

## کاربست روش دلفی در تبیین علل و عوامل گسترش و چیرگی گیاه چوبی *Asteragalus brachycalyx* و تحلیل پیامدهای آن بر سیستم‌های تولید دام

شهرام منصوری<sup>۱</sup>، الهام قهساره اردستانی<sup>۲\*</sup>، حجت اله خدری غریبوند<sup>۳</sup>، زهرا حیدری قهفرخی<sup>۴</sup>



### چکیده

پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی از مهم‌ترین فرآیندهای تغییر کاربری و تحول بوم نظام‌های مرتعی در نقاط مختلف جهان به‌شمار می‌آید؛ شناخت این پدیده و تاثیرات آن می‌تواند در مدیریت پایدار منابع طبیعی بسیار مؤثر باشد. این پژوهش به‌عنوان اولین مطالعه نظام‌مند در ایران با هدف شناسایی و رتبه‌بندی مولفه‌های مرتبط با گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در مراتع استان چهارمحال و بختیاری با کاربرد روش شناسی دلفی انجام شد. در این راستا، ابتدا، مجموعه‌ای از سوالات مرتبط با این پدیده از منابع علمی استخراج شدند. ضریب آلفای کرونباخ  $0/85$  اعتبار و پایایی قابل قبول پرسشنامه را تأیید کرد. پس از تعیین جامعه آماری  $30$  نفره، پرسشنامه طی سه مرحله بین اعضای پنل تبادل شد. براساس نتایج این تحقیق پاسخگویان درخصوص تغییر پوشش گیاهی مراتع استان در راستای درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش و روند به سوی ظهور و بروز این پدیده با اجماع متوسط (ضریب کندال  $0/38$ ) تا اجماع نسبتاً قوی (ضریب کندال  $0/50$ ) در مرحله‌ی سوم اجماع نظر نشان دادند. نتایج نشان دادند مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گسترش گیاهان چوبی طی چند دهه گذشته در مراتع استان، معیارهای عوامل طبیعی با اجماع نسبتاً قوی (ضریب کندال  $0/60$ ) و مهم‌ترین شاخص‌های گسترش گیاهان چوبی، کاهش بارندگی و تغییر نوع بارندگی با اجماع متوسط بودند. در ارتباط با سیستم‌های تولید دام نیز شرکت کنندگان در این تحقیق با اجماع نسبتاً قوی (به ترتیب ضریب کندال  $0/54$  و  $0/55$ ) در خصوص تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری در دهه‌های اخیر اتفاق نظر نشان دادند. یافته‌های این تحقیق می‌تواند مبنایی برای طراحی راهبردهای مدیریتی پیش‌دستانه در مراتع در معرض این پدیده باشد. علاوه بر این، کاربرد روش دلفی به‌عنوان ابزاری کارآمد برای کاهش عدم قطعیت و ارائه راهبردهای مدیریتی پایدار در مراتع استان معرفی می‌شوند.

### واژگان کلیدی:

گسترش گیاهان چوبی، روش دلفی، مراتع ایران، عوامل انسانی، اجماع خبرگان، چهارمحال و بختیاری.

### مقاله پژوهشی

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.  
[shahrammansoori@gmail.com](mailto:shahrammansoori@gmail.com)

۲. دانشیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[elham.ghesareh@sku.ac.ir](mailto:elham.ghesareh@sku.ac.ir)

\* نویسنده مسئول

۳. استادیار، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[h.khedri@sku.ac.ir](mailto:h.khedri@sku.ac.ir)

۴. دانش‌آموخته دکتری علوم و مهندسی مرتع، گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.  
[z.heidari.gh@gmail.com](mailto:z.heidari.gh@gmail.com)

شناسه مقاله: ۲۶۰۲-۱۱۵۶

شماره صفحه پایایی: ۱۲۷۱-۱۲۸۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۰

انتشار آنلاین: ۱۴۰۵/۰۳/۲۰

زمان پذیرش: ۹۵ روز

### استناددهی:

منصوری، ش.، قهساره‌اردستانی، ا.، خدری‌غریبوند، ح.، و حیدری قهفرخی، ز. (۱۴۰۵). کاربرد روش دلفی در تبیین علل و عوامل گسترش و چیرگی گیاه چوبی *Asteragalus brachycalyx* و تحلیل پیامدهای آن بر سیستم‌های تولید دام. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۱)، ۶(۱)، ۱۲-۲۵.

## ۱- مقدمه

مراعات حدود ۵۴ درصد از سطح خشکی‌های زمین را پوشش می‌دهند که دربرگیرنده علفزارهای طبیعی و بوته‌زارهایی هستند که معیشت میلیون‌ها دامدار و کوچ‌نشین را در سراسر جهان تأمین می‌کنند (ILRI et al., 2021). این اکوسیستم‌ها علاوه بر نقش اقتصادی، خدمات زیست‌محیطی حیاتی متعددی از جمله جذب و ذخیره‌سازی کربن، حمایت از تنوع زیستی، فراهم‌سازی فرصت‌های چرا برای دام‌ها و بهبود کیفیت آب ارائه می‌دهند (Godde et al., 2020). علاوه بر این، رویشگاه گونه‌های خوراکی، دارویی و صنعتی هستند و نقش مهمی در امنیت غذایی و معیشت جوامع محلی ایفا می‌کنند. با توجه به گستره خدماتی که ارائه می‌دهند هرگونه کاهش یا نوسان در زیتوده پوشش گیاهی بومی می‌تواند یکپارچگی و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار دهد. اهمیت مراعات در ایران، به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک، فراتر از تأمین علوفه برای دام است و به‌عنوان پشتوانه‌ای حیاتی برای معیشت، امنیت غذایی و پایداری اجتماعی-اقتصادی جوامع محلی عمل می‌کند (Huxman et al., 2005).

با وجود ارزش‌ها و استفاده چندمنظوره، مراعات با تهدیدات متعددی مواجه هستند که می‌توانند کارکردهای اکولوژی و اقتصادی آن‌ها را مختل کند. چرای بیش از حد دام، کاهش آتش‌سوزی‌های طبیعی، تغییر کاربری زمین، بهره‌برداری غیرمجاز و فشارهای ناشی از رشد جمعیت از جمله مهم‌ترین موارد هستند. این تهدیدات در بسیاری از کشورها به کاهش تنوع زیستی، کاهش کیفیت علوفه و تخریب خاک منجر شده‌اند. در ایران نیز فشار چرای دام بیش از سه برابر ظرفیت مراعات گزارش شده است که نشان‌دهنده شدت بحران در این عرصه‌ها است. در این میان، یکی از گسترده‌ترین تهدیدها برای مراعات در سطح جهانی، پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی است که به‌عنوان یک روند جهانی شناخته شده و پیامدهای گسترده‌ای بر اکوسیستم‌های مرتعی دارد (Schmidt et al., 2024). از آنجایی که تغییر پوشش گیاهی می‌تواند تعادل شکننده این اکوسیستم‌ها را مختل کند، این تهدید به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

گسترش و چیرگی گیاهان چوبی به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن تراکم پوشش درختچه‌ها و گیاهان چوبی در زیست‌بوم‌های مرتعی و علفزارها افزایش می‌یابد. این پدیده معمولاً به دلیل تغییرات اقلیمی، کاهش وقوع آتش‌سوزی‌های طبیعی، چرای بیش از حد دام و تغییر کاربری زمین رخ می‌دهد. در نتیجه، گونه‌های علفی جای خود را به گونه‌های چوبی می‌دهند و ساختار و ترکیب پوشش گیاهی اکوسیستم دگرگون می‌شود. پیامدهای این تغییر تنها به بعد بوم‌شناختی محدود نمی‌شود. بلکه ابعاد اجتماعی-اقتصادی و اکوهیدرولوژی را نیز دربرمی‌گیرد (Huxman et al., 2005). کاهش کیفیت علوفه، کاهش تولیدات دامی، تغییر در چرخه آب و خاک و افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی کربن از جمله پیامدهای این پدیده هستند. بنابراین، گسترش و چیرگی گیاهان چوبی نه تنها یک تهدید زیست‌محیطی بلکه یک چالش اجتماعی و اقتصادی محسوب می‌شود که مدیریت آن نیازمند رویکردی جامع و چند سطحی است.

این تغییر در پوشش گیاهی می‌تواند فرآیندهای اکوسیستمی را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد و چشم‌انداز را به‌سوی یک وضعیت پایدار جایگزین سوق دهد که توسط چرخه‌های بازخوردی متفاوت هدایت می‌شوند. وضعیت‌های جایگزین با توجه به منطقه متفاوت هستند؛ برای مثال، در مناطق خشک تا نیمه‌خشک، الگوهای متفاوتی از تغییر مشاهده شده است. با ادامه گسترش و چیرگی گیاهان چوبی، پوشش گیاهی غالب از گونه‌های خوش‌خوراک به گونه‌های با خوش‌خوراکی کمتر تغییر می‌کند و در نتیجه، کیفیت علوفه کاهش می‌یابد (Schmidt et al., 2024). این تغییر پوشش با تأثیر بر تولیدات دامی بر معیشت خانوارهای روستایی، دامدار و عشایری نیز تأثیر مستقیم خواهد داشت.

از آنجایی که گسترش و چیرگی گیاهان چوبی به‌صورت تدریجی و در بازه‌های زمانی طولانی رخ می‌دهد و درک عمومی از این پدیده معمولاً مثبت است تهدید ناشی از آن برای مراعات بومی اغلب نادیده گرفته می‌شود (Morford et al., 2022). بسیاری از جوامع محلی تصور می‌کنند افزایش پوشش درختچه‌ای به معنای بهبود وضعیت مرتع است؛ در حالی که این تغییر در واقع کاهش کیفیت علوفه و افت تولیدات دامی را به‌همراه دارد. شناسایی دقیق و زودهنگام گسترش و چیرگی سریع گیاهان چوبی برای مدیریت و حفاظت از این زیست‌بوم‌ها حیاتی است. با این حال، این کار به دلیل پیچیدگی‌های زمانی و مکانی اکوسیستم‌های مرتعی همچنان چالش‌برانگیز باقی مانده است (Pu et al., 2025). از دلایل این پیچیدگی‌ها، عدم کفایت داده‌ها و اطلاعات موجود برای تحلیل این پدیده است و از جنبه‌های متعدد ناشناخته مانده و ضرورت دارد موشکافانه مورد بررسی قرار گیرد.

عدم کفایت داده‌ها و کمبود اطلاعات، ضرورت بهره‌گیری از روش‌های توافق جمعی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر اجماع را افزایش داده است. روش‌های توافق جمعی همچون روش گروه اسمی و روش دلفی در مطالعات علمی و پژوهشی برای دستیابی به دیدگاه‌های مشترک و کاهش عدم قطعیت به رسمیت شناخته شده‌اند (Hasson et al., 2000). این روش‌ها به‌ویژه در حوزه‌هایی که با عدم قطعیت، پیچیدگی یا محدودیت داده‌های تجربی مواجهند، اهمیت اساسی دارند. روش دلفی به‌عنوان رویکردی ساختاریافته و نظام‌مند برای گردآوری، پالایش و یکپارچه‌سازی نظرات متخصصان مورد توجه قرار گرفته است. این روش نه تنها ابزاری کارآمد برای پیش‌بینی و تصمیم‌گیری محسوب می‌شود، بلکه به تولید دانش تخصصی مبتنی بر اجماع جمعی نیز منجر می‌شود (جمالی و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه‌ای فیضی‌کوشکی و همکاران (۱۳۹۸) با روش‌شناسی دلفی مهم‌ترین معیارها و

1. Woody Plant Encroachment (WPE)

3. Spectral and spatial

2. Rapid WPE

شاخص‌های موثر گسترش تهدیدات بیابان‌زایی در دوره ۳۰ ساله در استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار دادند. در بررسی دیگر با کاربرد روش‌شناسی دلفی، طالب‌پور و بسطامی‌نژاد (۱۳۹۹) دریافتند که الگوی توسعه ایرانی از لحاظ قانونی مشکل خاصی ندارد و با قوانین و مقررات فعلی می‌توان به توسعه مطلوب دست یافت. علاوه بر این، رودگرمی و سیداخلاقی (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای با استفاده از روش دلفی عوامل تأثیرگذار در وقوع پدیده زمین‌خواری در مناطق جنگلی و مرتعی را مورد بررسی قرار دادند.

با این حال، در ارتباط با گسترش و چیرگی گیاهان چوبی، استفاده از روش دلفی می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر این پدیده کمک کند. با توجه به اینکه پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در سالیان اخیر به‌عنوان یک روند جهانی شناخته می‌شود و پیامدهای گسترده‌ای بر چرخه‌های بوم‌شناختی، تنوع زیستی و معیشت جوامع محلی دارد (Weber-Grullon et al., 2022)، استفاده از رویکردهای اکتشافی برای شناسایی این پدیده و ارائه برنامه‌های مدیریتی یک ضرورت حیاتی است. در این راستا، مطالعه حاضر با بهره‌گیری از رویکرد اکتشافی از جمله روش‌شناسی دلفی تلاش می‌کند تا تصویری شفاف‌تر از نشانه‌ها، علل و پیامدهای پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در مراتع استان چهارمحال و بختیاری ارائه دهد که در گام بعدی، مطالعات موردی می‌توانند در مناطق تحت تأثیر به‌طور جزئی‌تر این پدیده را مورد مطالعه قرار دهد.

هدف اصلی این مطالعه، به‌کارگیری رویکرد اکتشافی روش دلفی برای شناسایی و تحلیل نشانه‌ها، علل و پیامدهای گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در مراتع استان چهارمحال و بختیاری است. این مطالعه نخستین تلاش نظام‌مند برای شناسایی و معرفی پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در ایران با روش دلفی می‌باشد که در مراتع استان چهارمحال و بختیاری صورت می‌گیرد. تمرکز ویژه این پژوهش بر گونه‌گون به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین گونه‌های چوبی منطقه، اهمیت آن را در چرخه تولید دام و معیشت خانوارهای محلی برجسته می‌سازد. این مطالعه تلاش می‌کند تا با گردآوری دیدگاه‌های خبرگان و اجماع تخصصی، تصویر روشنی از روندهای بوم‌شناختی و اجتماعی-اقتصادی ارائه دهد. در این راستا، ابتدا درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی سنجش می‌شود تا مشخص گردد چه تغییراتی در ترکیب گونه‌ای مراتع در دهه‌های اخیر رخ داده است. سپس علل و عوامل انسانی، طبیعی، اجتماعی-اقتصادی و سیاستی که محرک این پدیده‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. در ادامه، تأثیرات گسترش گیاهان چوبی بر سیستم‌های تولید دام و شیوه‌های مدیریت دامداری تحلیل می‌شوند تا ارتباط مستقیم میان تغییرات بوم‌شناختی و پیامدهای معیشتی آشکار گردد. در نهایت، با جمع‌بندی یافته‌ها، کاربرد روش دلفی به‌عنوان ابزاری کارآمد برای کاهش عدم قطعیت و ارائه راهبردهای مدیریتی پایدار در مراتع استان معرفی می‌شوند.

## ۲- مواد و روش‌ها

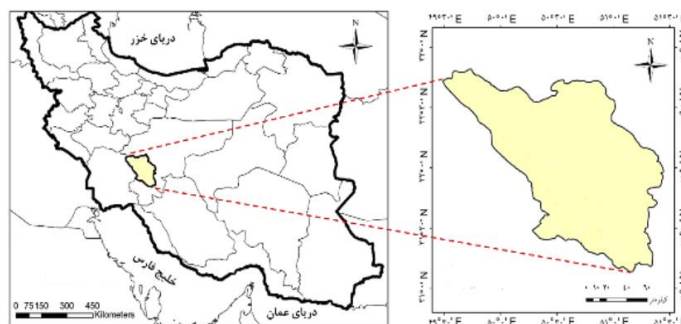
### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۳ کیلومتر مربع در جنوب‌غربی ایران واقع شده است. این استان دارای اقلیم کوهستانی و سردسیر می‌باشد و بخش عمده‌ای از سطح آن را مراتع طبیعی تشکیل می‌دهد. وسعت مراتع استان حدود ۱۰۱۴۸ کیلومتر مربع برآورد شده که معادل ۶۲ درصد مساحت استان است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری چهارمحال و بختیاری، ۱۴۰۲). این مراتع علاوه بر تأمین علوفه دام، رویشگاه گونه‌های متنوع گیاهی از جمله گیاهان دارویی و صنعتی نظیر کلوس (*Kelussia odoratissima Mozaff*)، موسیر (*Allium stipitatum*)، باریجه (*Ferula gummosa*)، آنگوزه (*Ferula assa-foetida*) و زرین‌گیاه (*Dracocephalum kotschy Boiss*) هستند. تاکنون بیش از ۲۴۰ گونه گیاه دارویی، صنعتی و خوراکی در این مراتع نیز شناسایی شده است (مظفریان، ۱۳۹۶). از دیدگاه اقلیمی، چهارمحال و بختیاری یکی از پربارش‌ترین و سردترین مناطق کشور محسوب می‌شود. متوسط بارندگی سالانه استان در بلندمدت حدود ۶۰۰ میلی‌متر گزارش شده است؛ هرچند در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های متوالی، کاهش چشم‌گیر بارش‌ها تا حدود ۴۰ درصد نسبت به میانگین بلندمدت مشاهده شده است. علاوه بر این، متوسط دمای سالانه استان حدود ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد برآورد می‌شود، اما داده‌های هواشناسی نشان می‌دهند که طی دهه اخیر افزایش میانگین دما تا حدود ۱/۷ درجه سانتی‌گراد رخ داده است (اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۴۰۲). از دیدگاه اقتصادی و اجتماعی، مراتع استان نقش حیاتی در معیشت جوامع محلی دارند؛ به‌گونه‌ای که حدود ۲۰ هزار خانوار و بیش از ۸/۲ میلیون واحد دامی به این منابع وابسته‌اند. با این حال، ظرفیت واقعی مراتع تنها توان تأمین علوفه برای حدود ۷۵۰ هزار واحد دامی در مدت ۱۰۰ روز را دارد. این امر نشان‌دهنده فشار چرای بیش از سه برابر ظرفیت مجاز این مراتع است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری چهارمحال و بختیاری، ۱۴۰۲). چرای بی‌رویه، بهره‌برداری غیرمجاز و تغییر کاربری اراضی از مهم‌ترین تهدیدهای این عرصه‌ها به‌شمار می‌روند.

### ۲-۲- روش پژوهش

هدف اصلی این پژوهش، واکاوی پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی و شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر این پدیده با تأکید بر گونه‌گون گزی (*Astracanta brachycalyx*) به‌عنوان وسیع‌ترین پوشش گیاهی و دارای پراکندگی زیاد در مراتع استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از روش‌شناسی دلفی است. تاکنون، این روش‌شناسی به‌عنوان یکی از ابزارهای معتبر در تحقیقات آینده‌پژوهی و تصمیم‌گیری جمعی در شرایطی که شواهد تاریخی ناکافی یا مبهم باشند مورد استفاده قرار گرفته است. به‌طوریکه می‌تواند اجماع قوی، مستدل و بی‌طرفانه‌ای از نظرات متخصصان فراهم

کند. ویژگی برجسته روش دلفی، ایجاد امکان مشارکت گسترده خبرگان بدون تأثیرپذیری از فشارهای گروهی یا سلطه افراد خاص است؛ زیرا ناشناس بودن پاسخ‌دهندگان و بازخورد کنترل‌شده، فضای آزاد و علمی برای تبادل نظر ایجاد می‌کند. افزون بر این، روش دلفی با تکیه بر چندین مرحله پرسش‌نامه و تحلیل آماری نتایج، از اتلاف زمان و انرژی در تصمیمات نامربوط یا مغرضانه جلوگیری می‌کند (Afshari, 2019). علاوه بر این، این روش مسیر دستیابی به توافق علمی و منطقی در خصوص موارد خاص را هموار می‌کند. به همین دلیل، در مطالعاتی که نیازمند شناسایی عوامل کلیدی و اولویت‌بندی معیارها هستند، به‌ویژه در حوزه‌های منابع طبیعی و توسعه پایدار، کاربرد گسترده‌ای یافته است (فیضی کوشکی و همکاران، ۱۳۹۸).



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه، موقعیت استان چهارمحال و بختیاری در کشور ایران

فرآیند دلفی به‌عنوان یکی از روش‌های معتبر در مطالعات آینده‌پژوهی و تصمیم‌گیری جمعی، معمولاً در قالب شش مرحله متوالی اجرا می‌شود. در مرحله اول، مسئله و اهداف پژوهش به‌طور دقیق تعریف می‌شوند تا از پراکندگی موضوعی جلوگیری گردد. در مرحله دوم، خبرگان مرتبط با موضوع براساس معیارهای مشخص همچون تجربه، دانش تخصصی و ارتباط مستقیم با حوزه پژوهش انتخاب می‌شوند. در مرحله سوم، پرسشنامه اولیه طراحی و میان اعضای پانل توزیع می‌گردد تا دیدگاه‌های آنان گردآوری شود. در ادامه، با گردآوری دیدگاه‌های کارشناسان، داده‌های حاصل از تکمیل پرسشنامه تحلیل می‌شوند. پس از آن، نتایج به‌صورت بازخورد آماری در اختیار شرکت‌کنندگان قرار می‌گیرد تا امکان بازنگری و اصلاح دیدگاه‌ها فراهم شود. این فرآیند در چندین مرحله تکرار می‌شود تا اجماع نزدیکی بین نظرات کارشناسان حاصل گردد. در نهایت، تحلیل نهایی صورت می‌گیرد و با اجماع گروهی استخراج می‌شود و یا در صورت تداوم اختلاف نظر، این موارد به‌طور علمی تبیین و گزارش می‌گردند (Mahmoodi et al., 2025). انتخاب شرکت‌کنندگان در روش دلفی یکی از اساسی‌ترین چالش‌ها در کل فرآیند محسوب می‌شود، زیرا کیفیت نتایج به‌طور مستقیم به تخصص و صلاحیت افراد منتخب وابسته است (Hasson and Keeney, 2011). همان‌گونه که Gordon (۱۹۹۴) اشاره می‌کند، هیئت دلفی بازتاب‌دهنده ترکیب عقاید یک گروه خاص از متخصصان است و نه چیزی فراتر یا کمتر از آن است (Alarabiat and Ramos, 2019). روش دلفی با هدف تعمیم نتایج طراحی نشده، بلکه تمرکز آن بر ارائه بینشی عمیق نسبت به مسائل پیچیده است. در واقع، این رویکرد بیش از آنکه به ارائه توصیه‌های قطعی بپردازد، بر کاوش در دیدگاه‌ها و ذهنیت‌های خبرگان تأکید دارد. از این رو، انتخاب اعضای پانل نباید به‌صورت تصادفی انجام گیرد، بلکه باید با دقت و بر اساس معیارهای علمی و تخصصی صورت پذیرد.

پیشنهاد مربوط به تعداد متخصصان برای مشارکت در منابع متفاوت است. به‌عنوان مثال، ۱۵ تا ۱۸ متخصص معمولاً به‌عنوان حجم نمونه قابل قبول در یک پانل همگن به رسمیت شناخته شده است (Day and Bobeva, 2005; Okoli and Pawlowski, 2004). با این وجود تأکید شده است تعداد شرکت‌کننده کمتر از ۱۰ نفر ممکن است بر کیفیت نتایج تأثیر منفی گذارد (Okoli and Pawlowski, 2004). طبق نظر Witkin and Altschuld (۱۹۹۵)، پانل دلفی هرگز نباید از ۵۰ نفر تجاوز کند. منابع متعدد علمی پانل دلفی را بین ۱۵ تا ۲۰ یا ۳۵ متخصص و پاسخ‌دهنده گزارش کرده‌اند (Alarabiat and Ramos, 2019). با در نظر گرفتن مزایا و معایب ذکر شده، در این مطالعه ۳۰ نفر از متخصصین و کارشناسان حوزه منابع طبیعی که به وضعیت مراتع استان آگاهی داشتند و در حوزه اکولوژی گیاهی تبحر و تخصص داشتند از میان ۱۵۰ نفر جامعه هدف اولیه انتخاب شدند. ترکیب این گروه، شامل ۵ نفر از اعضای هیئت علمی و ۵ نفر از دانشجویان دکتری گروه مهندسی طبیعت دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، ۵ نفر از اعضای هیئت علمی و کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان، ۵ نفر از کارشناسان با تجربه اداره کل محیط زیست استان و ۱۰ نفر از کارشناسان مجرب اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان بودند. پس از هماهنگی‌های لازم این افراد آمادگی خود را جهت همکاری و شرکت در مراحل دلفی و تکمیل پرسشنامه‌ها را اعلام نمودند (جدول ۱).

در پژوهش‌های کیفی که هدف آن تعیین میزان اهمیت یا غربالگری عوامل مختلف است، استفاده از مقیاس لیکرت یکی از ابزارهای رایج برای گردآوری نظرات خبرگان محسوب می‌شود. این مقیاس معمولاً در قالب پنج یا هفت درجه طراحی می‌گردد. در نسخه پنج امتیازی، دو نقطه‌ی انتهایی طیف با گزینه‌های خیلی کم و خیلی زیاد مشخص می‌شوند و با تعریف گزینه‌های میانی، امکان سنجش شدت موافقت یا مخالفت فراهم می‌شود. علاوه بر این، در برخی مطالعات برای افزایش دقت اندازه‌گیری، از مقیاس‌های گسترده‌تر مانند هفت و نه امتیازی نیز در پرسشنامه‌ها بهره گرفته‌اند

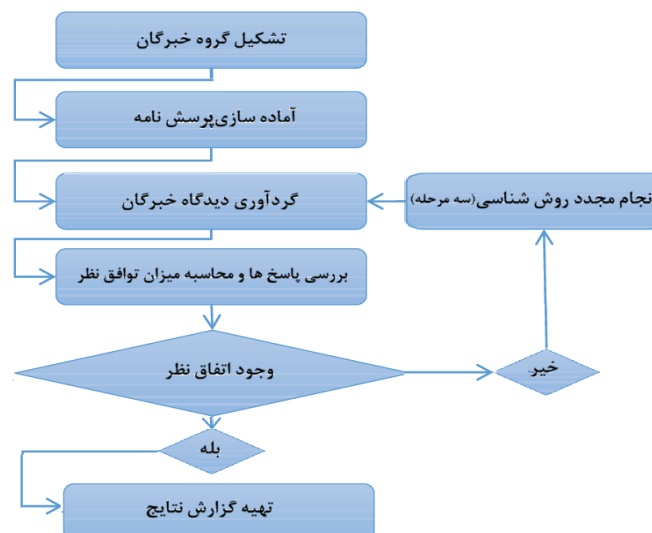
(Habibi et al., 2014). در این مطالعه از قالب پنج درجه‌ای لیکرت استفاده شد. در مرحله نهایی تنظیم پرسشنامه، تعداد ۷۳ سوال شامل سه محور کلی که هر محور شامل چند معیار و هر معیار شامل چند شاخص بودند طراحی شد. در جدول (۲) تعداد شاخص‌های مورد ارزیابی مرتبط با هر معیار ارائه شده است. از آنجا که تکرار یکی از ویژگی‌های کلیدی روش دلفی است، هر مطالعه‌ای که شامل حداقل دو دور پرسش نباشد، نمی‌تواند به‌طور مناسب از روش دلفی استفاده کند. مطالعات منتشر شده معمولاً بین ۲ تا ۷ دور دارند، اما بیشتر آن‌ها در پایین‌ترین حد این طیف قرار می‌گیرند. تحقیقات نشان داده است که ۲ یا ۳ دور معمولاً کافی است و دوره‌های اضافی موجب ریزش مشارکت‌کنندگان و حتی اجماع تحمیلی می‌شوند. کیفیت مطالعات دلفی به‌شدت به تخصص خبرگان دعوت‌شده بستگی دارد. نمونه‌های شرکت‌کنندگان در مطالعات دلفی به ندرت تصادفی هستند، زیرا خبرگان معمولاً بر اساس تخصص و تجربه‌شان انتخاب می‌شوند، نه به‌عنوان نماینده آماری یک جمعیت بزرگ‌تر، بر این اساس معمولاً تعداد خبرگان در محدوده‌ی ۳۰-۱۵ نفر مناسب می‌باشد (Grant and Khodyakov, 2025). این مطالعه در سه دور با قرار دادن پرسشنامه در اختیار ۳۰ شرکت‌کننده انجام شد (شکل ۲).

جدول (۱): وضعیت خبرگان شرکت‌کننده در مطالعه

تخصصیات	تعداد افراد			سازمان
	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری	
			۵	گروه طبیعت دانشگاه شهرکرد
	۱	۷	۲	منابع طبیعی و آب‌خیزداری استان
	۱	۲	۲	اداره کل حفاظت محیط زیست استان
		۱	۴	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
			۵	دانشجویان دوره دکتری گروه طبیعت دانشگاه شهرکرد

جدول (۲): محورها، معیارها و تعداد شاخص‌های مورد ارزیابی در روش‌شناسی دلفی پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی

محور مورد مطالعه	معیار	تعداد شاخص‌های مورد ارزیابی
درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی (روند بسوی ظهور و بروز پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی)	ادراک از تغییرپوشش و گونه‌های گیاهی	۷
	ادراک از نوع دام و تولیدات دامی	۹
	ادراک از راه‌های مواجهه، مقابله و روش‌های مدیریت در سطوح فردی، نهادی و سازمانی	۸
علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی چوبی گون	عوامل طبیعی	۷
	عوامل انسانی	۷
	عوامل اجتماعی-اقتصادی	۶
	عوامل سیاسی و قانونی	۷
سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط	تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و تغییر سیستم دامداری	۷
	تغییر در زنده‌مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری	۶
	تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار و چوپان در سیستم‌ها و شیوه‌های دامداری	۹



شکل (۲): فلوچارت مطالعه

### ۲-۳- تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، ابتدا با مرور و بررسی منابع علمی مرتبط، پرسشنامه‌ای طراحی شد و میان پاسخ‌دهندگان توزیع گردید. در گام نخست، پرسشنامه توسط گروهی از متخصصان و کارشناسان ارزیابی شد تا روایی و اعتبار آن با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ مورد سنجش قرار گیرد (رابطه ۱، جدول ۲). پرسشنامه اولیه شامل ۱۵۹ سؤال بود که در قالب شش محور اصلی و متناسب با اهداف و فرضیات اساسی تحقیق تدوین شد. این پرسشنامه همراه با توضیحات لازم در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت و پس از جمع‌آوری داده‌ها، میزان ارتباط هر سؤال با موضوع پژوهش به‌طور دقیق بررسی گردید. در نتیجه این فرایند پالایش، پرسشنامه نهایی در قالب ۷۳ سؤال و سه محور اصلی تنظیم شد و روایی آن بر اساس سنجش‌های پذیرفته‌شده علمی مورد تأیید قرار گرفت. برای سنجش پایایی پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد که نتایج حاصل با بهره‌گیری از نرم‌افزار SPSS مقدار ضریب ۰/۸۵ را نشان داد؛ رقمی که بر اساس معیارهای پیشنهادی جورج (George and Mallery, 2003) بیانگر پایایی خوب و قابل اعتماد ابزار اندازه‌گیری در این پژوهش است.

$$r_a = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum S_j^2}{S_x^2} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در آزمون آلفای کرونباخ  $(r_a)$ ،  $k$  = تعداد سوالات،  $S_j$  = واریانس هر زیرمجموعه و  $S_x$  = واریانس کل سوالات است.

جدول (۳): دامنه ضریب آلفای کرونباخ

پایایی درونی ضریب آلفای کرونباخ	عالی	خوب	قابل قبول	قابل تردید	ضعیف	غیر قابل قبول
$\alpha \leq 0.9$	$\alpha < 0.8 \leq 0.9$	$\alpha < 0.7 \leq 0.8$	$\alpha < 0.6 \leq 0.7$	$\alpha < 0.5 \leq 0.6$	$\alpha < 0.4 \leq 0.5$	$\alpha < 0.3$

در مرحله دوم، پرسشنامه در میان نمونه‌ی اصلی تحقیق توزیع و داده‌های لازم جمع‌آوری گردید. در این مرحله نتایج مرحله قبل به‌صورت میانگین در اختیار پاسخ‌دهندگان قرار گرفت تا با دید بهتری در مرحله دوم به سوالات پاسخگو باشند. برای سنجش متغیرها، از مقیاس پنج درجه‌ای لیکرت شامل گزینه‌های «خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم» استفاده گردید. به‌منظور تحلیل داده‌ها، پاسخ‌های کیفی به مقادیر کمی تبدیل شدند؛ بدین صورت که هر گزینه معادل یک عدد مشخص در نظر گرفته شد (به‌عنوان مثال، گزینه‌ی «خیلی زیاد» معادل عدد ۵ و گزینه‌ی «متوسط» معادل عدد ۳). بر این اساس پژوهشگران با استفاده از شدت موافقت یا رضایت، اهمیت یک موضوع را بیان می‌کنند. با این روش پاسخ‌های کیفی به مقادیر کمی تبدیل می‌شوند تا امکان تحلیل آماری آن‌ها فراهم شود (Likert, 1932). پس از کدگذاری، داده‌ها براساس شاخص‌های تعریف‌شده دسته‌بندی و با یکدیگر مقایسه شدند. سپس با بهره‌گیری از روش‌های آماری میانگین و نرم افزارهای SPSS20 و Excel2020 پاسخ‌ها محاسبه و تفاوت‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مراحل محاسبه شامل رتبه‌بندی شاخص‌ها توسط هر فرد، محاسبه مجموع رتبه‌ها، واریانس رتبه‌ها و در نهایت محاسبه ضریب کندال (ضریب توافق) بوده است. برای سنجش میزان توافق بین پاسخ‌دهندگان در رتبه‌بندی شاخص‌ها، از ضریب هماهنگی کندال (W) استفاده شد (روابط ۲ و ۳، جدول ۳).

$$W = \frac{12s}{m^2 (n^2 - n)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$s = \sum_{i=1}^n (R_i - R)^2 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در ضریب هماهنگی کندال  $m$  = تعداد شرکت‌کنندگان،  $n$  = تعداد آیت‌ها یا شاخص‌ها و  $|R|$  = مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل است. ضریب کندال یک آزمون ناپارامتریک است که برای سنجش میزان توافق یا اجماع بین چند ارزیاب در رتبه‌بندی مجموعه‌ای از گزینه‌ها به‌کار می‌رود و مقدار آن بین صفر تا یک تغییر می‌کند (جدول ۴)؛ به‌گونه‌ای که صفر نشان‌دهنده نبود توافق و یک بیانگر توافق کامل است. در مطالعات دلفی، این ضریب به‌عنوان شاخصی معتبر برای اندازه‌گیری میزان همگرایی نظر خبرگان در هر دور استفاده می‌شود و افزایش آن در دورهای متوالی نشان‌دهنده نزدیک شدن به اجماع است (Qureshi et al., 2014).

جدول (۴): سطح اجماع از نظر ضریب توافق کندال

سطح اجماع	اجماع ضعیف	اجماع متوسط	اجماع نسبتاً قوی	اجماع قوی
میزان ضریب توافق کندال	کمتر از ۰/۳	۰/۳ - ۰/۵	۰/۵ - ۰/۷	بالاتر از ۰/۷

### ۳- نتایج

در بررسی کلی مشخص گردید محورهای اصلی مورد مطالعه در ارتباط با پدیده گسترش گیاهان چوبی با موضوعیت گونه‌ی گون، از دید کارشناسان و متخصصان شرکت‌کننده در این مطالعه از اهمیت متفاوتی برخوردارند. نتایج در جدول (۵) ارائه شده است. از آنجایی که در مرحله‌ی سوم میانگین امتیاز "علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی چوبی گون" به مقدار  $4/06 \pm 0/72$  بالاتر از سایر معیارهاست. می‌توان اظهار داشت ادراک شرکت

کنندگان از "علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی چوبی گون" نسبت به دو محور دیگر بیشتر بوده است. "درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی" به مقدار  $3/47 \pm 0/81$  در رتبه دوم قرار گرفت؛ این امر نشان می‌دهد پراکندگی بیشتر پاسخها (انحراف معیار) در این رتبه‌بندی اثر داشته است. محور "سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط" کمترین میانگین را به خود اختصاص داد (جدول ۵).

جدول (۵): اولویت‌بندی محورهای مورد بررسی

محور اصلی	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم	
	میانگین امتیاز	رتبه اهمیت	میانگین امتیاز	رتبه اهمیت	میانگین امتیاز	رتبه اهمیت
علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی چوبی گون	3/59 ± 0/55	۱	3/51 ± 0/31	۱	4/06 ± 0/72	۱
درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی	3/25 ± 0/41	۳	3/28 ± 0/54	۳	3/47 ± 0/81	۲
سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط	3/42 ± 0/40	۲	3/45 ± 0/43	۲	3/32 ± 0/77	۳

### محور اول: "درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی"

مقایسه بین مراحل اول تا سوم صورت گرفته بیانگر آن است که میانگین امتیازات در معیار "ادراک از تغییر پوشش گیاهی" به ترتیب افزایش و میزان پراکندگی پاسخها (انحراف معیار) به ترتیب کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مراحل اول و دوم به ترتیب روند صعودی پیموده است که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است (جدول ۶). میانگین امتیازات در معیار "ادراک از نوع دام و تولیدات دامی" در مرحله اول به سوم افزایش و میزان پراکندگی پاسخها (انحراف معیار) کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مرحله اول روند افزایشی داشته که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است (جدول ۶). به طور کلی نتایج حاصل از سه مرحله اجرای روش دلفی نشان داد که نظر متخصصین و کارشناسان شرکت کننده در این مطالعه در خصوص سه معیار محور "درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی" به سمت اجماع حرکت کرده است.

جدول (۶): روند تغییرات ضریب توافق کندال سه معیار محور اول

معیار	df	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم	
		Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig
ادراک از تغییر پوشش گیاهی	۶	3/08 ± 0/89	0/1	97/30	0/1	104/96	0/00
ادراک از نوع دام و تولیدات دامی	۸	3/58 ± 0/74	0/1	119/33	0/01	132/17	0/00
ادراک از راه‌های مواجهه، مقابله و روش‌های مدیریت در سطوح فردی، نهادی و سازمانی	۷	3/08 ± 0/89	0/1	130/41	0/01	133/85	0/00

با بررسی نتایج محور "درک از علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی" مشخص گردید. میانگین معیار دوم "ادراک از نوع دام و تولیدات دامی" بالاتر از دو معیار دیگر است که بیانگر آن است که خبرگان و پاسخگویان اهمیت این عامل را در ارتباط با علایم و نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی (گسترش گیاهان چوبی) به طور مشترک پذیرفته‌اند. این یافته می‌تواند به عنوان یک اولویت کلیدی در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با مدیریت دام و مراتع مورد توجه قرار گیرد. معیار اول "ادراک از تغییر پوشش گیاهی" اجماع متوسط را نشان می‌دهد بدین معنی که اختلاف نظرهایی بین خبرگان وجود دارد این امر نشان می‌دهد که درک مشترک نسبت به تغییرات پوشش گیاهی در حال شکل‌گیری است و در ادامه معیار سوم "ادراک از راه‌های مواجهه، مقابله و روش‌های مدیریت در سطوح فردی، نهادی و سازمانی" در رتبه آخر قرار گرفته است و پراکندگی بیشتری در دور اول و دوم را داشته که در مرحله سوم شرکت کنندگان به اجماع بهتری رسیده‌اند. این موضوع ضرورت بازنگری در طراحی پرسش‌ها یا بهره‌گیری از روش‌های مکمل مانند

مصاحبه‌های عمیق را برجسته می‌سازد. در هر سه مرحله تفاوت معناداری درون معیارها مشاهده شد. همچنین در ارتباط با معیارهای مورد بررسی در محور اول، مهم‌ترین شاخص‌ها از نظر پاسخگویان در جدول (۷) ارایه شده است.

جدول (۷): مهم‌ترین شاخص مورد توافق در مرحله‌ی سوم مربوط به هر معیار در محور اول

میانگین	مهمترین شاخص (بیشترین اجماع)	معیار
۳/۸۰±۰/۶۸	تغییر پوشش گیاهی در مراتع استان در طول دهه‌های گذشته	ادراک از تغییر پوشش و گونه‌های گیاهی
۳/۹۰±۰/۵۸	تا چه حد نیاز به خرید علوفه و خوراک دام به دلیل تغییر پوشش گیاهی و کاهش علوفه بوده است؟	ادراک از نوع دام و تولیدات دامی
۳/۹۰±۰/۷۴	تا چه حد بهره‌گیری از تجربه مردم و دانش بومی برای مواجهه گسترش و چیرگی گیاهان چوبی را مناسب می‌دانید؟	ادراک از راه‌های مواجهه، مقابله و روش‌های مدیریت در سطوح فردی، نهادی و سازمانی

### محور دوم: علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی گون

در محور دوم "علل و عوامل گسترش و چیرگی گونه گیاهی گون"، چهار دسته معیار شامل عوامل طبیعی، انسانی، اجتماعی-اقتصادی و سیاستی-قانونی در سه مرحله روش‌شناسی دلفی مورد ارزیابی خبرگان قرار گرفتند. مقایسه بین مراحل اول تا سوم صورت گرفته بیانگر آن است که میانگین امتیازات در معیار "عوامل طبیعی" به ترتیب افزایش و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) به ترتیب کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مراحل اول و دوم به ترتیب روند صعودی پیموده است که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است. میانگین امتیازات در معیار "عوامل انسانی" در مرحله‌ی اول تا سوم و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) در مرحله‌ی اول به سوم کاهش یافته است. در صورتی که ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مرحله اول روند افزایشی داشته که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است. در مرحله‌ی اول تا سوم به ترتیب میانگین امتیازات در معیار "عوامل اجتماعی-اقتصادی" و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله‌ی اول تا سوم به ترتیب روند افزایشی داشته که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است. در مرحله‌ی اول تا سوم به ترتیب میانگین امتیازات در معیار "عوامل سیاستی-قانونی" کاهش و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) افزایش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله‌ی اول به سوم روند کاهشی داشته است (جدول ۸).

جدول (۸): روند تغییرات ضریب توافق کندال چهار معیار در محور دوم

معیار	df	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم	
		Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig
عوامل طبیعی	۷	۲/۳۸±۰/۸۵	۹۲/۲۳۴	۱۰/۷۶۶	۰/۰۱	۱۲۵/۱۲	۰/۰۰
عوامل انسانی	۷	۲/۴۳±۰/۸۰	۸۷/۸۶	۹۷/۵۶	۰/۰۱	۹۱/۳۰	۰/۰۰
عوامل اجتماعی-اقتصادی	۶	۲/۶۸±۰/۷۸	۸۲/۷۶	۸۲/۶۳	۰/۰۱	۱۰۱/۶۸	۰/۰۰
عوامل سیاستی-قانونی	۷	۲/۹۴±۰/۷۵	۹۰/۷۳	۸۷/۴۸	۰/۰۱	۹۰/۹۱	۰/۰۰

ضریب توافق کندال در دو معیار عوامل طبیعی و اجتماعی-اقتصادی از مرحله اول تا مرحله سوم افزایش یافت که نشان‌دهنده روند همگرایی نظری بین خبرگان است. بهترین اجماع مربوط به معیار عوامل طبیعی است که خبرگان بیشترین اتفاق را در مورد نقش این عامل داشتند. همچنین ضعیف‌ترین اجماع در خصوص معیار عوامل انسانی می‌باشد که هنوز در مورد این شاخص اختلاف نظر وجود دارد که این موضوع احتمالاً از تفاوت تجربه‌های محلی نشأت گرفته است. علاوه بر این، تحلیل اجماع بیانگر آن است که معیارهای عوامل طبیعی و عوامل سیاسی و اجتماعی از بیشترین توافق نظری برخوردارند، در حالی که مؤلفه‌های انسانی پراکندگی بیشتری داشته‌اند (جدول ۸).

در هر سه مرحله تفاوت معناداری درون معیارها مشاهده شد. شاخص "کاهش بارندگی، تغییر نوع بارندگی و تغییر شدت و پراکنش آن" در معیار "عوامل طبیعی"، شاخص "چرای سنگین و بی رویه دام-برخاسته از بهره‌برداری مشاعی" در معیار "عوامل انسانی"، شاخص "فقر اقتصادی بهره‌برداران در تغییر پوشش مرتع" در معیار "عوامل اجتماعی-اقتصادی" و شاخص "به هم خوردن نظام ایلانی به دنبال آن شخم و رهاسازی و

مدیریت نادرست مراتع و عدم چرای متناسب گونه‌های مرتعی " در معیار "عوامل سیاستی و قانونی" بالاترین میانگین امتیاز را کسب کردند و بیشترین تأیید را از سوی خبرگان دریافت نمودند (جدول ۹).

جدول (۹): مهمترین شاخص مورد توافق در مرحله‌ی سوم مربوط به هر معیار در محور دوم در مرحله‌ی سوم

میانگین	مهمترین شاخص (بیشترین اجماع)	معیار
۴/۱۰±۰/۵۸	کاهش بارندگی و تغییر نوع بارندگی و تغییر شدت و پراکنش	عوامل طبیعی
۳/۵۰±۰/۶۷	چرای سنگین و بی رویه دام- بر خاسته از بهره‌برداری مشاعی	عوامل انسانی
۳/۷۰±۰/۶۶	فقر اقتصادی بهره برداران در تغییر پوشش مرتع	عوامل اجتماعی-اقتصادی
۳/۷۰±۰/۶۰	به هم خوردن نظام ایلپاتی به دنبال آن شخم و رهاسازی و مدیریت نادرست مراتع و عدم چرای متناسب گونه‌های مرتعی	عوامل سیاستی و قانونی

### محور سوم: سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط

در محور سوم "سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط"، سه دسته معیار شامل "تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری"، "تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری" و "تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار در سیستم‌های دامداری- شیوه دامداری" در سه مرحله روش‌شناسی دلفی مورد ارزیابی خبرگان قرار گرفتند.

مقایسه بین مراحل اول تا سوم صورت گرفته بیانگر آن است که میانگین امتیازات در معیار "تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری" در مرحله‌ی اول به سوم به ترتیب افزایش و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) از مرحله اول تا سوم به ترتیب کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مراحل اول و دوم به ترتیب روند صعودی پیموده است که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است. میانگین امتیازات در معیار "تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری" در مرحله‌ی اول به سوم و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) در مرحله‌ی اول تا سوم کاهش یافته است. در صورتی که ضریب توافق کندال در مرحله سوم نسبت به مراحل اول و دوم روند افزایشی داشته که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است. در مرحله‌ی اول به سوم میانگین امتیازات در معیار "تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار در سیستم‌های دامداری- شیوه دامداری" و میزان پراکندگی پاسخ‌ها (انحراف معیار) کاهش یافته است. همچنین ضریب توافق کندال در مرحله‌ی اول به سوم روند افزایشی داشته که نشان‌دهنده تقویت اجماع میان خبرگان است (جدول ۱۰).

جدول (۱۰): روند تغییرات ضریب توافق کندال سه معیار در محور سوم

معیار	df	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم	
		Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig	Chi-Square	Asymp. Sig
تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری	۹	۹۹/۳۷	۰/۰۱	۱۰۱/۸۷	۰/۰۱	۱۱۲/۵۶	۰/۰۰
تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری	۵	۸۸/۰۸	۰/۰۱	۱۰۰/۴۹	۰/۰۱	۹۸/۱۹	۰/۰۰
تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار در سیستم‌های دامداری- شیوه دامداری	>	۱۰۳/۱۴	۰/۰۱	۱۳۹/۵۳	۰/۰۱	۱۳۱/۹۱	۰/۰۰

یافته‌های حاصل از اجرای روش دلفی در محور سوم "سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط" در سه مرحله مورد ارزیابی نشان داد که خبرگان در مورد تغییرات مرتبط با سیستم‌های تولید دام، دامداری و مدیریت آن به تدریج به اجماع بیشتری دست یافته‌اند. مقایسه نتایج مرحله اول، دوم و سوم بیانگر آن است که ضریب توافق کندال در هر سه معیار افزایش و اختلاف نظرها کاهش یافت. این روند نشان می‌دهد که فرایند تکرار و بازخورد در روش دلفی توانسته است به همگرایی دیدگاه‌ها کمک کند (جدول ۸). در معیارهای "تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری" و "تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری" اجماع به ترتیب از سطح متوسط در مرحله سوم بالاتر رفته است، بدین معنی که اختلاف نظرات کمتر و اجماع حاصل شده است. این امر بیانگر آن است که خبرگان اهمیت بیشتری برای اصلاح الگوهای تغذیه قائل شده‌اند. در معیار "تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار در سیستم‌های دامداری- شیوه دامداری" ضریب کندال پایین‌ترین سطح اجماع را داشت. این امر می‌تواند ناشی از تفاوت شرایط اقلیمی، مدیریتی و اقتصادی در مناطق مختلف باشد که بر بقای دام تأثیرگذار است (جدول ۱۰).

در هر سه مرحله تفاوت معناداری درون معیارها مشاهده شد. شاخص "طی مسیر طولانی‌تر برای دسترسی به منابع آبی و علوفه مناسب" در معیار "تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری"، شاخص "تغییر در کمیت محصولات لبنی دامی بواسطه تغییر به سمت چوبی شدن (چیرگی گیاهان چوبی)" در معیار "تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری"، شاخص "نیاز به مدیریت ویژه دام با تاکید بر زمان ورود و خروج دام" در معیار "تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار در سیستم‌های دامداری\_ شیوه دامداری" بالاترین میانگین امتیاز را کسب کردند و بیشترین تأیید را از سوی خبرگان دریافت نمودند (جدول ۱۱).

جدول (۱۱): مهمترین شاخص مورد توافق در مرحله‌ی سوم مربوط به هر معیار در محور سوم

معیار	مهم‌ترین شاخص (بیشترین اجماع)	انحراف معیار
تغییر در تغذیه، تعلیف و چرای دام و سیستم دامداری	طی مسیر طولانی‌تر برای دسترسی به منابع آبی و علوفه مناسب	۴/۱۰±۰/۶۰
تغییر در زنده مانی، تولید مثل (موالید) و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری	تغییر در کمیت محصولات لبنی دامی بواسطه تغییر به سمت چوبی شدن (چیرگی گیاهان چوبی)	۳/۳۰±۰/۷۰
تغییر در شیوه مدیریت دام (دامداری) توسط دامدار و چوپان در سیستم‌های دامداری - شیوه دامداری	نیاز به مدیریت ویژه دام با تاکید بر زمان ورود و خروج دام	۳/۸۰±۰/۶۰

#### ۴- بحث

تغییرات در پوشش گیاهی، با تهدید تنوع زیستی، کاهش کیفیت علوفه و تغییر چرخه‌های آب و خاک، پیامدهای گسترده‌ای بر اکوسیستم‌های مرتعی دارند. اهمیت این موضوع در ایران دوچندان است، زیرا مراتع علاوه بر نقش اکولوژی، ستون اصلی معیشت و امنیت غذایی جوامع محلی محسوب می‌شوند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در مراتع استان چهارمحال و بختیاری نه تنها یک روند محلی بلکه با توجه به مطالعات انجام گرفته در سایر نقاط دنیا، بخشی از یک تحول جهانی است که این موضوع با مطالعه Cannone and Malfasi (۲۰۲۴) همخوانی دارد. در این راستا، بررسی دقیق علایم، علل و پیامدهای این پدیده و مقایسه آن با مطالعات جهانی، ضرورتی علمی و اجرایی دارد. پدیده گسترش گیاهان چوبی پیامدهای چندبعدی دارد که شامل کاهش ظرفیت تولید مراتع، اختلال در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی خاک و آب و افزایش پتانسیل وقوع آتش‌سوزی است؛ این موضوع آن را به یک بحران زیست‌محیطی با پیامدهای مستقیم بر معیشت جوامع وابسته به مرتع تبدیل کرده است (Schmidt et al., 2024). تغییر در ساختار پوشش گیاهی مراتع چهارمحال و بختیاری و گرایش به سمت چیرگی گونه‌های چوبی، پدیده‌ای است که در ادبیات جهانی تحت عنوان "تغییر حالت اکوسیستم" شناخته می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که این تحول تنها یک تغییر در ترکیب گونه‌ای نیست، بلکه تغییر در «کارکرد» اکوسیستم است که مطابق با مطالعه Camill et al. (۲۰۰۴) به دلیل تغییر در هیدرولوژی خاک و کاهش نفوذپذیری رخ می‌دهد.

خبرگان و شرکت کنندگان در این مطالعه به وضوح جایگزینی گونه‌های علفی با گونه‌های چوبی را تأیید کرده‌اند و با میزان ضریب کندال ۰/۵۰ در محور ادراک از تغییر پوشش گونه‌های گیاهی توافق نظر نشان دادند؛ این یافته با مطالعه Huxman et al. (۲۰۰۵) همخوانی دارد و به‌عنوان نخستین علامت چیرگی معرفی شده است. این تغییر ترکیب گونه‌ای نه تنها کیفیت علوفه را کاهش داده بلکه پیامدهای اجتماعی و اقتصادی نیز به همراه داشته است (Van Auken, 2009; Huxman et al., 2005). دامداران بیشتر به راهکارهای سنتی متکی‌اند و نهادهای دولتی هنوز نتوانسته‌اند برنامه‌های مؤثر ارائه دهند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نشانه‌های تغییر پوشش گیاهی باید به‌عنوان هشدار زود هنگام تلقی شوند و مدیریت آن‌ها نیازمند پایش دقیق، آموزش جوامع محلی و ایجاد مشوق‌های نهادی است. این موضوع در مطالعه Godde et al. (۲۰۲۰) نیز تأیید شده است. در تحلیل علل و عوامل محرک، خبرگان در مرحله سوم بیشترین توافق را بر عوامل طبیعی با ضریب توافق ۰/۶ و عوامل اجتماعی - اقتصادی با ضریب ۰/۵۶ داشتند. در میان شاخص‌های مورد ارزیابی کاهش بارندگی و تغییر نوع بارندگی و تغییر شدت پراکنش و همچنین فقر اقتصادی بهره‌برداران از مهم‌ترین محرک‌های پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی در محدوده مورد مطالعه معرفی شدند. در خصوص علل و عوامل گسترش گیاهان چوبی در این مطالعه بر اساس انحراف معیار امتیاز و ضریب توافق کندال، موضوع عوامل طبیعی مهم‌ترین و پایدارترین مؤلفه از دیدگاه خبرگان بوده است و بعد از آن عوامل اجتماعی - اقتصادی است. در خصوص تأثیر عوامل طبیعی که در مطالعات جهانی مهم‌ترین عوامل را افزایش دما و افزایش سطح دی اکسید کربن بیان نموده‌اند (Cannone and Malfasi, 2024).

در این مطالعه شرکت کنندگان در خصوص عامل کاهش بارندگی، تغییر نوع بارندگی و تغییر شدت و پراکنش آن توافق نظر بیشتری داشته‌اند. از منظر اکولوژی نوین، می‌توان گفت که کاهش بارندگی باعث می‌شود گیاهان چوبی به دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای سطحی و عمیق، در رقابت برای دسترسی به منابع آب زیرزمینی بر گیاهان علفی غلبه کنند (Weber-Grullon et al., 2022). این یافته هم‌راستا با مدل‌های پیش‌بینی Gherardi and Sala (۲۰۱۵) است که نشان می‌دهند در مناطق نیمه‌خشک، تغییرات اقلیمی با تشدید "استرس هیدرولوژی"، روند چیرگی گیاهان چوبی را سریع‌تر از افزایش غلظت دی‌اکسید کربن تسریع می‌کند. همچنین، در خصوص دیدگاه‌های متناقض درباره خدمات اکوسیستمی (Eldridge et al., 2011)، باید

تأکید کرد که اگرچه افزایش گونه‌های چوبی ممکن است باعث "ذخیره کربن در خاک" شود، اما این امر در مناطق نیمه‌خشک ایران به بهای از دست رفتن "خدمات تولید علوفه" و "تنوع گیاهان دارویی بومی" تمام می‌شود که ارزشی بسیار بالاتر برای معیشت جوامع محلی دارد. یافته‌های عوامل اجتماعی-اقتصادی با مطالعه‌ی Schuurman et al. (۲۰۲۲) همخوانی دارد که بر نقش سیاست‌های نهادی در مدیریت تحول بوم‌شناختی تأکید کرده‌اند.

در خصوص معیار انسانی با وجود عدم وقوع توافق بین خبرگان (ضریب توافق ۰/۴۴) در این معیار، چرای سنگین و بی‌رویه برخاسته از بهره‌برداری مشاعی بیشترین تأثیر را بر گسترش گیاهان چوبی داشته‌اند که با مطالعات مشابه در آفریقا و آمریکای لاتین که در آن‌ها فشار انسانی و تغییرات اقلیمی به‌عنوان محرک‌های اصلی این پدیده معرفی شده‌اند همخوانی دارد (Weber-Grullon et al., 2022؛ Schmidt et al., 2024). هرچند در ایران تأکید بیشتری بر فشار انسانی و ضعف نهادی مشاهده می‌شود، در کنار این عوامل، تغییرات اقلیمی مانند کاهش بارندگی و تغییر شدت و پراکنش آن نیز نقش قابل توجهی داشتند. این یافته‌ها با مطالعه‌ی Cannone and Malfasi (۲۰۲۴) همخوانی دارند.

در این راستا، مدیریت پایدار مراتع نیازمند اصلاح سیاست‌ها، تقویت قوانین حفاظتی و کاهش فشار انسانی است. در تبیین نقش عوامل انسانی، علاوه بر چرای بی‌رویه، باید به تئوری مدیریت منابع مشترک (Ostrom, 1990) اشاره کرد؛ ضعف در ساختارهای حکمرانی محلی و گذار از بهره‌برداری سنتی به بهره‌برداری معیشتی فشرده، منجر به کاهش "تاب‌آوری بازگشتی" مرتع شده است. این موضوع با یافته‌های جدید Bestelmeyer et al. (۲۰۰۹) همخوانی دارد که معتقدند چرای سنگین با حذف گونه‌های کلیدی آستانه تحمل اکوسیستم را پایین آورده و پدیده چیرگی چوبی را به مرحله‌ای غیرقابل بازگشت می‌رساند. برخلاف باور عمومی، یافته‌های این پژوهش در خصوص افت تولید مثل دام، تأییدی بر فرضیه تله کیفیت علوفه است؛ یعنی با افزایش گونه‌های چوبی، اگرچه توده زیستی کل ممکن است افزایش یابد، اما دسترسی دام به مواد مغذی (پروتئین و کلسیم) کاهش یافته که منجر به افت عملکرد فیزیولوژی دام می‌شود.

در ارتباط با محور سوم یعنی مولفه سیستم‌های تولید دام، دامداری و محورهای مرتبط، نتایج نشان می‌دهد که تغییر در زنده‌مانی و تولیدمثل و محصولات لبنی سیستم‌های دامداری با ضریب توافق کندانال ۰/۵۴ و بعد از آن تغییر در تغذیه، تغلیف و چرای دام و سیستم دامداری با ضریب توافق ۰/۵۵ مورد توافق خبرگان بود و شاخص‌های کاهش در تولید مثل و تغییر در کیفیت محصولات لبنی دامی اهمیت بالاتری دارند. بررسی عوامل سیاسی و قانونی نیز نشان دادند که ضعف در اجرای قوانین و نبود سیاست‌های حمایتی مؤثر می‌تواند گسترش و چیرگی گیاهان چوبی را تشدید کند. این مولفه اهمیت توجه به تعامل میان انسان و طبیعت را برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که مدیریت پایدار نیازمند اصلاح رفتار انسانی و سیاست‌های نهادی است. نتایج این بخش از مطالعه، با یافته‌های Godde et al. (۲۰۲۰) در زمینه کاهش بهره‌وری دامداری در مراتع آفریقا بر اثر تغییر گونه‌های گیاهی به گسترش و چیرگی گیاهان چوبی مطابقت دارد.

یافته‌های این پژوهش نشان دادند که روش دلفی توانسته است اجماع نظر خبرگان را در خصوص روند تغییرات مراتع استان چهارمحال و بختیاری به سمت چیرگی گونه‌های چوبی تثبیت کند. این هم‌راستایی با مطالعات جهانی نشان می‌دهد که مراتع ایران نیز در معرض همان روندهای تحول بوم‌شناختی قرار دارند که در آفریقا و آمریکای شمالی و بسیاری از نقاط دیگر خشکی‌های جهان گزارش شده است (Weber-Grullon et al., 2022؛ Schmidt et al., 2024). با این حال، برخی مطالعات مانند Eldridge et al. (۲۰۱۱) تأکید کرده‌اند که اثرات این پدیده می‌تواند بسته به شرایط مکانی-زمانی متفاوت باشد و در برخی موارد حتی خدمات اکوسیستمی مثبت مانند ذخیره کربن یا زیستگاه پرندگان را افزایش دهد. که این موضوع می‌بایست مد نظر قرار گیرد. با توجه به کمبود اطلاعات اولیه و بانک اطلاعاتی از وضعیت گذشته مراتع بهره‌مندی از این روش مطالعات برای حصول اطلاعات علمی قابل استناد در راستای مدیریت منابع بسیار لازم و ضروری می‌باشد.

در نهایت، استفاده از روش دلفی در این مطالعه نشان داد که دستیابی به اجماع خبرگان فراتر از یک ابزار آماری، راهکاری برای شناسایی "دانش بومی پنهان" است. برای مدیریت این پدیده، پیشنهاد می‌شود به جای تلاش برای حذف فیزیکی گونه‌های چوبی (که غالباً هزینه‌بر و بی‌اثر است)، از استراتژی "مدیریت مبتنی بر آستانه" استفاده شود؛ بدین معنا که پیش‌ها باید بر اساس شاخص‌های زود هنگام (مانند تغییر پوشش گیاهی) متمرکز گردند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، با ادغام دلفی فازی و مدل‌های شبیه‌سازی مکانی-زمانی، سناریوهای مختلف واکنش اکوسیستم به سیاست‌های حمایتی دولت در قبال دامداران مدل‌سازی شود تا از تبدیل این چالش به یک بحران مزمن اقتصادی-اجتماعی جلوگیری به عمل آید.

## ۵- نتیجه‌گیری

این پژوهش با به‌کارگیری روش دلفی برای نخستین بار در ایران، موفق به ایجاد اجماع نظر میان خبرگان پیرامون ابعاد پیچیده پدیده گسترش و چیرگی گیاهان چوبی شد و ضمن شناسایی نشانه‌ها، علل و پیامدهای آن، بستری علمی برای تدوین سیاست‌های مدیریتی در مراتع (به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک) فراهم کرد. یافته‌ها نشان می‌دهد که با بهره‌گیری از ابزارهایی مانند چارچوب مدیریتی "مقاومت-پذیرش-هدایت" (Scholtz et al., 2025) و ترکیب روش‌های کیفی با مدل‌سازی‌های کمی و داده‌های سنجش‌ازدور، می‌توان ضمن کاهش عدم قطعیت، راهبردهای

پیش‌دستانه‌ای برای مقابله با این پدیده قبل از رسیدن به مراحل غیرقابل بازگشت طراحی کرد؛ مسیری که با تمرکز بر بومی‌سازی چارچوب‌های جهانی و مشارکت جوامع محلی، مدیریت پایدار منابع طبیعی را تضمین می‌کند.

## تشکر و قدردانی

با توجه به اینکه روش شناسی دلفی مستلزم صرف وقت و تعامل با اعضای گروه می‌باشد نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از اعضای هیئت علمی دانشگاه شهرکرد، کارشناسان و اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، دانشجویان تحصیلات تکمیلی مقطع دکتری دانشگاه شهرکرد، کارشناسان مجرب اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان چهارمحال و بختیاری و همچنین کارشناسان محترم اداره کل محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری که در سه مرحله این تحقیق همکاری نمودند کمال تشکر و سپاسگزاری را به عمل آورد.

## منابع

- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری چهارمحال و بختیاری. (۱۴۰۲). گزارش وضعیت مراتع استان چهارمحال و بختیاری. شهرکرد: وزارت جهاد کشاورزی.
- اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری. (۱۴۰۲). گزارش تحلیل وضعیت تغییرات اقلیمی و روند بارش و دما در استان چهارمحال و بختیاری (۱۳۹۹-۱۴۰۲). شهرکرد: مرکز اطلاعات و داده‌های هواشناسی.
- جمالی، ا.، حبیبی، م.، و باغی‌بزدل، ر. (۱۳۹۳). کاربرد روش دلفی در تحقیقات علوم رفتاری و پزشکی: مروری بر مزایا، تنگناها و روش‌شناسی. نامه آموزش عالی، ۷(۲۶)، ۱۳۱-۱۵۴.
- رودگرمی، پ.، و سیداخلاقی، ج. (۱۴۰۱). عوامل موثر در وقوع زمین‌خواری در عرصه‌های جنگل و مرتع. جنگل ایران، ۱۴(۳)، ۳۰۶-۲۹۱.
- طالب‌پور، ا.، و بسطامی‌نژاد، م. (۱۳۹۹). طراحی الگوی توسعه ایران با استفاده از روش دلفی. جامعه‌شناسی اقتصادی و توسعه، ۹(۲)، ۲۸۳-۲۵۳.
- فیضی‌کوشکی، ف.، اکبری، م.، معماریان، ه.، و اعظمی‌راد، م. (۱۳۹۸). شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین عوامل بیابان‌زایی در استان خراسن رضوی با استفاده از روش دلفی. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۸(۳)، ۲۲۵-۲۰۵.
- مظفریان، و. (۱۳۹۶). فلور چهارمحال و بختیاری. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد، ۸۹۵ص.
- Afshari, A.R. (2019). Using the Delphi method for futures studies. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Pilsen, Czech Republic, July 2019, 4p.
- Alarabiat, A., Ramos, I. (2019). The Delphi Method in Information Systems Research. The Electronic Journal of Business Research Methods, 17(2), 86-99.
- Bestelmeyer, B.T., Tugel, A.J., Peacock Jr, G.L., Robinett, D.G., Shaver, P.L., Brown, J.R., ... and Havstad, K.M. (2009). State-and-transition models for heterogeneous landscapes: a strategy for development and application. Rangeland Ecology & Management, 62(1), 1-15.
- Camill, P., McKone, M.J., Sturges, S.T., Severud, W.J., Ellis, E., Limmer, J., ... and Trout, A. (2004). Community-and ecosystem-level changes in a species-rich tallgrass prairie restoration. Ecological applications, 14(6), 1680-1694.
- Cannone, N., and Malfasi, F. (2024). Climate change triggered synchronous woody plants recruitment in the last two centuries in the treeline ecotone of the Northern Hemisphere. Science of the Total Environment, 921(5), 170953.
- Day, J., and Bobeva, M. (2005). A generic toolkit for the successful management of Delphi studies. Electronic Journal of Business Research Methods, 3(2), 103-116.
- Eldridge, D.J., Bowker, M.A., Maestre, F.T., Roger, E., Reynolds, J.F., and Whitford, W.G. (2011). Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. Ecology Letters, 14(7), 709-722.
- George, D., and Mallery, P. (1999). SPSS® for Windows® step by step: A simple guide and reference. New York: Allyn & Bacon, 386p.
- Gherardi, L.A. and Sala, O.E. (2015). Enhanced precipitation variability decreases grass- and increases shrub-productivity. Proceedings of National Academy of Sciences, 112(41), 12735-12740.
- Godde, C.M., Boone, R.B., Ash, A.J., Waha, K., Sloat, L.L., Thornton, P.K., and Herrero, M. (2020). Global rangeland production systems and livelihoods at threat under climate change and variability. Environmental Research Letters, 15(4), 044021.
- Gordon, T.J. (1994). The Delphi method. 1-30. In Glenn J.C., and Gordon T.J. Futures research methodology. American Council for the United Nations University.
- Grant, S., and Khodyakov, D. (2025). Proposal for a critical appraisal tool for studies using the Delphi method (DCAT). The BMJ, 391, e084509.
- Habibi, A., Sarafrazi, A., and Izadyar, S. (2014). Delphi technique theoretical framework in qualitative research. The International Journal of Engineering and Science, 3(4), 8-13.
- Hasson, F., and Keeney, S. (2011). Enhancing rigour in the Delphi technique research. Technological forecasting and social change, 78(9), 1695-1704.
- Hasson, F., Keeney, S., and McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. Journal of Advanced Nursing, 32(4), 1008-1015.
- Huxman, T.E., Wilcox, B.P., Breshears, D.D., Scott, R.L., Snyder, K.A., Small, E.E., Hultine, K., Pockman, W.T., and Jackson, R.B. (2005). Ecohydrological implications of woody plant encroachment. Ecology, 86(2), 308-319.
- ILRI, I.U.C.N., FAO, W.W.F., and UNEP, I.L.C. (2021). Rangelands Atlas. ILRI, Nairobi Kenya.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology.
- Mahmoodi, A., Hashemi, L., Javidi Moshtaghin, N., and Javidi Moshtaghin, N. (2025). Advancing the Delphi method: a binomial test approach for enhanced environmental consensus analysis. Smart and Sustainable Built Environment.
- Morford, S.L., Allred, B.W., Twidwell, D., Jones, M.O., Maestas, J.D., Roberts, C.P., and Naugle, D.E. (2022). Herbaceous production lost to tree encroachment in United States rangelands. Journal of Applied Ecology, 59(12), 2971-2982.
- Okoli, C., and Pawlowski, S.D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. Information & Management, 42(1), 15-29.

- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press, 295p.
- Pu, Y., Lu, X., Soubry, I., and Guo, X. (2025). Early detection of woody plant encroachment in Canadian prairies using UAV imagery and transformer-based deep learning. *Ecological Informatics*, 90, 103354.
- Qureshi, M.I., Bhatti, M.N., Rasli, A.M., Yasir, M., and Zaman, K. (2014). The Delphi method for internationalization of higher education in Pakistan: Integrating theory of constraints and quality function deployment. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(20), 2702-2710.
- Schmidt, H.E., Leyton, J.M. O., Popescu, S.C., Yarasca, E.N., Sarkar, S., and Wilcox, B.P. (2024). Connecting the dots: how ecohydrological connectivity can support remote sensing and modeling to inform management of woody plant encroachment. *Rangeland Ecology & Management*, 95(1), 84-99.
- Scholtz, R., Uden, D.R., Allred, B.W., Donovan, V.M., Maestas, J.D., Morford, S.L., Jones, M.O., Naugle, D.E., and .. Twidwell, D. (2025). Reconciling scale using the Resist-Accept-Direct (RAD) Framework to improve management of woody encroachment in grasslands. *Journal of Environmental Management*, 387, 125820.
- Schuurman, G.W., Cole, D.N., Cravens, A.E., Covington, S., Crausbay, S.D., Hoffman, C.H., ... and O'Malley, R. (2022). Navigating ecological transformation: Resist-accept-direct as a path to a new resource management paradigm. *BioScience*, 72(1), 16-29.
- Van Auken, O.W. (2009). Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 2931-2942.
- Weber-Grullon, L., Gherardi, L., Rutherford, W.A., Archer, S.R., and Sala, O.E. (2022). Woody-plant encroachment: Precipitation, herbivory, and grass-competition interact to affect shrub recruitment. *Ecological Applications*, 32(3), e2536.
- Witkin, B.R., and Altschuld, J.W. (1995). *Planning and conducting needs assessments: A practical guide*. USA: Sage Publications, 328p.

## Application of the Delphi method in explaining the causes and factors of woody plant encroachment by *Astragalus brachycalyx* and analyzing its consequences on livestock production systems

Shahram Mansouri<sup>1</sup>, Elham Ghehsareh Ardestani<sup>\*2</sup>, Hojatollah Khedriharibvand<sup>3</sup>, Zahra Heidari Ghahfarrokhi<sup>4</sup>



### Research Article

1. Ph.D. student of Rangeland Science and Engineering, Department of Natural Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[shahrammansoori@gmail.com](mailto:shahrammansoori@gmail.com)

2. Associate Professor, Department of Natural Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[elham.ghehsareh@sku.ac.ir](mailto:elham.ghehsareh@sku.ac.ir)

\* Corresponding author

3. Assistant Professor, Department of Natural Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[h.khedri@sku.ac.ir](mailto:h.khedri@sku.ac.ir)

4. Ph.D. Graduate of Rangeland Science and Engineering, Department of Natural Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[z.heidari.gh@gmail.com](mailto:z.heidari.gh@gmail.com)

**Article Code:** 2602-1156

**Countinus Pagnation:** 1271-1284

**Received:** 26 February 2026

**Accepted:** 31 May 2026

**Online:** 10 Juan 2026

**Review speed:** 95 days

### Citation:

Mansouri, SH., Ghehsareh Ardestani, E., Khedriharibvand, H., and Heidari Ghahfarrokhi, Z. (2026). Application of the Delphi method in explaining the causes and factors of woody plant encroachment by *Astragalus brachycalyx* and analyzing its consequences on livestock production systems. *Management of Natural Ecosystems*, 6(1), 12-25.

### Abstract

The phenomenon of woody plant expansion and dominance is one of the most important processes of land-use change and rangeland ecosystem transformation in different parts of the world. Understanding this phenomenon and its impacts can be highly effective in the sustainable management of natural resources. This study, as the first systematic research in Iran, was conducted to identify and rank the components related to the woody plant encroachment and dominance in the rangelands of Chaharmahal and Bakhtiari Province using the Delphi methodology. In this regard, an initial set of questions related to this phenomenon was initially extracted from the scientific literature. A Cronbach's alpha coefficient of 0.85 indicated the acceptable validity and reliability of the questionnaire. After determining the statistical population of 30 individuals, the questionnaire was circulated among the panel members in three rounds. Based on the results of this study, the respondents showed a level of consensus ranging from moderate (Kendall's  $W=0.38$ ) to relatively strong (Kendall's  $W=0.50$ ) in the third round regarding the change in vegetation cover in the province's rangelands, their understanding of the signs and symptoms of vegetation change and the trend towards the emergence and occurrence of this phenomenon. The results indicated that the most important factors influencing this phenomenon over the past few decades in the province's rangelands were the criteria of natural factors with relatively strong consensus (Kendall's  $W=0.60$ ), and the most important indicators of this phenomenon were decreased precipitation and changes in precipitation type with moderate consensus. Concerning livestock production systems, the participants in this study showed relatively strong consensus (Kendall's  $W=0.54$  and  $0.55$ , respectively) regarding changes in livestock feeding, grazing, and browsing practices, as well as changes in survival, reproduction (offspring production), and dairy production in livestock systems in recent decades. The findings of this research can serve as a basis for designing proactive management strategies in rangelands susceptible to this phenomenon. Furthermore, the application of the Delphi method is introduced as an effective tool for reducing uncertainty and proposing sustainable management strategies in the province's rangelands.

### Key Words:

Woody plant encroachment, Delphi method, Iranian rangelands, anthropogenic factors, expert consensus, Chaharmahal and Bakhtiari.