

## بررسی خواقلمی گونه *Bromus tomentellus* (علف پشمکی) در استان اصفهان

راضیه صبوچی و مرتضی خداقلی<sup>\*۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲۱)

### چکیده

گونه *Bromus tomentellus* (علف پشمکی) یکی از گونه‌های مقاوم به خشکی می‌باشد که به نسبت از گسترش و توسعه زیادی در استان اصفهان برخوردار است، بنابراین در این پژوهش برخی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی مؤثر بر پراکنش این گونه مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی ۱۷ متغیر اقلیمی در بازه زمانی سالانه از ۴۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و کلیماتولوژی وابسته به سازمان هواشناسی کشور در داخل و مناطق مجاور استان اصفهان انتخاب گردید و جهت کاهش تعداد متغیرها و تعیین عوامل مؤثر از تحلیل عاملی به روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی با دوران واریماکس استفاده شد، سپس متوسط امتیازات عاملی در رویشگاه‌های این گونه و نواحی فاقد آن محاسبه و توزیع فضایی امتیازات عاملی در محیط Surfer ver8 ترسیم گردید. نتایج تحلیل عاملی سه عامل بارش، دما و باد و ساعات آفتابی را شناسایی کرد که این عوامل به ترتیب ۶۹/۷۰، ۱۱/۹۸ و ۱۰/۱۴ درصد و در مجموع ۹۲ درصد واریانس داده‌ها را شامل می‌شوند، هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که دو عامل بارش و دمای سرمایشی از مهم‌ترین عوامل بر حضور این گونه به صورت غالب و همراه می‌باشد و عامل باد و ساعات آفتابی کمترین تأثیر را بر آن دارد. به‌طورکلی می‌توان اقلیم رویشی گونه علف پشمکی در استان اصفهان را در منطقه رویشی نیمه‌استپی شهرستان‌های فریدن، فریدون‌شهر، سمیرم، گلپایگان، خوانسار، میمه تا حوالی شهرضا و ارتفاعات استپی شهرستان‌های نطنز و کاشان نام برد.

واژه‌های کلیدی: *Bromus tomentellus* (علف پشمکی)، عوامل اقلیمی، تحلیل عاملی، استان اصفهان

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m\_khodagholi@yahoo.com

## مقدمه

مراعات نیمه‌استپی استان اصفهان با ویژگی‌هایی چون بارش بیش از ۳۰۰ میلی‌متر، تبخیر و تعرق نسبتاً کم و غنای گونه‌ای چشمگیر و در مجموع پتانسیل رویشی بسیار زیاد از سایر مناطق رویشی استان متمایز می‌شوند (۸). این مراعات اگر چه کمتر از ۱۳/۲ درصد از مساحت استان اصفهان را تشکیل می‌دهند، ولی بیش از ۷۵ درصد دام استان را تعریف می‌کنند (۳). یکی از گونه‌های پایا و مقاوم به شدت چرای زیاد در این مراعات که از تولید قابل توجهی برخوردار است، گونه *Bromus tomentellus* Boiss (علف پشمکی) می‌باشد. این گونه از خانواده Poaceae، گیاهی چندساله و پایاست (۱۹) و دارای ریشه‌های قوی با ساقه‌های شکننده که قسمت اعظم برگ‌ها در پایین ساقه مجتمع بوده و روی خاک را می‌پوشاند (شکل ۱) (۲۰)، بنابراین با توجه به نقش این گونه در حفاظت خاک، جایگاه ارزشمندی در عرصه منابع طبیعی تجدید شونده دارد. انتشار آن در ایران از ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۳۶۰۰ متر، با بیشترین فراوانی و تراکم در دامنه‌های ۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر عنوان شده و میزان بارندگی در مناطق پراکنش آن معمولاً از ۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر است (۱). در مطالعه‌های امیری و همکاران نشان دادند، گونه *Bromus tomentellus* از اهمیت خاصی در حفظ و احیای مراعات برخوردار می‌باشد و علوفه این گونه از ارزش رجحانی بالایی برخوردار بوده است (۲). هم‌چنین بررسی‌های کریمی و آریاوند بیانگر آن می‌باشد که *Bromus tomentellus* یک گیاه نیمه‌مقاوم و نیمه‌حساس در مقابل شوری است و مکانیسم مقاومت به شوری آن از طریق ریزش برگ‌های مسن‌تر صورت می‌گیرد (۱۷).

پهنه‌بندی اقلیمی یعنی تفکیک و گروه‌بندی مناطق با ویژگی‌های اقلیمی مشابه از دیر باز مورد توجه انسان بوده است (۵) و پوشش گیاهی نقش مهمی را در پهنه‌بندی اقلیمی دارد. در واقع می‌تواند به‌عنوان مجموعه‌ای از الگوهای اقلیمی و توپوگرافی مختلف باشد، بنابراین می‌توان از تطبیق نقشه‌های پوشش گیاهی و اقلیم بر یکدیگر برای شناسایی مناطق

بیوکلیماتیک استفاده نمود (21). در سال‌های اخیر در ایران پژوهش‌هایی در ارتباط با تأثیر عوامل اقلیمی بر گسترش تیپ‌های گیاهی انجام یافته است. حشمتی به منظور دستیابی به روابط عوامل محیطی (اقلیم، خاک و پستی و بلندی) و استقرار و گسترش تیپ‌های پوشش گیاهی مرتعی روی زمین‌های شمال و شمال شرق استان گلستان از روش‌های آنالیز چند متغیره استفاده نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل محیطی بر استقرار و پراکنش موزاییکی جوامع گیاهی مؤثر است و مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تفکیک جوامع گیاهی عمق آب زیرزمینی، جهت پستی و بلندی و شوری خاک می‌باشند (۶). خداقلی و همکاران تغییرات مکانی ۶۳ متغیر اقلیمی که از نظر رستنی‌های طبیعی اهمیت دارند را با استفاده از تجزیه عاملی و تحلیل خوشه‌ای در حوضه زاینده‌رود بررسی نمودند و هشت پهنه اقلیم رویشی را تفکیک کردند و نشان دادند که عوامل بارش، دمای گرمایشی، جهت و سرعت باد، بارش تابستانه و غبار در مجموع ۹۵/۹۵ درصد پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند (۱۰).

زارع چاهوکی و همکاران به بررسی مهم‌ترین فاکتورهای محیطی در حضور گونه‌های گیاهی در منطقه پشت کوه یزد پرداختند و به این منظور از روش تحلیل چند متغیره و از داده‌های گیاهی، توپوگرافی، اقلیم و خاک استفاده نمودند و به این نتیجه رسیدند که ارتباط ویژه‌ای بین پراکنش تیپ‌های مختلف رویشی و ویژگی‌های خاک وجود دارد (27). ارتباط بین جوامع گیاهی و متغیرهای محیطی توسط تقی‌زاده و همکاران در منطقه خضرآباد مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه ماتریس داده‌های فاکتورهای محیطی و نوع گونه گیاهی با استفاده از PC-ORD تهیه شد و نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis (PCA) نشان داد که در منطقه مورد مطالعه در میان فاکتورهای محیطی مختلف، پراکنش نوع گونه همبستگی بیشتری با بافت خاک شور و سدیمی دارد (26). فاطمی و همکاران به روش تحلیل عاملی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رویش گونه قیچ را در استان اصفهان



شکل ۱. گونه *Bromus tomentellus* یا علف پشمکی

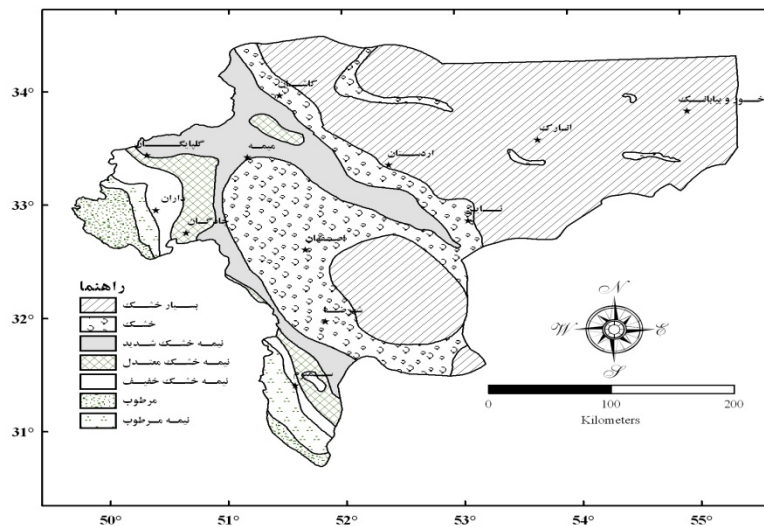
کلاس‌ها در شمال و مناطق بالادست نشان‌دهنده تنوع زیستگاه در این مناطق بود (24). هدف مطالعه حاضر بررسی خُواقلمی گونه *Bromus tomentellus* و تعیین عوامل اقلیمی مؤثر بر گسترش آن در استان اصفهان با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد بررسی

استان اصفهان با وسعت ۱۰۶۱۷۹ کیلومترمربع، حدود ۶/۴۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. این استان بین ۳۰°۴۲' تا ۳۴°۳۰' عرض شمالی و ۴۹°۳۶' تا ۵۵°۰۰' طول شرقی در ایران مرکزی قرار دارد. ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه از ۷۰۷ تا ۲۳۵۰ متر متغیر می‌باشد. استان دارای تنوع آب و هوایی بوده و میزان بارش و دما تابع وضعیت توپوگرافی منطقه است. میانگین دمای هوا از غرب به شرق افزایش می‌یابد. این میانگین در ارتفاعات حدود ۴ درجه سلیسیوس و در نواحی شرقی حدود ۲۲ درجه می‌باشد. میانگین بارش سالانه استان بین ۱۳۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات غربی و ۶۰ میلی‌متر در نواحی پست شرقی و شمال شرقی متغیر است. در مجموع میانگین بارندگی حدود ۱۲۰ میلی‌متر است (۷). هم‌چنین براساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن (شکل ۲) اقلیم استان اصفهان به‌جز در مناطق غرب و جنوب، خشک و نیمه خشک می‌باشد.

مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند چهار عامل دمای سرمایشی، بارش، ابرناکی و باد در حدود ۸۴ درصد تغییرات را نشان می‌دهند و عامل دمای سرمایشی از بالاترین امتیاز برخوردار است (۱۵)، هم‌چنین پاکزاد و همکاران (۴) عوامل مؤثر بر پراکنش گونه گون‌گزی را در استان اصفهان مطالعه و نشان دادند که سه عامل دما، بارش، تابش و باد به ترتیب ۴۷/۴، ۳۰/۰، ۱۲/۸ درصد و در کل ۹۰/۲ درصد پراش متغیرهای اولیه اقلیم رویشی استان اصفهان را بیان می‌کند. در سطح جهانی بررسی‌هایی انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به بررسی پیندا مارتینز و همکاران (25) در مکزیک اشاره نمود که با استفاده از آمار دما و بارش ماهانه ۱۷۳ ایستگاه هواشناسی و روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به طبقه‌بندی اقلیمی با استفاده از سیستم کوپن پرداختند. نتایج روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان‌دهنده منطقه‌ای مطابق با خصوصیات توپوگرافی و پوشش گیاهی بود که تفاوت زون‌های زیست اقلیمی در ارتباط با نوع پوشش گیاهی می‌باشد، هم‌چنین بررسی دیگری در منطقه‌ای در ایرلند توسط هوسل و همکارانش (۲۴) انجام یافته که ایشان با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ایرلند را طبقه‌بندی زیست اقلیمی نمودند. این طبقه‌بندی مشخص نمود که متغیرهای اصلی زیست محیطی در ارتباط با بارش، میانگین دما و رشد فصلی، سرعت باد و قدرت خشکی هوا می‌باشد. تعداد



شکل ۲. طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن استان اصفهان

## مواد

ارزش و دقت اطلاعات و دانسته‌های اقلیمی با طول دوره آماری رابطه مستقیم دارد، یعنی هر قدر دوره آماری مورد مطالعه بیشتر باشد دقت کار بیشتر و نتیجه بررسی به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود. طول دوره آماری مورد بررسی از بدو تأسیس تا سال ۲۰۰۸ می‌باشد. در این مطالعه داده‌های ۱۷ متغیر اقلیمی در ۴۳ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک و کلیماتولوژی وابسته به سازمان هواشناسی کشور در داخل و مناطق مجاور استان اصفهان در بازه زمانی سالانه و بارش به تفکیک فصلی نیز انتخاب گردید (جدول ۱). متغیرهای اقلیمی انتخابی در جدول ۲ آورده شده است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رویش این گونه مؤثرند، به‌طوری‌که می‌توانند خواص اقلیمی این گونه را در رویشگاه‌ها بازگو کنند. هم‌چنین مطالعات قبلی از جمله خداحلی، پاکزاد و فاطمی نیز از این متغیرها به‌عنوان ورودی داده‌ها استفاده کرده‌اند.

## روش‌ها

با توجه به این‌که داده‌های استفاده شده از ایستگاه‌های هواشناسی به‌صورت نقطه‌ای می‌باشد، بنابراین جهت تبدیل آن به یک پهنه متناسب با فواصل ایستگاه‌ها و تغییرات مکانی

متغیرهای انتخابی شبکه‌ای به ابعاد  $14 \times 14$  کیلومتر بر روی منطقه گسترانیده و با کمک روش میانبایی کریجینگ داده‌های نقطه‌ای به پهنه‌ای تبدیل شد. تخمین‌گر کریجینگ یکی از مهم‌ترین تخمین‌گرهای خطی نااریب است، زیرا اولاً بدون خطای سیستماتیک می‌باشد و ثانیاً پراش تخمین آن حداقل است. لازمه برقراری شرط اول، صفر بودن میانگین خطای تخمین است. از دیگر ویژگی‌های مدل کریجینگ هموارسازی یا نرم شدن تغییرات هنگام میانبایی است. بدین معنی که پراش نمونه‌های تخمین زده شده نسبت به نقاط واقعی، تغییرات کمتری دارد (23) و این ویژگی می‌تواند سبب افزایش تطابق نقشه‌های استخراجی از تحلیل‌های عاملی و مناطق رویشی این گونه در مطالعات گونه‌های گیاهی عرصه‌های طبیعی که معمولاً از دامنه بالایی برخوردارند، شود. در نهایت ماتریسی با ۱۷ متغیر (ستون) و ۵۷۰ مکان (ردیف) در استان اصفهان ایجاد گردید و ۵۷۰ نقطه مکانی که در داخل استان واقع شده بود به‌عنوان ورودی تحلیل عاملی (Factor Analyses) مورد استفاده قرار گرفت.

جهت کاهش تعداد متغیرها و مشخص نمودن خواص اقلیمی گونه علف پشمکی از روش آماری تحلیل عاملی به روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس در نرم‌افزار

جدول ۱. موقعیت ایستگاه‌های کلیماتولوژی و سینوپتیک مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	طول دوره آماری	ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	طول دوره آماری
۱	آباده	۵۲° ۴۰'	۳۱° ۱۱'	۱۹۹۷-۲۰۰۸	۲۳	سمنان	۵۳° ۳۳'	۳۵° ۳۵'	۱۹۶۵-۲۰۰۸
۲	ایبانه	۵۱° ۳۵'	۳۳° ۳۴'	۱۹۷۸-۲۰۰۸	۲۴	سینگرد	۵۰° ۲۶'	۳۲° ۴۷'	۱۹۷۶-۲۰۰۸
۳	اردستان	۵۲° ۲۳'	۳۳° ۲۳'	۱۹۹۲-۲۰۰۸	۲۵	شرق اصفهان	۵۱° ۵۲'	۳۲° ۴۰'	۱۹۷۶-۲۰۰۸
۴	ازنا	۴۹° ۲۵'	۳۳° ۲۷'	۲۰۰۰-۲۰۰۸	۲۶	شهرضا	۵۱° ۵۰'	۳۱° ۵۹'	۱۹۹۳-۲۰۰۸
۵	اصفهان	۵۱° ۴۰'	۳۲° ۳۷'	۱۹۵۱-۲۰۰۸	۲۷	شهرکرد	۵۰° ۵۱'	۳۲° ۱۷'	۱۹۵۵-۲۰۰۸
۶	الیگودرز	۴۹° ۴۲'	۳۳° ۲۴'	۱۹۸۶-۲۰۰۸	۲۸	طیس	۵۶° ۵۵'	۳۳° ۳۶'	۱۹۶۰-۲۰۰۸
۷	امام قیس	۵۱° ۲۱'	۳۱° ۴۴'	۱۹۶۶-۲۰۰۸	۲۹	عدالت	۵۰° ۵۶'	۳۱° ۵۳'	۱۹۷۲-۲۰۰۸
۸	بادیجان	۵۰° ۲۰'	۳۳° ۵'	۱۹۷۶-۲۰۰۸	۳۰	عدل	۵۱° ۳'	۳۲° ۴'	۱۹۷۲-۲۰۰۸
۹	بروجن	۵۱° ۱۸'	۳۱° ۵۷'	۱۹۸۸-۲۰۰۸	۳۱	قم	۵۰° ۵۱'	۳۴° ۴۲'	۱۹۸۶-۲۰۰۸
۱۰	بلان	۵۲° ۵۴'	۳۲° ۵۴'	۱۹۸۳-۲۰۰۸	۳۲	کاشان	۶۱° ۱۲'	۲۸° ۱۳'	۱۹۸۶-۲۰۰۸
۱۱	بیارجمند	۵۵° ۵۰'	۳۶° ۳'	۱۹۹۲-۲۰۰۸	۳۳	کبوترآباد	۵۱° ۵۱'	۳۲° ۳۱'	۱۹۸۷-۲۰۰۸
۱۲	بیاضه	۵۵° ۲۰'	۳۳° ۲۰'	۱۹۶۸-۲۰۰۸	۳۴	کوه‌رنگ	۵۰° ۷'	۳۲° ۲۶'	۱۹۸۷-۲۰۰۸
۱۳	پالایشگاه اصفهان	۵۱° ۳۳'	۳۲° ۴۳'	۱۹۸۴-۲۰۰۸	۳۵	گرمسار	۵۲° ۱۶'	۳۵° ۱۲'	۱۹۸۶-۲۰۰۸
۱۴	پل زمان خان	۵۰° ۵۴'	۳۲° ۲۹'	۱۹۶۶-۲۰۰۸	۳۶	گلپایگان	۵۰° ۱۷'	۳۳° ۲۸'	۱۹۹۲-۲۰۰۸
۱۵	جنگل‌بانی - بادرود - نطنز	۵۲° ۰'	۳۳° ۴۲'	۱۹۷۴-۲۰۰۸	۳۷	میمه	۵۱° ۱۰'	۳۳° ۲۶'	۱۹۹۹-۲۰۰۸
۱۶	چادگان	۵۰° ۳۸'	۳۲° ۴۶'	۱۹۷۴-۲۰۰۸	۳۸	نابین	۵۳° ۵'	۳۲° ۵۱'	۱۹۹۲-۲۰۰۸
۱۷	خمین	۵۰° ۵'	۳۳° ۲۹'	۲۰۰۱-۲۰۰۸	۳۹	نطنز	۵۱° ۵۴'	۳۳° ۳۲'	۱۹۹۲-۲۰۰۸
۱۸	خوانسار	۵۰° ۱۹'	۳۳° ۱۴'	۱۹۶۷-۲۰۰۸	۴۰	ورزنه	۵۲° ۳۷'	۳۲° ۲۴'	۱۹۶۶-۲۰۰۸
۱۹	خور و بیابانک	۵۵° ۵۰'	۳۳° ۴۷'	۱۹۸۶-۲۰۰۸	۴۱	همگین	۵۱° ۲۷'	۳۱° ۵۵'	۱۹۶۶-۲۰۰۸
۲۰	داران	۵۰° ۲۲'	۳۲° ۵۸'	۱۹۸۹-۲۰۰۸	۴۲	ياسوج	۵۱° ۴۱'	۳۰° ۵۰'	۱۹۸۷-۲۰۰۸
۲۱	دامنه - فریدن	۵۰° ۲۹'	۳۳° ۱'	۱۹۶۶-۲۰۰۸	۴۳	یزد	۵۴° ۱۷'	۳۱° ۵۴'	۱۹۵۲-۲۰۰۸
۲۲	رباط پشت بادام	۵۵° ۳۳'	۳۳° ۲'	۱۹۹۲-۲۰۰۸					

جدول ۲. داده‌های جمع‌آوری شده جهت تعیین عوامل مؤثر بر رویش گونه *Bromus tomentellus* Boiss

متغیرها	واحد	نام متغیر
تعداد روزهای یخبندان سالانه	روز	X <sub>1</sub>
تعداد روزهای برفی	روز	X <sub>2</sub>
مقدار تبخیر سالانه	میلی‌متر	X <sub>3</sub>
میانگین رطوبت نسبی سالانه	درصد	X <sub>4</sub>
میانگین دمای حداکثر سالانه	درجه	X <sub>5</sub>
میانگین دمای حداقل سالانه	درجه	X <sub>6</sub>
میانگین دمای سالانه	درجه	X <sub>7</sub>
تعداد روزهای بارانی	روز	X <sub>8</sub>
تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۵ میلی‌متر	روز	X <sub>9</sub>
تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر	روز	X <sub>10</sub>
متوسط بارش سالانه	میلی‌متر	X <sub>11</sub>
متوسط بارش بهاره	میلی‌متر	X <sub>12</sub>
متوسط بارش تابستانه	میلی‌متر	X <sub>13</sub>
متوسط بارش پاییزه	میلی‌متر	X <sub>14</sub>
متوسط بارش زمستانه	میلی‌متر	X <sub>15</sub>
ساعات‌های آفتابی	ساعت	X <sub>16</sub>
متوسط سرعت باد	نات	X <sub>17</sub>

اگر  $0/9 < KMO < 0/8$  تجزیه به عامل‌ها بسیار مفید است. اگر  $KMO < 0/5$  باشد در آن صورت تجزیه به عامل‌ها مفید نخواهد بود.

سپس نقشه پوشش گیاهی منطقه که با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ در قالب طرح ملی شناخت مناطق اکولوژیک و توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شده، با نقشه فاکتورها انطباق داده شد و متوسط عوامل استخراج شده از تحلیل عاملی در مناطق پراکنش تیپ‌های مختلف گونه *Bromus tomentellus* تعیین شد.

### نتایج

همان‌طور که ذکر گردید به منظور بررسی کارایی روش تجزیه عاملی، اولین مرحله، روش کنترل صحت با استفاده از ضریب KMO می‌باشد. ضریب KMO حاصله از داده‌های مورد مطالعه در این بررسی برابر ۰/۸۱ می‌باشد و فرشادفر به نقل از کایزر

Spss ver 16 استفاده گردید. نتیجه روش تحلیل عاملی در ماتریس، یکی بار عاملی (Factor loading matrix) است که همبستگی بین متغیرهای اقلیمی را در هر فاکتور نشان می‌دهد و دیگری ماتریس امتیاز عاملی (Factor score matrix) که الگوی مکانی عوامل استخراج شده را در سطح منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد. ماتریس امتیاز عاملی جهت ترسیم نقشه عامل‌ها در Surfer ver8 استفاده شد. هم‌چنین به منظور بررسی کارایی روش تجزیه عاملی، ضریب KMO (Kaiser-Mayer-Olkin) محاسبه گردید. این ضریب با فرمول زیر به دست می‌آید (۱۶).

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}$$

در این رابطه  $r_{ij}$  ضریب همبستگی بین متغیرهای  $i$  و  $j$  که دو عنصر از بردار  $X$  و  $Y$  هستند و  $a_{ij}$  ضریب همبستگی جزئی بین متغیرهای  $i$  و  $j$  است. کایزر مقدار KMO را به صورت زیر تقسیم نمود.

اگر  $KMO \geq 0/9$  تجزیه به عامل‌ها بسیار مفید است.

جدول ۳. همبستگی ۱۷ متغیر اقلیمی در ایستگاه‌های منتخب در استان اصفهان

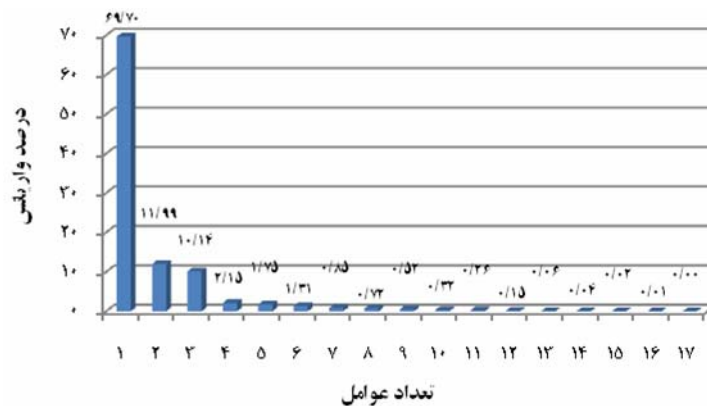
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>
X <sub>1</sub>	۱/۰	۰/۷	-	۰/۸۲	۰/۸۷	-	-	۰/۳۹	۰/۶۹	۰/۶۲	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۷۶	۰/۵۸	۰/۴۸	-۰/۲۵	۰/۳۱
X <sub>2</sub>	۰/۷۱	۱/۰	-	۰/۶۶	-	-	-	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۶۹	۰/۸۴	۰/۷۶	-۰/۳۴	۰/۲۸
X <sub>3</sub>	۰/۸۱	-	۱/۰	۰/۶۲	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-۰/۰۸	-
X <sub>4</sub>	۰/۸۲	۰/۶۶	۰/۶۲	۱/۰	-	-	-	۰/۴۷	۰/۷۸	۰/۷۲	۰/۵۸	۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۵۸	-۰/۴۸	-
X <sub>5</sub>	۰/۸۷	-	۰/۸۳	۰/۸۵	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۹۷	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲۸	-
X <sub>6</sub>	۰/۹۹	-	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۹۱	۱/۰	۰/۹۴	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲۴	-
X <sub>7</sub>	۰/۹۱	-	۰/۸۷	-	۰/۹۷	۰/۹۴	۱/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲۱	-
X <sub>8</sub>	۰/۳۹	۰/۸	۰/۵۲	۰/۴۷	-	-	-	۱/۰	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۵۵	۰/۸۶	۰/۸۴	-۰/۳۳	۰/۱۵
X <sub>9</sub>	۰/۶۹	۰/۹	-	۰/۷۸	-	-	-	۰/۸۵	۱/۰	۰/۹۸	۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۷۶	۰/۹۲	۰/۸۷	-۰/۴۲	۰/۱۳
X <sub>10</sub>	۰/۶۲	۰/۹	-	۰/۷۲	-	-	-	۰/۸۸	۰/۹۸	۱/۰	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۹۲	-۰/۳۲	۰/۱۹
X <sub>11</sub>	۰/۵۳	۰/۸۷	-	۰/۵۸	۰/۷۱	-	-	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۹۱	۱/۰	۰/۸۹	۰/۵۶	۰/۹۲	۰/۹۰	-۰/۲۵	۰/۲۷
X <sub>12</sub>	۰/۶۵	۰/۹۲	-	۰/۶۷	-	-	-	۰/۸۲	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۹	۱/۰	۰/۷۴	۰/۹۲	۰/۸۸	-	۰/۱۷
X <sub>13</sub>	۰/۷۶	۰/۶۹	-	۰/۷۶	-	-	-	۰/۵۵	۰/۷۶	۰/۷۰	۰/۵۶	۰/۷۴	۱/۰	۰/۶۶	۰/۵۹	-۰/۳۳	۰/۰۸
X <sub>14</sub>	۰/۵۸	۰/۸۴	-	۰/۶۵	-	-	-	۰/۸۶	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۶۶	۱/۰	۰/۹۸	-۰/۲۷	۰/۲۵
X <sub>15</sub>	۰/۴۸	۰/۷۶	-	۰/۵۸	-	-	-	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۵۹	۰/۹۸	۱/۰	-۰/۲۳	۰/۲۱
X <sub>16</sub>	۰/۲۵	۰/۳۴	-	-	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۱	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۰۰	۰/۶۴
X <sub>17</sub>	۰/۳۱	۰/۲۸	-	-	-	-	-	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۶۴	۱/۰

ماتریس بار عاملی تشکیل گردید که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد در مؤلفه اول متغیرهای تعداد روزهای برفی (X<sub>1</sub>)، تعداد روزهای بارانی (X<sub>8</sub>)، تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۵ میلی‌متر (X<sub>9</sub>)، تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر (X<sub>10</sub>)، متوسط بارش سالانه (X<sub>11</sub>)، متوسط بارش بهاره (X<sub>12</sub>)، متوسط بارش پاییزه (X<sub>14</sub>) و متوسط بارش زمستانه (X<sub>15</sub>) از همبستگی زیادتری برخوردار می‌باشد و حدود ۷۰ درصد از سهم واریانس متغیرها را شامل می‌شود. به دلیل همبستگی قوی بالاتر از ۰/۷ متغیرهای بارش با این عامل، نامگذاری آن به صورت عامل بارش صورت گرفت. در مؤلفه دوم، متغیرهای تعداد روزهای یخبندان (X<sub>1</sub>)، مقدار تبخیر سالانه (X<sub>3</sub>)، میانگین رطوبت نسبی سالانه (X<sub>4</sub>)، میانگین حداکثر دمای سالانه (X<sub>5</sub>)، میانگین حداقل دمای سالانه (X<sub>6</sub>)، میانگین دمای سالانه (X<sub>7</sub>) و متوسط بارش تابستانه (X<sub>13</sub>) از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و حدود ۱۲ درصد از سهم واریانس متغیرها را شامل می‌شود، با توجه به این‌که کلیه متغیرهای دمایی با همبستگی منفی در زیر گروه این

(۱۵) ضریب KMO از ۰/۸ تا ۰/۹ را خوب ارزیابی می‌کند، هم‌چنین در جدول ۳ مقادیر همبستگی ۱۷ متغیر اقلیمی نشان داده شده است. با توجه به این‌که متغیرهای اقلیمی در بین خود از همبستگی بالایی برخوردارند (۱۴)، بنابراین کارایی روش تحلیل عاملی تأیید می‌شود. در جدول ۴ مقادیر ویژه، سهم واریانس و درصد واریانس تجمعی حاصل از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داده شده است. مطابق با این جدول و شکل ۳، سه مؤلفه اول از مقادیر ویژه بیش از ۱ برخوردار بوده که در حدود ۹۲ درصد واریانس داده‌ها را شامل می‌شوند، هم‌چنین عامل اول ۶۹/۷ درصد تغییرات را بازگو می‌کند و نسبت به عامل دوم اختلاف قابل توجهی در درصد واریانس نشان می‌دهد. عامل دوم و سوم به ترتیب ۱۱/۹۸ و ۱۰/۱۴ درصد و پس از آن اختلاف سهم واریانس کاهش یافته و از عامل چهارم سهم واریانس ویژه کمتر از ۱ شده، در حقیقت ارزش آن از ارزش متغیرهای اولیه کمتر شده، بنابراین در تجزیه و تحلیل‌های بعدی حذف شدند. با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس

جدول ۴. مقادیر ویژه، سهم واریانس و درصد واریانس تجمعی سه مؤلفه

عاملها	۱	۲	۳
مقادیر ویژه	۱۱/۸	۲/۰	۱/۷
سهم واریانس	۶۹/۷	۱۱/۹	۱۰/۱
درصد تجمعی واریانس تجمعی	۶۹/۷	۸۱/۷	۹۱/۸



شکل ۳. تغییرات درصد واریانس در ۱۷ عامل مورد مطالعه

سطح استان امتیاز عاملی بارش آنها کمتر از ۰/۷ می باشد. شکل ۵ تغییرات مکانی عامل دوم یعنی دما را نشان می دهد. اگرچه در این زیرگروه متغیرهای دمایی قرار گرفته اند، اما متغیرهای سرمایشی همبستگی بالاتری نسبت به متغیرهای دیگر دارند به طوری که همبستگی با پارامتر تبخیر پتانسیل سالانه منفی و با روزهای یخبندان مثبت می باشد. تغییرات مکانی این عامل از ۱/۵- در مناطق شرقی در محدوده خور و بیابانک تا ۱/۷ در منطقه مرکزی به سمت غرب مشاهده گردید. هم چنین منحنی ۰/۷ بخش های مرکزی و جنوب شرقی و غرب شامل مناطق مرکزی اصفهان، شهرضا، میمه، چادگان، داران و گلپایگان را از نواحی دیگر جدا می نماید.

عامل باد و ساعات آفتابی شامل متغیرهای مربوط به سرعت باد و تعداد ساعات های آفتابی است. کمترین امتیاز این عامل ۲/۹- مربوط به حوالی ایستگاه کاشان و بیشترین مقدار آن برابر با ۱/۹ می باشد که در منطقه جنوب شرقی می باشد، بنابراین همان طور که مشخص است نواحی شمالی منطقه دارای سرعت باد کمتر و به سمت مناطق جنوب شرقی و شرق بر مقدار

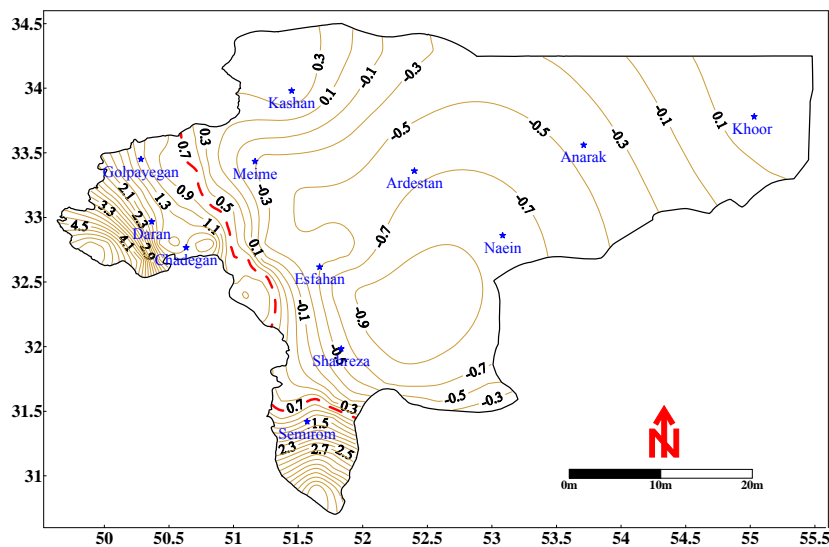
عامل قرار گرفته اند، این عامل به نام عامل دمای سرمایشی نام گذاری شد و در مؤلفه سوم که متغیرهای ساعت آفتابی ( $X_{16}$ ) و متوسط سرعت باد ( $X_{17}$ ) سهم بیشتری دارند در حدود ۱۰ درصد واریانس متغیرها را نشان می دهند و این عامل به نام عامل باد و ساعات آفتابی نامیده شد.

شکل ۴ تغییرات مکانی عامل بارش را در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد. همان طور که مشخص است کمترین مقدار این عامل ۰/۹- می باشد که در ناحیه جنوب شرقی و بیشترین مقدار آن ۵/۳۶ می باشد که در مناطق غربی در محدوده منطقه کوهرنگ مشاهده گردید، هوسل و همکاران (24) و خداقلی و همکاران (۱۰) منحنی ۰/۷ را مرز تفکیک در نظر گرفته و معتقدند که مناطق با امتیاز بیش از ۰/۷ مناطقی است که عامل مربوطه نسبت به سایر عوامل استیلا داشته و نمود اقلیم منطقه از این عامل ناشی می شود. در این بررسی منحنی ۰/۷ براساس عامل بارش، بخش غربی (چادگان، داران و گلپایگان) و جنوبی استان (سمیرم) را از سایر مناطق تفکیک نموده است و همان طور که در شکل ۴ مشخص است در حدود ۹۰ درصد از



جدول ۵. ماتریس بار عاملی دوران یافته برای سه مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با مقادیر  $< |0.6|$

متغیر	مؤلفه اول (بارش)	مؤلفه دوم (دما سرمایشی)	مؤلفه سوم (باد)
X <sub>1</sub>	-	۰/۹۳۹	-
X <sub>2</sub>	۰/۷۵۱	-	-
X <sub>3</sub>	-	-۰/۷۷۱	-
X <sub>4</sub>	-	۰/۸۱۶	-
X <sub>5</sub>	-	-۰/۸۳۶	-
X <sub>6</sub>	-	۰/۹۲۹	-
X <sub>7</sub>	-	-۰/۸۹۸	-
X <sub>8</sub>	۰/۹۱۹	-	-
X <sub>9</sub>	۰/۸۱۱	-	-
X <sub>10</sub>	۰/۸۷۱	-	-
X <sub>11</sub>	۰/۹۰۰	-	-
X <sub>12</sub>	۰/۸۳۱	-	-
X <sub>13</sub>	-	۰/۷۵۱	-
X <sub>14</sub>	۰/۹۰۳	-	-
X <sub>15</sub>	۰/۹۲۱	-	-
X <sub>16</sub>	-	-	۰/۸۸۳
X <sub>17</sub>	-	-	۰/۹۱۷



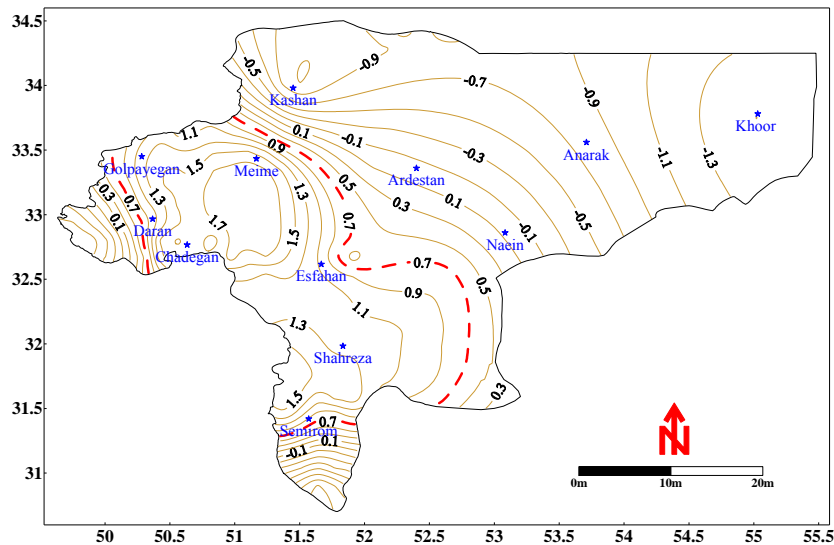
شکل ۴. نقشه پراکنندگی امتیازات عامل بارش در استان اصفهان

و نشان می‌دهد این مناطق از سرعت باد بیشتری برخوردار می‌باشند (شکل ۶).

#### بررسی خواقلمی گونه علف پشمکی

جهت بررسی تأثیر عوامل اقلیمی بر پراکنش گونه علف پشمکی

سرعت باد افزوده می‌شود که حضور مناطق کوهستانی در فاصله بین میمه و کاشان و اختلاف فشار موجود در این مناطق می‌تواند دلیل بر کاهش سرعت باد در مناطق شمالی استان باشد و تعداد ساعت‌های آفتابی به سمت شرق افزوده شده است. هم‌چنین منحنی ۰/۷ مناطق شرق، جنوب و مرکز را جدا نموده



شکل ۵. نقشه پراکنندگی امتیازات عامل دمای سرمایشی در استان اصفهان

رویشگاه‌های این گونه امتیاز ۰/۶۲ را کسب نموده که بیش از ۳ برابر مناطق خارج رویشگاه‌های آن می‌باشد. عامل سوم اگرچه در مجموع ۱۰/۱ درصد تغییرات را بازگو می‌کند ولی با امتیاز منفی معادل ۰/۲۹ در این منطقه اثر گذار بوده است. برخی از ویژگی‌های اقلیمی این مناطق عبارتند از: میانگین بارش سالانه ۴۷۲/۲ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان ۹۶/۶ روز می‌باشد (جدول ۷) و ارتفاع متوسط مناطقی که این گونه را شامل می‌شوند در حدود ۲۵۴۴ متر می‌باشد.

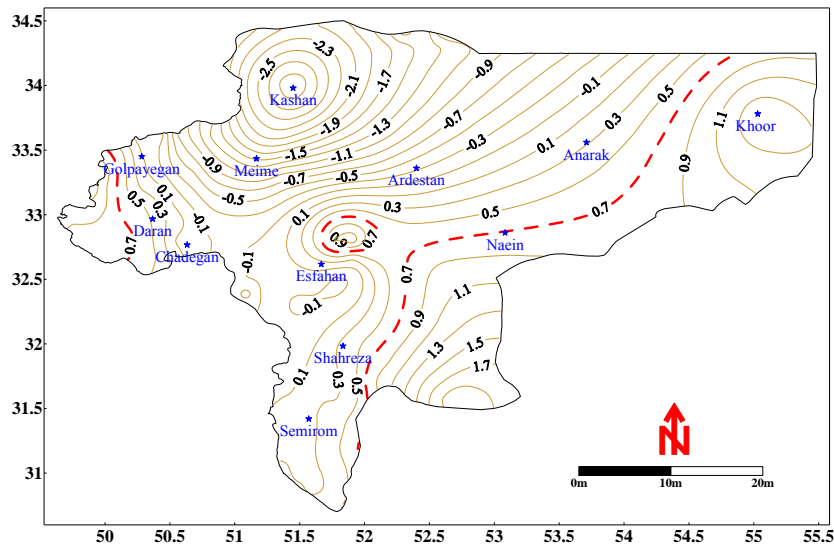
#### تیپ علف پشمکی به‌عنوان گونه همراه

این مناطق با سطحی معادل با ۲۶۲۶۵۳۰ هکتار، حدود ۴۲/۴ درصد از سطح مراتع استان را به خود اختصاص می‌دهد. این گونه به‌عنوان گونه همراه در مناطق خشک، مرطوب و نیمه مرطوب استان دیده می‌شود، همچنین در مناطق نیمه خشک شدید و معتدل این گونه به‌صورت همراه وجود دارد. گونه *Astragalus verus* در اکثر نقاط استان گونه همراه *Bromus tomentellus* می‌باشد. جدول ۶ نشان می‌دهد تیپ علف پشمکی به‌عنوان گونه همراه از عامل بارش، دمای سرمایشی و باد و ساعات آفتابی به‌ترتیب ۰/۷۳، ۰/۷۷ و ۰/۲۹-

از ماتریس امتیاز عاملی استفاده شد و با انطباق نقشه پوشش گیاهی با نقشه شبکه‌بندی شده متغیرها و امتیازات عاملی، امتیازات هر یک از سلول‌های دارای این گونه به‌عنوان گونه غالب، گونه همراه و همچنین مناطق عاری از این گونه تعیین گردید. باتوجه به امتیازات استخراج شده، متوسط امتیازات ۳ عامل در سه تیپ ذکر شده، مشخص شد و نتایج آن در جدول ۶ اشاره گردید، به‌طورکلی اطلاعات این جدول ویژگی‌های هر یک از تیپ‌ها را نسبت به عوامل استخراج شده نشان می‌دهد.

#### تیپ علف پشمکی به‌عنوان گونه غالب

رویشگاه‌های این گونه در استان اصفهان به‌عنوان گونه غالب در حدود ۶۵۱۹۸۰ هکتار و معادل ۱۰/۵ درصد مراتع استان می‌باشد و این گونه بیشتر در مناطق نیمه خشک معتدل استان مشاهده می‌شود. جدول ۶ امتیازات عاملی ۳ فاکتور اصلی را در محدوده گسترش گونه علف پشمکی نشان می‌دهد. در نگاه نخست تفاوت فاحش امتیاز عامل بارش این مناطق با مناطقی که فاقد گونه علف پشمکی می‌باشد، ملاحظه می‌گردد. به‌طوری‌که در رویشگاه‌های اصلی این گونه عامل بارش با ۱/۰۷ نزدیک به ۴ برابر مناطق فاقد گونه که برابر ۰/۳۵- می‌باشد، امتیاز کسب نموده است. همچنین از عامل دوم نیز



شکل ۶. نقشه پراکندگی امتیازات عامل باد و ساعات آفتابی در استان اصفهان

جدول ۶. متوسط امتیازات عاملی در مناطق مختلف علف پشمکی

نام گونه	عامل بارش	عامل دمای سرمایشی	عامل باد	ارتفاع متوسط (متر)
تیپ علف پشمکی به عنوان گونه غالب	۱/۰۷	۰/۶۲	-۰/۲۲	۲۵۴۳/۸
تیپ علف پشمکی به عنوان گونه همراه	۰/۷۳	۰/۷۷	-۰/۲۹	۲۱۲۸/۷
مناطق فاقد گونه علف پشمکی	-۰/۳۵	-۰/۳۳	۰/۱۲	۱۲۲۱/۷

۷۳۳۹۳۹۰ هکتار است که تقریباً ۷۰ درصد استان را شامل می‌شود. مناطق فاقد این گونه در اقلیم بسیار خشک استان بیشتر مشاهده می‌شود. جدول ۶ نشان می‌دهد که از عوامل بارش، دمای سرمایشی و باد و ساعات آفتابی به ترتیب -۰/۳۳، -۰/۳۵ و ۰/۱۲ امتیاز کسب نموده است. برخی از ویژگی‌های اقلیمی در این مناطق عبارتند از: میانگین بارش سالانه ۸۸/۲ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان ۶۷/۷ روز می‌باشد.

### بحث

کاهش گونه‌های مرغوب و پر تولید مراتع اقلیم رویشی نیمه‌استپی که در نتیجه سوء مدیریت، طی سال‌های اخیر بروز یافته است از یک سو و فرسایش شدید عرصه‌های مرتعی از سوی دیگر ضرورت توجه محققین و متخصصین علوم مرتع را

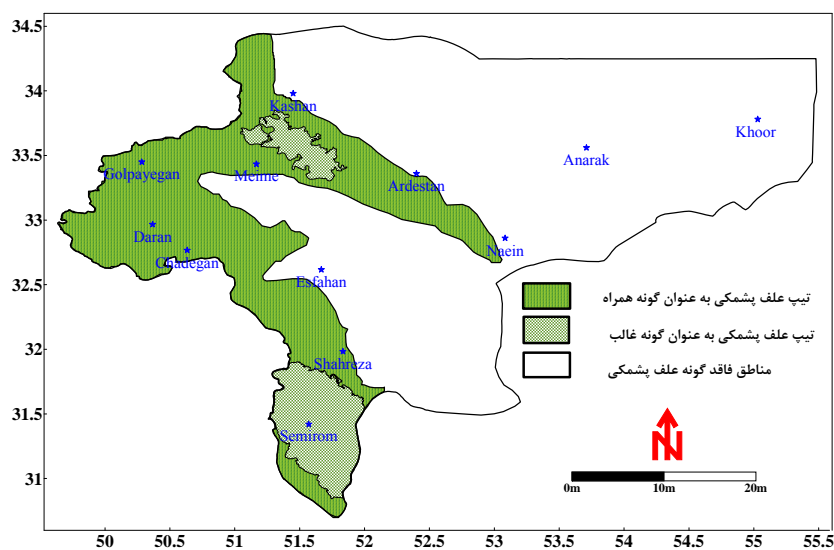
امتیاز کسب نموده است. تفاوت قابل توجه عامل بارش در این محدوده و منطقه‌ای که گونه علف پشمکی به صورت غالب حضور دارد، قابل تعمق می‌باشد، در حالی که دو عامل دمای سرمایشی و باد و ساعات آفتابی در این دو محدوده تفاوتی ندارد. برخی از ویژگی‌های اقلیمی این مناطق عبارتند از: میانگین بارش سالانه ۳۸۹/۵ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۳/۳ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهای یخبندان ۱۰۴/۷ روز می‌باشد (جدول ۷) و ارتفاع متوسط مناطقی که این گونه را شامل می‌شوند در حدود ۲۱۲۹ متر است.

### مناطق فاقد گونه علف پشمکی

از مناطق غرب استان به سمت مناطق شرقی از حضور این گونه به صورت غالب و همراه کاسته شده است (شکل ۷) و سطحی از استان که فاقد گونه علف پشمکی می‌باشد در حدود

جدول ۷. میانگین متغیرهای اقلیمی سالانه در مناطق مختلف علف پشمکی

مناطق عاری از گونه	تیپ علف پشمکی	تیپ علف پشمکی	متغیرها
علف پشمکی	به عنوان گونه همراه	به عنوان گونه غالب	
۶۷/۶۸	۹۶/۶۴	۱۰۴/۶۶	تعداد روزهای یخبندان سالانه (روز)
۳/۴۱	۱۱/۴۶	۱۵/۲۱	تعداد روزهای برفی (روز)
۹۱۵/۲۵	۸۳۲/۸۹	۸۰۸/۶۸	مقدار تبخیر سالانه (میلی متر)
۳۸/۸۵	۵۰/۳۰	۴۶/۳۲	میانگین رطوبت نسبی سالانه (میلی متر)
۲۵/۲۶	۲۰/۴۲	۲۰/۵۶	میانگین دمای حداکثر سالانه (درجه سانتی گراد)
۱۰/۰۸	۶/۱۱	۵/۸۶	میانگین دمای حداقل سالانه (درجه سانتی گراد)
۱۷/۶۵	۱۲/۹۱	۱۳/۳۰	میانگین دمای سالانه (درجه سانتی گراد)
۲۷/۲۱	۳۹/۲۸	۳۸/۷۲	تعداد روزهای بارانی (روز)
۶/۱۷	۱۸/۵۷	۱۷/۳۲	تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۵ میلی متر (روز)
۱/۷۹	۱۱/۳۲	۹/۲۷	تعداد روزهای بارانی با بارش بیش از ۱۰ میلی متر (روز)
۸۸/۱۸	۴۷۲/۲۳	۳۸۹/۵۲	متوسط بارش سالانه (میلی متر)
۷/۱۳	۱۶/۹۸	۱۸/۱۱	متوسط بارش بهاره (میلی متر)
۰/۳۵	۱/۰۸	۰/۹۹	متوسط بارش تابستانه (میلی متر)
۶/۳۵	۳۷/۴۱	۲۸/۷۰	متوسط بارش پاییزه (میلی متر)
۱۵/۵۵	۵۹/۸۰	۴۳/۲۲	متوسط بارش زمستانه (میلی متر)
۳۱۷۳/۳۸	۳۱۲۷/۰۲	۳۰۷۵/۹۸	ساعت‌های آفتابی (ساعت)
۱/۱۳	۱/۱۵	۱/۱۶	متوسط سرعت باد (نات)

شکل ۷. نقشه پراکنش گونه *Bromus tomentellus* در استان اردبیل

بذر فراوان و زادآوری زیاد از دیگر ویژگی‌های گندمی‌ها می‌باشد. یکی از گونه‌های علف گندمی *Bromus tomentellus* (علف پشمکی) است. این گونه مقاوم به شدت چرای بالا و از تولید کنندگان مهم مراتع نیمه‌استپی محسوب می‌شود. بر این

به برخی گونه‌هایی که بتوانند ضمن حفاظت خاک از تولید قابل قبولی برخوردار باشند، جلب نموده است. به‌طورکلی علف گندمی‌ها (Grass) به دلیل داشتن ریشه‌های افشان و فراوان در حفاظت خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، هم‌چنین تولید

حدود ۱۰ درصد واریانس کل را بازگو می‌کند، ولی این عامل نیز به صورت منفی در رویشگاه‌های این گونه مؤثر بوده است. مقایسه مناطقی که این گونه به صورت غالب حضور دارد با مناطقی که به صورت گونه همراه صرفاً دیده شده، تفاوت اندکی در عامل دمای سرمایشی ملاحظه می‌شود، حال آن‌که تفاوت حدود ۳۰ درصد در امتیاز عامل بارش نشان از تفاوت قابل توجه در خو اقلیمی این گونه نسبت به عامل بارش است، بنابراین مطابق یافته‌های این پژوهش آنچه عامل تعیین‌کننده در رویشگاه‌های این گونه تأثیرگذار است، عامل بارش می‌باشد. چنانچه رویشگاه گونه علف پشمکی با متغیرهای اولیه مورد ارزیابی قرار گیرد، عوامل محاسبه شده تأیید می‌گردد. هم‌چنین رویشگاه‌های این گونه در استان اصفهان با اقلیم سرد تا نیمه‌سرد که در آن تعداد روزهای برفی و یخبندان بالا و متوسط بارش سالانه بیش از ۴۰۰ میلی‌متر منطبق است که نتایج صادقیان و همکاران نیز آن را تأیید می‌کند. ایشان دامنه پراکنش این گونه را نواحی تا ۸۰۰ میلی‌متر بارش سالانه گزارش کرده‌اند (۱۳). در نواحی مرتفع و شیب شمالی حضور این گونه بیشتر از نقاط پست بوده زیرا در شیب‌های شمالی میزان رطوبت بالا و درجه حرارت نسبت به شیب‌های جنوبی کمتر و در حقیقت کارایی رطوبت بیشتر است، همان‌طور که افتخاری حضور این گونه در مناطق رویشی استپی را در ارتفاع ۳۰۰۰-۲۲۰۰ متر و بیشتر در شیب‌های شمالی می‌داند (۱).

این گونه به دلیل داشتن ریشه‌های قوی و افشان در سطح خاک به خوبی می‌تواند در ارتفاعات برفگیر استقرار یابد و هم‌چنین به دلیل سیستم ریشه‌ای و یقه پهن این گونه به خوبی سطح خاک را می‌پوشاند و در حفاظت خاک و کاهش رواناب سطحی ناشی از ذوب برف و فرسایش نقش مؤثری دارد، بدین ترتیب باعث افزایش نفوذ آب و تقویت سفره‌های آب زیرزمینی می‌گردد، بنابراین این گونه جایگاه ارزشمندی در عرصه منابع طبیعی تجدید شونده دارد.

اساس در این مطالعه خو اقلیمی این گونه مورد بررسی قرار گرفت تا با تعیین ویژگی‌های اقلیمی آن امکان توسعه و گسترش این گونه با ارزش میسر گردد. بدین منظور در این مطالعه از ۱۷ متغیر اقلیمی که از اهمیت بیشتری برخوردار بودند، استفاده گردید و با روش تحلیل عاملی تعداد متغیرها را کاهش داده و عوامل مؤثر بر پراکنش گونه مذکور مشخص شد. نتایج نشان داد که با استفاده از روش تحلیل عاملی تعداد متغیرها از ۱۷ به ۳ عامل کاهش یافت و این ۳ عامل در حدود ۹۲ درصد واریانس داده‌ها را شامل می‌شوند (جدول ۴) و به ترتیب اهمیت عبارتند از عامل بارش، دمای سرمایشی و باد و ساعات آفتابی، هم‌چنین با توجه به نتایج به دست آمده، عوامل اقلیمی بارش و دما بیشترین تأثیر را در حضور گونه *Bromus tomentellus* (غالب و همراه) در سطح استان اصفهان داشته‌اند و این عوامل به ترتیب ۶۹/۷ و ۱۱/۹۸ درصد و در مجموع ۸۱/۶۹ درصد واریانس کل را به خود اختصاص می‌دهند. این نتایج با نتایج شیرانی و همکاران (۱۲)، عظیمی و همکاران (۱۴)، خداقلی و همکاران (۹)، گرامی مطلق و شبانکاری (۱۸)، دین‌پژوه (۱۱)، آرایا و همکاران (۲۲)، پیندا مارتینز و همکاران (۲۵) که عوامل بارش و دما را به عنوان متغیرهای اصلی زیست اقلیمی بیان نموده‌اند هم خوانی دارد. شیرانی و همکاران در پژوهش خود دریافتند که متغیرهای اصلی زیست اقلیمی که ۹۲/۸۳ درصد از پراش متغیرهای اولیه را بیان می‌کند شامل بارش، دمای گرمایشی، گرد و غبار، باد و رطوبت است (۱۲).

در ارتباط با مهم‌ترین عوامل استخراج شده در رویشگاه‌های گونه علف پشمکی با مناطقی که این گونه حضور ندارد، عامل‌های بارش و دما نقش بارزی دارند، به طوری که در رویشگاه‌های آن عوامل بارش و دمای سرمایشی از امتیاز بالایی برخوردار بوده، در حالی که در مناطق خارج رویشگاه، این دو عامل به صورت منفی نمود یافته است. عامل سوم یعنی باد و ساعات آفتابی در مجموع

## منابع مورد استفاده

۱. افتخاری، م. ۱۳۸۵. بررسی آت اکولوژی *Bromus tomentellus* در استان اصفهان. طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۹۱ صفحه.
۲. امیری، ف.، س. ج. خواجه الدین و ک. مختاری. ۱۳۸۷. تعیین عوامل محیطی مؤثر بر گونه *Bromus tomentellus* با استفاده از روش رسته‌بندی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۴: ۳۵۶-۳۴۷.
۳. اداره کل منابع طبیعی، ۱۳۸۰. گزارش طرح تعادل دام و مرتع استان اصفهان، اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۵۷ صفحه.
۴. پاکزاد، ز.، م. رائینی و م. خداقلی. ۱۳۹۲. بررسی اثر عوامل اقلیمی بر گسترش رویشگاه‌های گون‌گری (*Astragalus adscendens*) در استان اصفهان. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۲۰(۱): ۱۹۹-۲۱۲.
۵. جعفرپور، ا. ۱۳۷۱. اقلیم‌شناسی. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸۲ صفحه.
۶. حشمتی، غ. ع. ۱۳۸۲. بررسی آثار عوامل محیطی بر استقرار و گسترش گیاهان مرتعی با استفاده از آنالیز چند متغیره. مجله منابع طبیعی ایران ۵۶ (۳): ۳۰۹-۳۲۱.
۷. خداقلی، م.، ر. صبوچی، م. شیشه‌فروش، ذ. اسکندری و س. سلطانی. ۱۳۹۱. گزارش تحلیل روند گذشته و پیش‌بینی آینده خشک‌سالی در استان اصفهان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲۴۵ صفحه.
۸. خداقلی، م.، م. اسماعیلی شریف، م. ت. فیضی، ا. ع. شاهمرادی و ز. جابرالانصار. ۱۳۸۹. بررسی اثر روش کاشت بر درصد سبز شدن گونه *Astragalus caragana* F. et M. در شرایط دیم (مطالعه موردی در ایستگاه تحقیقات آبخیزداری سد زاینده‌رود چادگان. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) ۸۶: ۸-۱۴.
۹. خداقلی، م.، ک. شیرانی، م. یزدانی و ا. کیوان داریان. ۱۳۸۶. پهنه‌بندی اقلیم رویشی حوضه آبخیز کارون با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. مجله علمی کشاورزی ۳۰(۴-ب): ۱۵۲-۱۳۹.
۱۰. خداقلی، م.، س. ا. مسعودیان، م. ر. کاویانی و غ. ع. کمالی. ۱۳۸۵. بررسی گیاه- اقلیم‌شناسی حوضه زاینده‌رود. پژوهش و سازندگی ۷۰: ۴۱-۵۳.
۱۱. دین پژوه، ی.، ا. فاخری‌فرد، م. مقدم واحد، س. جهانبخش و م. ک. میرنیا. ۱۳۸۲. انتخاب متغیرها به منظور پهنه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش‌های چند متغیره. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۴(۴): ۸۲۳-۸۰۹.
۱۲. شیرانی، ف.، ا. مزیدی و م. خداقلی. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی اقلیمی استان یزد با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای ۱۳: ۱۵۷-۱۳۹.
۱۳. صادقیان، س.، م. طیبی خرمی و س. ح. حبیبیان. ۱۳۸۳. مطالعه فنولوژی چهار گونه مرتعی در پایگاه دهبید فارس. مجله منابع طبیعی ایران ۵۷(۲): ۱-۱۰.
۱۴. عظیمی، ف.، ع. ر. شکبیا و ن. سعیدی. ۱۳۸۸. پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی جنوب و جنوب غرب ایران با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی ۴: ۴۷-۵۸.
۱۵. فاطمی، س.، س. ع. ر. شهریاری، ا. فخریه و م. خداقلی. ۱۳۹۱. بررسی زیست اقلیم گیاهی گونه قیچ صحرایی (*Zygophyllum atriplicoides* Fisch CA Mey) در استان اصفهان. مجله علمی پژوهشی مرتع ۳: ۲۷۱-۲۵۸.
۱۶. فرشادفر، ع. ا. ۱۳۸۴. اصول و روش‌های آماری چند متغیره. انتشارات طاق بستان، کرمانشاه، ۷۳۴ صفحه.
۱۷. کریمی، ز. و ا. آریاوند. ۱۳۸۶. تنوع تشریحی و ریختی جمعیت‌های گونه مرتعی *Bromus tomentellus* از برخی رویشگاه‌های

- ایران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴(۴): ۱-۱۱.
۱۸. گرامی مطلق، ع. ر. و م. شبانکاری. ۱۳۸۵. پهنه‌بندی اقلیمی استان بوشهر. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی) ۲۰(۱): ۱۸۷-۲۱۰.
۱۹. مظفریان، و. ۱۳۷۷. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، ۶۰۰ صفحه.
۲۰. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۱۳۳۵. گل‌ها و گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک و کویری ایران، نشریه فنی، ۱۹: ۲۸۴.
21. Akhani, A. 2006. Flora Iranica: Facts and figures and a list of publications by K. H. Rechinger on Iran and adjacent areas. *Rostaniha* 7(2): 19-61.
22. Araya, A., S. D. Keesstra and L. Stroosnijder. 2010. A new agro-climatic classification for crop suitability zoning in northern semi-arid Ethiopia. *Agricultural and Forest Meteorology* 150:1057-1064.
23. Davis, C. 1986. *Statistics and Data Analysis in Geology*, John Wiley & Sons Pub., New York.
24. Hossel, J. E., A. E. Riding, T. P. Dawson and P.A. Harrison. 2003. Bioclimatic classification for Britain and Ireland. *Conservation* 11(8):5-13
25. Pineda-Martinez. L. F., N. Carbajal and E. Medina-Roldan. 2007. Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central -northeastern region of Mexico using principal component analysis (PCA). *Atmosfera* 20 (2):133-145.
26. Taghizadeh Mehrjardi, R., A. Akbarzadeh, M., Biniyaz, SH. Mahmoodi and M.A. Zare chahuki. 2009. Studing the effect of elevation and edaphic variables on vegetation composition in Khezrabad rangelands using Principal Component Analysis (PCA), *Tom.XVI* 2:155-161.
27. Zare chahouki, M. A., H. Azarinvand, M. Jafari and A. Tavili. 2010. Multivariate statistical methods as a tool for Model-based prediction of vegetation types. *Russian Journal of Ecology* 41(1):84-94.