شکل ۷. میزان همخوانی نقشه تولید شده رویشگاه با رویشگاه بالفعل گون سفید در استان اصفهان

سفید در بهترین حالت خود قرار دارد. بنابراین این مکان‌ها به عنوان رویشگاه بهینه این گونه معرفی شده‌اند. مکان‌های ذکر شده با عوامل بارندگی سالانه، جهات شیب غربی و شمالی، اسیدیت، درصد رس، درصد اشباع و مقدار یون پتاسیم خاک رابطه مثبت دارند و عواملی نظیر طول دوره خشکی، ارتفاع از سطح دریا، دمای متوسط سالانه، میزان تبخیر و

### بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که در شکل ۲ مشخص است، ۳۰ مکان مطالعاتی در این پژوهش به ۴ گروه اصلی یا رویشگاه عمده قابل تفکیک هستند که خصوصیات کلی هر یک از رویشگاه‌ها به شرح زیر است:  
الف) در گروه اول که مکان‌های ۲، ۳، ۴، ۱ و ۵ واقع شده‌اند؛ شرایط پوشش تاجی و تراکم گون



است و پارامترهای هدایت الکتریکی خاک، ارتفاع از سطح دریا و ساعات آفتابی در سطح بالاتری از میانگین کل منطقه واقع شده‌اند. مکان‌های ۹، ۲۳ و ۳۰ هم تقریباً در مرکز محورها واقع شده‌اند و از نظر شرایط اکولوژیک حالت بینابینی با سایر مکان‌های مرتعی را دارند.

قسمت عمده بخشی که همپوشانی رویشگاه بالفعل با رویشگاه بالقوه محاسبه شده دیده نمی‌شود در محدوده شهرستان‌های کاشان و نطنز واقع شده است که با توجه به اقلیم گرم و خشک منطقه مذکور نسبت به قسمت‌های غربی استان و خشکسالی‌های ۱۰ سال اخیر که در واقع بلافاصله پس از تهیه نقشه رویشگاه بالفعل اتفاق افتاد، دور از ذهن و غیرمنطقی به نظر نمی‌رسد (شکل ۷). مناطقی که در این مطالعه به عنوان رویشگاه کاملاً مناسب گون سفید در استان معرفی شده‌اند اما در مطالعه قبلی به عنوان رویشگاه بالفعل طبقه‌بندی نشده‌اند هم در این نقشه‌ها قابل شناسایی هستند. دلیل این امر می‌تواند مسائل مختلفی باشد که جدا از تناسب شرایط محیطی بر حضور گون سفید در یک منطقه تاثیرگذار هستند. از مهم‌ترین این عوامل می‌توان به تخریب رویشگاه اشاره کرد. به طوری که از لحاظ محیطی قابلیت حضور گون در منطقه وجود دارد اما به دلیل فشارهایی که از طرف انسان به محیط وارد شده است، مرتع تخریب شده و گون از بین رفته است. فشار انسان بر گون سفید اغلب ناشی از چرای سنگین (که باعث از بین رفتن خاک سطحی و بیرون ماندن ریشه‌های گون می‌شود) و بهره‌برداری بیش از حد کتیرا می‌باشد. علاوه بر این ممکن است محدوده‌ای که از نظر شرایط محیطی به عنوان رویشگاه بالقوه معرفی شده است، از نظر کاربری اراضی در محدوده مراتع قرار نگرفته باشد.

تعرق، درصد شن، مقدار فسفر و درصد سنگ و سنگریزه خاک در این مکان‌ها کمتر از میانگین کل منطقه بوده است.

ب) مکان‌های ۱۳، ۱۱، ۱۴، ۲۵ و ۱۲ در گروه دوم طبقه بندی می‌شوند. این مکان‌ها از لحاظ تراکم بوته‌های گون در شرایط خوبی قرار دارند اما پوشش تاجی این بوته‌ها کوچکتر از میانگین آن در کل منطقه است. این مکان‌های مرتعی در جاهایی واقع شده‌اند که حداقل دما، ماده آلی خاک و شیب منطقه در آن‌ها بیشتر از میانگین کل منطقه بوده و پارامترهای هدایت الکتریکی خاک، ارتفاع از سطح دریا و ساعات آفتابی در سطح پایین‌تری از میانگین کل منطقه واقع شده بودند.

ج) گروه سوم شامل مکان‌های ۷، ۱۰، ۱۷، ۱۵، ۲۰، ۲۴، ۱۶، ۲۷، ۸، ۶، ۲۶ و ۲۸ می‌شود. در این مکان‌ها پوشش تاجی و تراکم گون سفید از میانگین کل منطقه کمتر بوده است. شرایط محیطی در این مکان‌ها با مکان‌های گروه اول کاملاً متفاوت و بر خلاف می‌باشد. به عبارت دیگر این رویشگاه‌ها با عوامل بارندگی سالانه، جهات شیب غربی و شمالی، اسیدیته، درصد رس، درصد اشباع و مقدار یون پتاسیم خاک رابطه منفی دارند و عواملی نظیر طول دوره خشکی، ارتفاع از سطح دریا، دمای متوسط سالانه، میزان تبخیر و تعرق، درصد شن، مقدار فسفر و درصد سنگ و سنگریزه خاک در این مکان‌ها بیشتر از میانگین کل منطقه است.

د) در گروه چهارم که رویشگاه‌های ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲ و ۲۹ در آن واقع شده‌اند، پوشش تاجی گونه مورد مطالعه از مقدار میانگین کل منطقه بیشتر است اما تراکم بوته‌های آن کمتر از مقدار میانگین ثبت شده است. این مکان‌ها دارای شرایط محیطی به شرح زیر می‌باشند: حداقل دما، ماده آلی خاک و شیب منطقه در آن‌ها کمتر از میانگین کل منطقه

در فرآیند AHP هرچه مقایسات دودویی که ورودی مدل هستند دقیق تر و مطمئن تر باشند، خروجی مدل که نقشه‌های پتانسیل می‌باشند هم دقیق تر خواهند بود. بنابراین در این مطالعه به جای استفاده از دانش کارشناسی که معمولا در این گونه تحقیق‌ها از آن استفاده می‌شود و در بسیاری موارد مبنای قابل اعتمادی ندارد و حتی با تکرار پرسشنامه از یک شخص به خصوص، نتایج متفاوتی به دست می‌دهد؛ از دانش داده‌ای برای تکمیل ماتریس مقایسات دوتایی استفاده شد و با توجه به صحت بالایی که از ارزیابی نتایج به دست آمد، روش مذکور کاملا تایید شد. در نتیجه می‌توان روش استفاده از دانش داده‌ای را برای سایر مطالعات اکولوژیک هم پیشنهاد داد و کاربرد مدل AHP را در این گونه مطالعات با دقت و صحت بیشتری پیگیری کرد.

در نهایت با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان خصوصیات رویشگاهی گون سفید در استان اصفهان را به این شرح بیان کرد: این گیاه به بارندگی سالیانه بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر، تعداد روزهای یخبندان حدود ۱۰۰ روز، مقدار شیب حدود ۸ درجه، مقدار پتاسیم خاک ۱۶۰ ppm، ۳۰ درصد رس و ۴۰ درصد شن و مقدار قلیائیت در خاک ۷.۹ نیازمند است تا بتواند بیشترین مقدار تراکم و پوشش تاجی را در مراتع استان اصفهان به دست آورد. این نتایج با نتایج کار (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۸) شباهت‌های زیادی دارد و تفاوت‌های موجود را هم می‌توان به تفاوت مکانی زیستگاه‌ها مربوط دانست (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین (اسدیان و معصومی، ۱۳۷۵) هم در دامنه‌های جنوبی الوند شرایط رویشگاهی به نسبت مشابهی را برای گون سفید معرفی کرده‌اند. البته این شرایط در صورتی کارآمد خواهند بود که مدیریت اعمال شده از طرف مدیران منابع طبیعی هم درست باشد.

به طور کلی در مدل‌های اطلاعات مکانی و به طور خاص در مدل تحلیل سلسله مراتبی، هرچه تعداد متغیرها کمتر و منطقی‌تر باشد، نتیجه دقیق‌تر و خروجی مدل به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود (علی‌اکبری، ۱۳۸۸ و قدسی‌پور، ۱۳۸۵). اهمیت این قضیه آنقدر زیاد است که محققین مختلف بیان کرده‌اند که چنانچه تعداد متغیرها زیاد (بیش از ۱۳ عدد) باشد، عملا کارایی AHP کاهش خواهد یافت. به همین منظور در این پژوهش از روش‌های آماری استفاده شد تا عوامل و متغیرهای غیرضروری تشخیص داده شده و از مدل حذف شدند.

برای تعیین محدوده بهینه فاکتورهای محیطی از شرایط محیطی مکان‌هایی که در آنالیز RDA به عنوان مکان‌های بهینه انتخاب شده بودند، استفاده شد. هرچه تعداد مکان‌هایی که تحت مطالعه قرار می‌گیرند بیشتر باشد، بانک اطلاعاتی غنی‌تر شده، داده‌های اکولوژیک قابلیت اعتماد بیشتری می‌یابند و نتیجه نهایی نیز دقیق‌تر و شبیه‌تر به طبیعت خواهد شد. اما متأسفانه گاهی زمان و هزینه مطالعات است که این امر مهم را تحت تاثیر قرار می‌دهد، پس باید با توجه به زمان و بودجه حداکثر مکان‌های مطالعاتی و با بالاترین تنوع در یک منطقه انتخاب گردد تا کلیه شرایط اکولوژیک پوشش داده شده و ارتباط شرایط مختلف محیطی موجود در یک منطقه با یک گونه خاص بررسی گردد. در مطالعه حاضر تعداد ۳۰ منطقه در ۱۰ شهرستان از استان برای بررسی ارتباط شرایط محیطی با خصوصیات پوشش گیاهی انتخاب شدند. در نتیجه هم از نظر تعداد و هم از نظر پراکندگی مکانی نقاط، نحوه نمونه‌برداری این مطالعه کاملا منطقی و مناسب می‌باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این مقاله می‌توان گون سفید را گیاهی زیاد شونده در مراتع استان قلمداد کرد که در مراحل میانی توالی دیده می‌شود.

## منابع

- اسدیان، ق.، ع. ا. معصومی. ۱۳۷۶، "آتاکولوژی گونه‌های مولد کتیرا و نحوه بهره‌برداری در دامنه جنوبی الوند همدان". *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد چهارم، شماره ۱، ص ۳۱-۲۱.
- باقرزاده، ک. ۱۳۷۹، "گزارش نهایی طرح ملی تحقیقاتی شناسایی و تعیین گونه‌های مولد کتیرا در استان اصفهان"، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان اصفهان.
- باقرزاده، ک.، آ. میرطالبی. ۱۳۸۴، "طرح بهره‌برداری کتیرای مراتع سلطان خلیل و آینه‌قروی شهرستان شهرضا". اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور.
- برهانی، م.، م. بصیری، م. ر. وهابی. ۱۳۸۰، "مقایسه روش‌های برآورد پوشش و تراکم درمنه‌زارهای استپی استان اصفهان"، *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، جلد هشتم، شماره ۲، ص ۱۶۴-۱۴۵.
- خورشیددوست، ع. م.، ز. عادل. ۱۳۸۸، "استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب)"، *محیط شناسی*، سال ۳۵، شماره ۵۰، ص ۳۲-۲۷.
- زبردست، ا. ۱۳۸۰، "کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای"، *هنرهای زیبا*، شماره ۱۰، ص ۲۲-۱۳.
- صادقی‌روش، م. ح.، ح. احمدی، غ. زهتابیان، م. طهمورث. ۱۳۸۹، "کاربرد فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP) در ارزیابی راهبردهای بیابان‌زدایی (مطالعه موردی: منطقه خضراآباد یزد)". *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، شماره ۱، ص ۵۰-۳۵.
- علی اکبری، م. ۱۳۸۸، "تعیین رویشگاه دو گونه مرتعی *A. verus*, *Ag. trichophorum* با استفاده از تلفیق سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در منطقه کرچمبوی جنوبی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- علی اکبری، م.، جعفری، ر.، وهابی، م. ر.، سعادت‌فر، ا. ۱۳۸۹، "تعیین رویشگاه بالقوه گونه گون زرد با استفاده از GIS و سنجش از دور"، *کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی*، شماره ۱، ص ۲۹-۱۵.
- علی‌جانی، ب.، ر. دوستان. ۱۳۸۵، "تعیین نواحی مستعد کشت زرشک در استان خراسان جنوبی"، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای*، شماره ۸، ص ۳۲-۱۳.
- فتاحی، ب.، ش. آقابگی، ع. ایلدرمی، م. ملکی، ج. حسنی، ط. ثابت پور. ۱۳۸۸، "بررسی برخی عوامل محیطی موثر بر رویشگاه گون سفید (*Astragalus gossypinus*) در مراتع کوهستانی زاگرس (مطالعه موردی: مراتع گله بر استان همدان)". *مجله مرتع، سال سوم*، شماره دوم، ص ۲۱۶-۲۰۳.
- قدسی پور، ح. ۱۳۸۵، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"، انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

محمدیان، ف.، م. شاهنوشی، م. قربانی، ح. عاقل. ۱۳۸۸، "انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی بر اساس AHP". *مجله دانش کشاورزی پایدار*، جلد ۱۹.۱، شماره ۱، ص ۱۸۷-۱۷۱.

معصومی، ع.ا. ۱۳۷۹، "گون‌های ایران". *موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع*.

وهابی، م.ر.، م. بصیری، م.ر. مقدم، ع.ا. معصومی. ۱۳۸۵، "تعیین شاخص‌های رویشگاهی موثر برای ارزیابی گون زارهای کتیرایی در استان اصفهان". *نشریه دانشکده منابع طبیعی*، جلد ۵۹، شماره ۴، ص ۱۰۲۹-۱۰۱۳.

**Cottam, G. and J.T. Curtis.** 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37:451-460.

**Daubenmire, R. F.** 1947, *Plant and Environment, A text book of autecology*, John Wiley & sons, New York.

**Kent, M. and P. Corer.** 1992. *Vegetation Description and analysis*, Bel haven Press, London.

**Oswald, M.** 2004. "Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS", *Computers & Geosciences*, Vol. 30, No. 4, pp. 637-646.

**Saaty, T. L.** 2008, "Decision making with the analytic hierarchy process", *International journal of service science*, Vol. 1, No. 1, pp. 83-98.

**Williams, A. K.** 2003, "The influence of probability of detection when modeling species occurrence using GIS and survey data", *Journal of Virginia polytechnic institute and state university*, Vol. 3, No. 1, pp. 57-79.

**Yaghmaei, L., S. Soltani, and M. Khodaghali.** 2008, "Bioclimatic classification of Isfahan province using multivariate statistical methods", *Int. J. Climatol.*, Vol. 121, No., pp. 134-146.