

## ارتباط کیفیت عرصه رویشگاهی و مقدار بهره‌برداری آنگوزه شیرین جهت تخمین مکانی ارزش اقتصادی آن در استان خراسان جنوبی

فاطمه جهانی شکیب،<sup>۱\*</sup> محمد ساغری،<sup>۲</sup> طاهره اردکانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶

### چکیده

کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی رویشگاهی منجر به درک نسبی از وضعیت اکوسیستم می‌شود؛ اما توسعه، بهره‌برداری صحیح و اتخاذ تصمیمات مدیریتی در گرو ارزش‌گذاری مکانمند خدمات پس از کمی‌سازی آن‌هاست. ارزش‌گذاری رویشگاه‌های گیاهی اهمیت قابل توجهی در حفاظت از تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم دارد. پژوهش حاضر با هدف تخمین مکانی ارزش اقتصادی، به کمی‌سازی کیفیت رویشگاه‌های استان خراسان جنوبی با مدل InVest پرداخته است. با توجه به آمار موجود و موثق از برداشت گونه گیاهی آنگوزه شیرین در عرصه‌های رویشگاهی، ارتباط بین کیفیت رویشگاه و عملکرد تولید این گیاه، با استفاده از روش‌های زمین‌آمار بررسی شد. سپس از معادله رگرسیون فضایی به‌دست‌آمده و قیمت بازاری برای تخمین ارزش اقتصادی عرصه‌های رویشگاهی استفاده شد. نتایج حاکی از تخمین میانگین و واریانس ارزش اقتصادی در عرصه‌های رویشگاهی، به ترتیب ۰/۰۴۲ و ۰/۰۲۶ میلیون ریال بود. همچنین مجموع ارزش اقتصادی ۴۴۳۴۶۶/۱ میلیون ریال تقریباً معادل ۰/۴۴ همت به دست آمد. به‌کارگیری چنین ارزیابی‌هایی اطلاعات کارآمدی را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا منافع مالی را در برابر وجود گونه‌های گیاهی متنوع، به‌ویژه در مناطقی که در معرض تخریب زمین قرار دارند، متعادل کنند. رویکرد ابتکاری و کاربردی این پژوهش می‌تواند با توجه به محدودیت‌های هزینه، زمان و حجم داده برای دستیابی به درک سریع از منطقه، مورد توجه مدیران سرزمینی قرار گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** تهدید، خدمت رویشگاهی، خراسان جنوبی، قیمت بازاری، منافع.

۱. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، نویسنده مسئول، jahanishakib@birjand.ac.ir

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، msaghari@birjand.ac.ir

۳. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران، ardakani@ardakan.ac.ir

## مقدمه

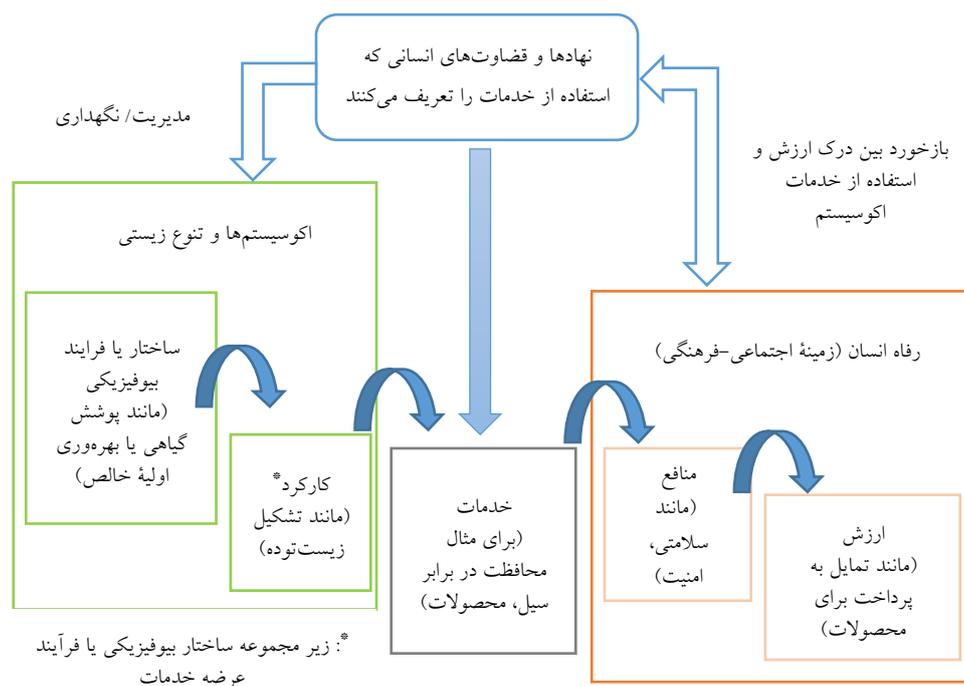
محل زندگی گونه اعم از گیاه یا جانور به کار می‌رود. اکوسیستم‌های طبیعی هرآنچه را همه گونه‌های گیاهی و جانوران وحشی برای بقای خود نیاز دارند، فراهم می‌کنند و از این طریق به حفظ تنوع بیولوژیکی و ژنتیکی و فرایندهای تکاملی کمک می‌کنند؛ از این رو حفاظت رویشگاه‌های سالم شرط لازم برای تهیه همه کالاها و خدمات اکوسیستم به‌طور مستقیم و غیرمستقیم هستند (دی گروت و همکاران، ۲۰۰۰). مفهوم خدمات اکوسیستم با ایجاد ارتباط بین نظام‌های طبیعی و اجتماعی - اقتصادی موجب درک بهتر هم‌کنشی نظام‌های مذکور می‌شود و می‌تواند چارچوبی یکپارچه را برای مدیریت بهتر اکوسیستم‌ها فراهم نماید (گوری<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). درنهایت، این ایده را مطرح می‌کند که جوامع انسانی به‌طور نزدیک به اکوسیستم‌های طبیعی و موجوداتی که میزبان آن‌ها هستند وابسته است (باروت<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). شکل (۱) ویژگی‌ها، پتانسیل‌ها و خدمات اکوسیستم را به‌صورت زنجیره مفهومی از ساختارها و فرایندهای اکوسیستم تا رفاه انسان نشان می‌دهد. بنابراین، هنگامی که مدیریت خدمات اکوسیستم به یک اولویت نهادی تبدیل شود، می‌توان از چندین سیاست استفاده کرد تا راه تعامل مردم با محیط را تحت‌تأثیر قرار داد (میآ، ۲۰۰۵) و به برنامه‌ریزی پایدار حفاظت از این مواهب ارزشمند پرداخت.

درک ارزش اقتصادی اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی به چند دلیل مهم است. یکی از این موارد بدون شک متقاعدکننده بودن زبان اقتصادی است؛ یعنی آنچه طبیعت از لحاظ پولی در اختیار ما قرار می‌دهد، به‌عنوان وسیله‌ای قدرتمند برای انتقال اهمیت حفاظت به مخاطبان عام و بعضاً سرسخت تلقی می‌شود (اتکینسون<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). تنوع زیستی اعم از گیاهی و جانوری بخش حساسی از سرمایه طبیعی<sup>۲</sup> است و شامل کارکردهایی است که رفاه افراد و جوامع را در تمام مناطق جهان تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین عاملی است که فرایندهای اکوسیستمی را، که زیربنای خدمات اکوسیستمی است، کنترل می‌کند. مفهوم خدمات اکوسیستم ارتباط نزدیکی با حفاظت و استفاده پایدار از تنوع زیستی دارد (میآ، ۲۰۰۵<sup>۳</sup>).

در برخی موارد دو اصطلاح تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی تقریباً به‌صورت معادل استفاده می‌شوند؛ بدین معنا که آن‌ها عملاً یک چیزند و اگر خدمات اکوسیستمی به‌خوبی مدیریت شوند، تنوع زیستی نیز حفظ می‌شود و برعکس (میس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). تجزیه و تحلیل تنوع زیستی و مدیریت آن به‌شدت تحت‌تأثیر ارزش‌های تنوع زیستی است. از آنجاکه تنوع زیستی به سطوح مختلفی از جمله ژن‌ها، گونه‌ها و اکوسیستم‌ها مربوط می‌شود (سوئیت<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴)، ارزش تنوع زیستی نیز به روش‌های مختلف تعریف می‌گردد. یکی از این ارزش‌ها، ارزش کارکردی تنوع زیستی است که به کارکردهای حمایت از حیات اکوسیستم و حفظ ساختار و پیوستگی بوم‌شناختی کمک می‌کند. دی گروت<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۰) کارکردهای رویشگاهی<sup>۷</sup> را دسته‌ای از خدمات اکوسیستم می‌دانند که بشریت از آن‌ها به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم (نونس و برگ<sup>۸</sup>، ۲۰۰۱) استفاده می‌کند. به‌طور کلی Habitat در انگلیسی، معادل رویشگاه یا زیستگاه است که برای

1. Atkinson
2. Natural capital
3. MEA
4. Mace
5. Swift
6. De Groot
7. Habitat functions
8. Nunes and Bergh

9. Guerry  
10. Barot



شکل (۱): زنجیره‌ای از ساختارها و فرایندهای اکوسیستم تا رفاه انسان (کومار، ۲۰۱۲)

Figure (1): A chain from ecosystem structures and processes to human well-being (Kumar, 2012)

چون بسیاری از کالاها و خدمات اکوسیستم در بازارهای عادی مبادله نمی‌شوند و ویژگی باز آنها عمومی بودن (در برابر خصوصی بودن) است (عیسی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۱). به عبارتی، خدمات اکوسیستمی به‌طور کامل در بازارهای تجاری قابل دادوستد نیستند، یا به‌گونه‌ای که قابل مقایسه با خدمات اقتصادی و سرمایه‌تولیدی باشند، کمی‌سازی نمی‌شوند و اغلب اهمیت بسیار کمی در سیاست‌گذاری‌ها دارند؛ بنابراین به روش‌هایی برای ارزش‌گذاری اقتصادی آنها نیاز است (عبداللهی و ایلدرمی، ۲۰۱۷). ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی علاوه بر نشان دادن ارزش جاری سودمندی‌های اکوسیستم، ارزش سودمندی آینده اکوسیستم را نیز نشان می‌دهد و می‌تواند به‌خوبی به‌عنوان ارزش حفاظت از اکوسیستم در مقابل ارزش سرزمین در صورت اختصاص دادن آن به کاربری‌های دیگر به کار گرفته شود (عبداللهی و ایلدرمی، ۲۰۱۷). نقطه شروع برای تفکر در مورد ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی این است که چنین ارزیابی‌هایی بر تئوری استاندارد اقتصادی همراه با پشتوانه علوم طبیعی تکیه داشته باشند (اتکینسون و همکاران، ۲۰۱۴). لذا مطالعاتی متعددی در سراسر جهان برای ارزش‌گذاری اقتصادی خدمت زیستگاهی، تنوع

کیفیت رویشگاه<sup>۱</sup> در مقیاس فضایی متغیر است که می‌توان آن را با تجزیه و تحلیل اطلاعات کاربری زمین و تهدیدات آن، تخمین زد (یین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۲). تهیه نقشه خدمات رویشگاهی یکی از صریح‌ترین روش‌ها برای گنجاندن خدمات در ارزیابی‌های حفاظتی است. این امر با شناسایی و نقشه‌برداری از جمعیت‌ها، گونه‌ها و انواع رویشگاه‌ها که مسئول ارائه خدمات هستند امکان‌پذیر بوده (کرم، ۲۰۰۵<sup>۳</sup>) و مستلزم درک درستی از بوم‌شناسی خدمات و توزیع فضایی آنها، الزامات حفاظتی یا مدیریتی آن و همچنین مزایای آن برای انسان در فضا و زمان است (میا، ۲۰۰۵؛ کرم، ۲۰۰۵؛ ون جارسولد<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵).

کمی‌سازی و مدل‌سازی خدمات رویشگاهی منجر به درک و آگاهی نسبی از تأثیر تغییرات بر اکوسیستم شده و به اتخاذ تصمیمات صحیح مدیریتی کمک می‌کند. اما بهره‌برداری کامل از چنین مدل‌سازی‌هایی در مدیریت سرزمین را می‌توان در ارزش‌گذاری مکانمند خدمات پس از کمی‌سازی آنها دانست.

1. Habitat quality
2. Yin
3. Kremen
4. Van Jaarsveld

زیستی و گونه‌ها انجام شده که در ادامه تشریح شده است. نونس و برگ<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۱ دیدگاه‌های مختلف ارزش‌گذاری (اعم از هزینه سفر<sup>۲</sup> (TC)، هدانیک<sup>۳</sup> (HP)، رفتار اجتناب‌شده<sup>۴</sup> (AB)، تابع تولید<sup>۵</sup> (PF)، ارزش‌گذاری مشروط<sup>۶</sup> (CV)) تنوع زیستی را که در چهار سطح ژن، گونه، اکوسیستم و کارکرد تعریف و از طریق عوامل متعددی، ارزش آن‌ها را مشخص کردند. عوامل متشکل از ارزش‌های ابزاری در مقابل ارزش‌های ذاتی، تنوع محلی در مقابل جهانی، تنوع حیات در مقابل منابع بیولوژیکی و... بود. همچنین پیشنهادهایی در مورد اینکه کدام روش ارزیابی اقتصادی می‌تواند به کدام نوع ارزش تنوع زیستی بپردازد، ارائه شده است. در سال ۲۰۰۳ براک و گزپاداس<sup>۷</sup> تلاش‌هایی برای ایجاد یک چارچوب مفهومی با هدف ارزش‌گذاری تنوع زیستی انجام شد. هدف از آن تدقیق و عینیت‌بخشی به ایده ذهنی رایج در مورد ارزیابی تنوع زیستی بود. آن‌ها با به‌کارگیری یک مدل یکپارچه مدیریت اقتصادی بهینه یک اکوسیستم تحت محدودیت‌های اکولوژیکی و ژنتیکی، از طریق تعریف معیار رفاه اقتصادی، شبیه‌سازی‌های عددی و غیرخطی، سیستم متنوع‌تری را ایجاد کردند (براک و گزپاداس، ۲۰۰۳).

در راستای نگرانی‌های مربوط به کاهش سطوح تنوع زیستی ناشی از سیاست‌های توسعه‌ای، کریستی<sup>۸</sup> و همکارانش (۲۰۰۶) آزمایش انتخاب<sup>۹</sup> و روش ارزش‌گذاری مشروط را برای ارزش‌گذاری تنوع زیستی به کار بردند. این باور وجود داشت که سطح عمومی آگاهی عموم مردم و درک معنای تنوع زیستی آن‌ها پایین و پیچیده است؛ ولی نتایج مهم حاصل از مطالعات ارزش‌گذاری نشان داد که عموم مردم، اما نه همه، ترجیحات ارزش‌گذاری مثبتی برای بیشتر جنبه‌های تنوع زیستی و یا حتی بی‌تفاوتی نسبت به چگونگی حفاظت از تنوع زیستی هم دارند. از این‌رو، آن‌ها میزان تأثیر کارگاه‌های ارزشیابی برای

1. Nunes & Bergh
2. Travel cost
3. Hedonic price
4. Averting behavior
5. Production function
6. Contingent valuation
7. Brock & Xepapadeas
8. Christie
9. Choice experiment

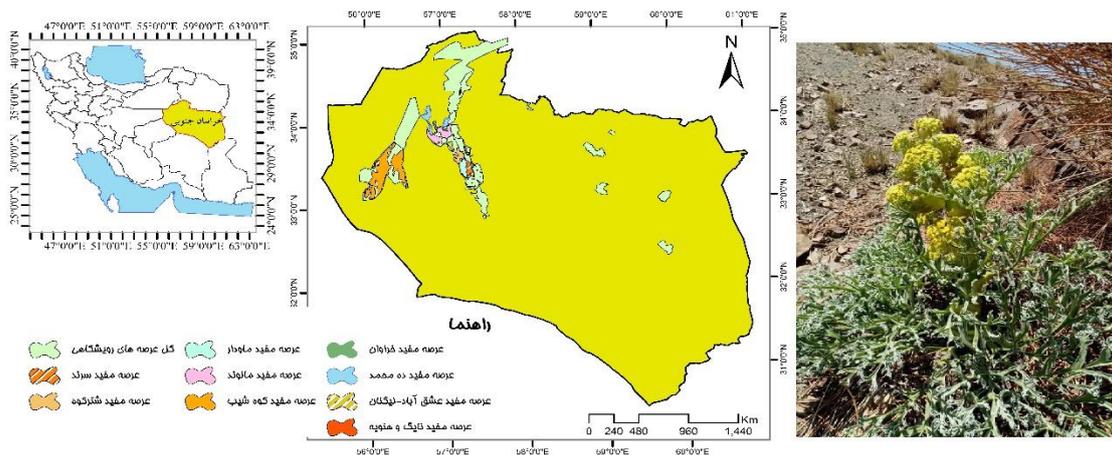
10. Toolkit
11. Kroeger
12. Yao

عبارت‌اند از درمنه کوهی، بادامشک، بنه، چوبک، کلاه میرحسن، گون و... و در رویشگاه‌های دشتی، گونه‌های گیاهی از نوع بوته‌ای و درختچه‌ای غالب هستند، که مهم‌ترین آن‌ها، درمنه دشتی (*Artemisia siberi*)، قیچ (*Zygophyllum eurypterum*)، دیودال (*Ammodendron persicum*)، رمس (*Hammada salicornica*)، تاغ (*Haloxylon ammodendron*)، اشنان (*Seidlitzia rosmarinus*)، اسکنبیل (*Calligonum comosum*) هستند (طرح آمایش استان خراسان جنوبی، ۱۳۹۶). تاکنون مطالعات محصولات فرعی مرتعی در قالب ۲۸ منطقه رویشگاهی انجام شده است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان جنوبی، ۱۴۰۰) که ۲۲ منطقه آن در غرب استان در شهرستان‌های طبس و بشرویه است. از طرفی در محدوده مورد مطالعه، تنها برخی از محصولات فرعی مرتعی مانند آنگوزه شیرین (*Ferula assafoetida*)، و شاء یا کندل (*Dorema ammuniacum*) و آویشن (*Thymus transcapanis*) دارای طرح بهره‌برداری هستند که دو مورد اخیر فاقد آمار ثبت شده است. به دلیل اینکه برخی از این طرح‌ها در حال اجرا و برخی اجرا شده هستند، مبنای این پژوهش براساس مقادیر ثبت شده‌ی برداشت گیاه دارویی آنگوزه شیرین در سال ۱۴۰۰ از عرصه‌های مفید، طی قراردادهایی منعقد شده در اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان جنوبی قرار گرفته است. در شکل (۲)، کل عرصه‌های رویشگاهی گیاه آنگوزه شیرین و عرصه‌های مفید قابل بهره‌برداری از این گیاه در رویشگاه‌های سُرند، شترکوه، ماوذر، ملوند، کوه شیب، خُراوان، ده محمد، عشق آباد-نیگنجان، نایگ و هنویه مشخص شده است. مشخصات رویشگاه‌های قابل بهره‌برداری در جدول (۱) بیان شده است.

برخی تحقیقات اخیر بحث برانگیز بودن نتایج را پذیرفته و برای کاهش تغییرپذیری ارزش‌های تخمینی پیشنهاداتی ارائه نمودند. لذا این پژوهش با توجه به ضرورت تحقیق در فرایند برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین به دنبال تخمین مکانی ارزش اقتصادی خدمت رویشگاهی بر مبنای تحلیل ارتباط کیفیت رویشگاه و بهره‌وری تولید گیاه آنگوزه شیرین در عرصه‌های رویشگاهی گیاه مربوط در استان خراسان جنوبی انجام شده است. چارچوبی که در این پژوهش معرفی شده است، رویکرد ابتکاری و کاربردی دارد که می‌تواند با توجه به محدودیت‌های هزینه، زمان و حجم داده برای دستیابی به درک سریع از منطقه، می‌تواند مورد توجه مدیران سرزمینی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

محدوده مطالعه این پژوهش، استان خراسان جنوبی است. این استان در شرق ایران بین ۵۷ درجه و ۱ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۴/۶ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۲). استان خراسان جنوبی، حدود ۱ درصد جمعیت کشور و بیش از ۹ درصد مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. در این بین، عمده رویشگاه‌های آنگوزه شیرین در شهرستان‌های طبس و بشرویه واقع شده است. میانگین ارتفاع در رویشگاه‌های آنگوزه شیرین، ۱۲۸۹ متر و براساس روش دومارتن، دارای اقلیم خشک است. به‌طور کلی سیمای منابع طبیعی استان خراسان جنوبی به سه عرصه جنگل، مرتع و بیابان اختصاص دارد که از این بین، بیشترین میزان مربوط به مراتع و کمترین آن مربوط به عرصه‌های جنگلی است. تیپ‌های گیاهی غالب شهرستان‌های استان خراسان جنوبی، عمدتاً در بخش کوهستانی و دشتی پراکنش دارند. گونه‌های غالب رویشگاه‌های کوهستانی



شکل (۲): موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعه و پراکنش عرصه‌های رویشگاهی آنغوزه شیرین (نگارندگان)  
 Figure (2): Geographical location of the study area and distribution of *Ferula assafoetida* habitats

تهدید، کاربری اراضی، حساسیت رویشگاه به تهدید، فاصله بین رویشگاه، منابع تهدید و وجود رویشگاه (حضور/ فقدان) قادر به مدل‌سازی رویشگاه است (انیسیایی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). این مدل، داده‌های مربوط به کاربری زمین را به‌مثابه رویشگاه‌های بالقوه می‌داند و با عوامل تهدید تنوع زیستی، برای تولید نقشه کیفیت رویشگاه ترکیب می‌کند. اینکه یک نوع کاربری و پوشش اراضی، رویشگاه گونه محسوب شود یا نه، به هدف حفاظت از تنوع زیستی بستگی دارد. هرچند این مدل دو نوع خروجی مهم شامل شاخص کیفیت رویشگاه و میزان نسبی تخریب رویشگاه تولید می‌کند که در زمینه ارزیابی اولیه نیازهای حفاظتی مفید هستند (شارپ و همکاران، ۲۰۱۸)؛ اما در این پژوهش با توجه به هدف ارزش‌گذاری اقتصادی مکانمند، بر خروجی اول آن تکیه داشته است. بنابراین نقشه‌های پایه مورد نیاز شامل نقشه کاربری اراضی و منابع تهدید در قالب نقشه رستری به مدل ارائه شدند. جدولی از انواع کاربری و پوشش زمین موجود در منطقه مورد مطالعه با فرمت استاندارد تهیه و بررسی شد که کدام کاربری و پوشش زمین را می‌توان رویشگاه محسوب نمود. در ادامه، حساسیت نسبی هر تیپ اکوسیستم (کاربری و پوشش زمین) نسبت به هر تهدید در قالب فرمت CSV مشخص نیز تهیه شد. در این خصوص  $S_{ijr} \in [0,1]$  حساسیت کاربری و پوشش اراضی (تیپ رویشگاه) نسبت به تهدید  $r$  را نشان می‌دهد که با

جدول (۱): مشخصات رویشگاه‌های قابل بهره‌برداری آنغوزه شیرین

Table (1): Characteristics of exploitable habitats of *Ferula assafoetida*

مشخصه	توضیح در رویشگاه‌های آنغوزه شیرین
ارتفاع رویشگاه	به‌طور میانگین ۱۲۸۹ متر
جهت غالب جغرافیایی	غربی
شیب غالب رویشگاه	شیبهای ۵-۳۰٪ و ۶۵-٪
میانگین بارندگی سالانه	به‌طور میانگین ۱۴۰ میلی‌متر
متوسط دمای سالانه	به‌طور میانگین ۱۸ درجه سانتی‌گراد
گونه‌های همراه	درمنه کوهی، آویشن کوهی، بادامشک
درصد پوشش تاجی رویشگاه	به‌طور میانگین ۱۲-۱۵٪
مقدار تولید به‌ازای هر پایه	به‌طور میانگین ۳۵ گرم
تعداد دفعات تیغ‌زنی	در کل ۸۵ روز برداشت، هر ۳ یا ۴ روز یک بار تیغ‌زنی انجام می‌شود
روش تیغ‌زنی	سر زنی
تراکم پایه‌های آنغوزه در هکتار	۲۲۰-۲۰۰ تعداد در پلات
زمان بهره‌برداری	ماه‌های تیر، مرداد و شهریور
مقدار بهره‌برداری شده از رویشگاه مورد نظر	میانگین ۲۷ تن (یک‌سوم شیرابه، دوسوم کشته)

### روش شناختی تحقیق

#### مرحله اول: کمی‌سازی کیفیت رویشگاه

منطقه مدل‌سازی کیفیت رویشگاه به روش InVest این است که هرچه رویشگاه و یا زیستگاه، کیفیت بهتری داشته باشد، از تنوع زیستی بیشتری می‌تواند حمایت نماید (شارپ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). لذا بسیاری از رهیافت‌های ارزیابی رویشگاه یا زیستگاه برای جانور و گیاه مشترک بوده و صرفاً پارامترهای وابسته به آن‌ها بسته به اکولوژی گونه متفاوت است. مدل کیفیت رویشگاه InVest بر مبنای تهدیدهای انسانی، وزن نسبی هر

2. Berta Aneseyee

1. Sharp

## مرحله سوم: ارزش‌گذاری مکانمند اقتصادی عرصه‌های

### رویشگاهی گیاه آنگوزه شیرین

روش ارزش‌گذاری اقتصادی در این پژوهش، روش قیمت بازار بوده است. قیمت بازار از برخورد عرضه (واکنش تولیدکنندگان) و تقاضای (واکنش مصرف‌کنندگان) کالا و خدمات به دست می‌آید. این روش از تکنیک‌های اقتصادی استاندارد برای اندازه‌گیری فواید اقتصادی از کالاهای عرضه‌شده براساس کمیت خرید افراد در قیمت‌های مختلف و کمیت عرضه در قیمت‌های متفاوت استفاده می‌کند (امیرنژاد و عطایی سلوط، ۲۰۱۱). روش قیمت بازار فقط برای ارزش‌گذاری خدمات و محصولاتی به کار می‌رود که دارای بازار باشند و از قیمت‌های متداول برای کالاها و خدمات در بازارها استفاده می‌کند. لذا ابعاد مطرح‌شده روش قیمت بازار برای ارزش‌گذاری در این پژوهش مناسب شناخته شده است و با داشتن عملکرد تولید در پیکسل و قیمت محصولات آنگوزه شیرین، ارزش‌گذاری مستقیم بازار انجام شد. اگرچه سال ۱۴۰۰ برداشت آنگوزه ممنوع بوده، سال ۱۳۹۹ شیرابه آنگوزه شیرین متوسط ۱۵.۰۰۰.۰۰۰ ریال قیمت داشته است. از آنجاکه قیمت کشته یک‌پنجم قیمت شیرابه است، قیمت هر کیلوگرم شیرابه آنگوزه شیرین در سال ۱۴۰۰، معادل ۲۲.۰۰۰.۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. به‌منظور ارزش‌گذاری مکانمند اقتصادی، نقشه‌های ارزش اقتصادی گیاهان دارویی از طریق اعمال معادله (۲) بر نقشه‌های عملکرد تولید گیاهان دارویی با استفاده از ابزار محاسبه شطرنجی<sup>۱</sup> در سامانه اطلاعات جغرافیایی حاصل گردید.

(۲) ارزش اقتصادی آنگوزه شیرین در هر پیکسل از

عرصه‌های رویشگاهی =

(نقشه عملکرد تولید آنگوزه شیرین \*  $\frac{2}{3}$  \* قیمت

کشته) + (نقشه عملکرد تولید آنگوزه شیرین \*  $\frac{1}{3}$  \* قیمت شیرابه)

## نتایج

به‌منظور کمی‌سازی شاخص کیفیت رویشگاه، تهدیدهای شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه مطابق شکل (۳) با اندازه تفکیک ۳۰ متری نقشه‌سازی شد. این تهدیدها شامل تهدیدهای

نزدیک شدن به یک حساسیت بیشتر می‌شود. مدل فرض می‌کند که حساسیت بیشتر یک تیپ رویشگاهی نسبت به یک تهدید، تخریب بیشتر آن تیپ رویشگاه را به دنبال خواهد داشت. میزان تخریب‌شدگی پیکسل با استفاده از تابع نیم‌اشباع به کیفیت رویشگاه تبدیل می‌شود. هرچه میزان تخریب افزایش یابد، کیفیت رویشگاه کاهش می‌یابد. کیفیت رویشگاه در سلول  $x$  که در کاربری/پوشش اراضی  $j$  قرار دارد با  $Q_{xj}$  نشان داده می‌شود (معادله ۱).

$$Q_{xj} = H_j \left( 1 - \left( \frac{D_{xj}^z}{D_{xj}^z + k^z} \right) \right) \quad (1)$$

اگر  $H_j = 0$  باشد،  $Q_{xj}$  برابر با صفر خواهد بود. با  $Q_{xj}$  با  $H_j$  افزایش می‌یابد و با  $D_{xj}$  کاهش می‌یابد.  $Q_{xj}$  هیچ‌گاه بزرگ‌تر از یک نمی‌شود.  $z$  و  $k$  اعداد ثابت هستند که  $z$  برابر ۲/۵ است. ثابت  $k$  ثابت نیم‌اشباع است و توسط کاربر تعیین می‌شود (شارپ و همکاران، ۲۰۱۸).

## مرحله دوم: تحلیل ارتباط بین کیفیت رویشگاه و میزان تولید

پیش‌تر نیز بیان شد که به‌دلیل وجود آمار ثبت‌شده از بهره‌برداری گیاه آنگوزه شیرین (*Ferula assafoetida*)، این پژوهش با تأکید بر آنگوزه شیرین انجام شده است؛ لذا ارتباط بین عملکرد تولید (متغیر وابسته) و کیفیت رویشگاه (متغیر مستقل)، با استفاده از اطلاعات ثبت‌شده در طرح‌های بهره‌برداری آنگوزه شیرین در عرصه‌های مفید رویشگاه‌های مربوط بررسی شد. این ارتباط از طریق تحلیل آمار فضایی بین نقشه‌های کیفیت رویشگاه و میانگین عملکرد در عرصه‌های مفید رویشگاه گونه آنگوزه شیرین در محدوده مطالعه انجام شد. سپس براساس معادله رگرسیونی به‌دست‌آمده به کل عرصه رویشگاه‌های آنگوزه شیرین در محدوده مطالعه، تعمیم داده شد و عملکرد تولید بر مبنای کیفیت رویشگاه به دست آمد. این عملکرد شامل محصولات شیرابه و کشته آنگوزه شیرین بود. نسبت شیرابه به کشته به‌دست‌آمده ۱ به ۲ است؛ به عبارت دیگر از هر بوته آنگوزه به‌طور متوسط ۱۰ گرم شیرابه و ۲۰ گرم کشته استحصال در نظر گرفته شده است.

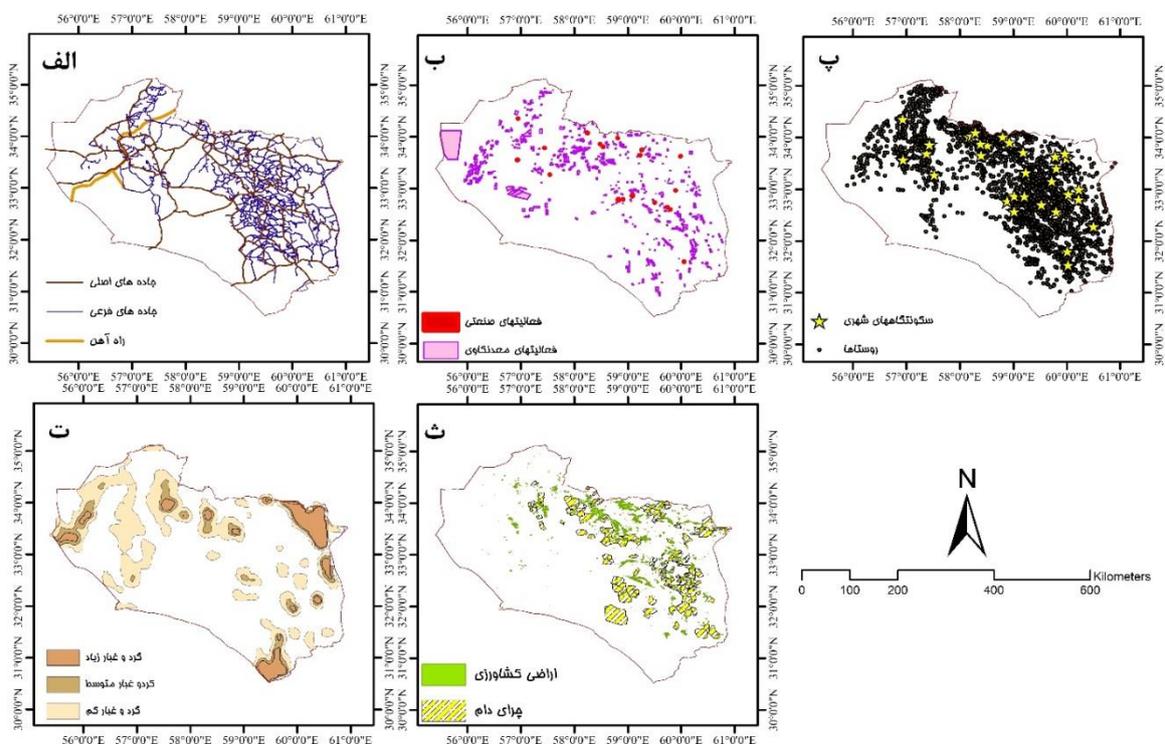
تهیه گردید. همچنین امتیاز تناسب زیستگاهی مربوط به هر نوع کاربری و پوشش زمین و میزان حساسیت هر تیپ کاربری و پوشش زمین به منابع تهدید با نظرات کارشناسی به شرح جدول (۳) تعیین شد و با فرمت CSV. تهیه و وارد مدل گردید.

ناشی از حمل و نقل (جاده‌های اصلی، فرعی و راه‌آهن)، صنعت و معدن، سکونتگاه‌ها، کشاورزی و تهدیدهای ناشی از منشأهای گردوغبار و مکان‌های چرای دام می‌شوند. سپس برای دستیابی به وزن عوامل تهدید و فاصله مؤثر هر تهدید از نظرات تخصصی استفاده شد و جدول (۲) برای ورود به مدل InVest

جدول (۲): مشخصه‌سازی تهدیدهای مناطق رویشگاهی در محدوده مطالعه

Table (2): Characterization of habitat area threats in the study area

تهدید	حداکثر فاصله اثرگذاری (برحسب متر)	وزن (عددی بین صفر تا یک)	نوع تابع تنزل (خطی یا نمایی)
اراضی کشاورزی	۱۰۰۰	۰.۳	۰
مناطق روستایی	۳۰۰۰	۱	۱
سکونتگاه‌ها	۵۰۰۰	۱	۰
معدنکاوی	۲۰۰۰	۰/۹	۰
مناطق صنعتی	۵۰۰۰	۰/۶	۰
جاده‌های اصلی	۲۰۰۰	۰/۵	۰
جاده‌های فرعی	۲۰۰۰	۰/۴	۱
راه‌آهن	۱۰۰۰	۰/۱	۰
کانون‌های گردوغبار	۳۰۰۰	۰/۹	۰
چرای دام	۳۰۰۰	۱	۱



شکل (۳): تهدیدهای شناسایی شده ناشی از الف) شبکه حمل و نقلی؛ ب) فعالیت‌های صنعتی و معدنی؛ پ) سکونتگاه‌های شهری و روستایی؛

ت) منشأهای گردوغبار؛ ث) اراضی کشاورزی و چرای دام

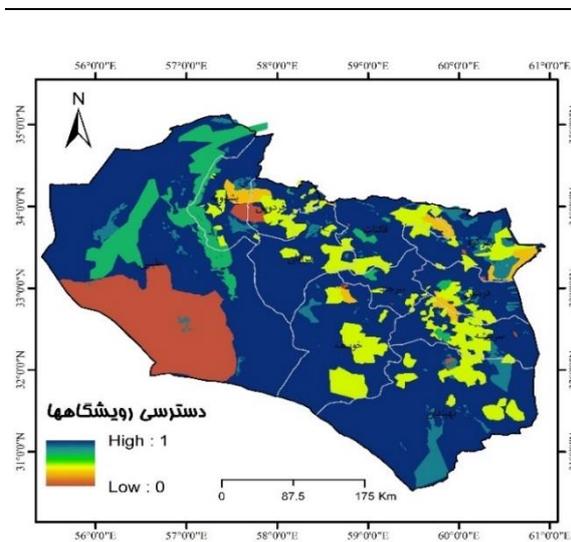
Figure (3): Identified threats caused by a) transportation network, b) industrial and mining activities, c) urban and rural settlements, d) dust sources, and d) agricultural and grazing lands

جدول (۳): مشخصه‌سازی تهدیدهای مناطق رویشگاهی در محدوده مطالعه

Table (3): Characterization of habitat area threats in the study area

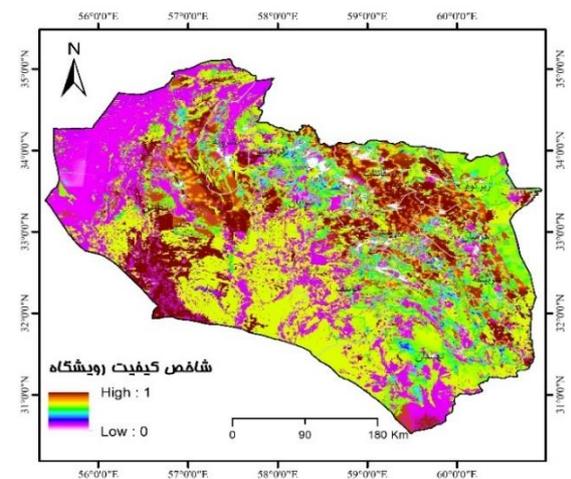
تهدید/ کاربری	مطلوبیت رویشگاه	اراضی کشاورزی	مناطق روستایی	سکونتگاه‌ها	معدن کاوی	مناطق صنعتی	جاده اصلی	جاده فرعی	راه آهن	کانون‌های گردوغبار	چرای دام
بدنه آبی و دق‌ها	۰/۳	۰/۴	۰/۸	۰/۵	۱	۱	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۵
جنگل تنک	۰/۷	۰/۹۵	۱	۰/۹	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱
جنگل انبوه و نیمه‌انبوه	۱	۰/۹۵	۱	۰/۹	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱
کشاورزی	۰/۰۵	۰	۱	۰/۱	۰/۱	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱
سکونتگاه‌ها	۰	۰	۰	۰	۰/۶	۰/۸۵	۰	۰/۵	۱	۰/۸۵	۰
بایر	۰/۲	۱	۱	۰/۵	۰/۷	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱
مراتع تنک	۰/۷	۱	۱	۰/۶	۰/۹	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱
مراتع متراکم و نیمه‌متراکم	۱	۱	۱	۰/۷	۰/۹	۱	۱	۰/۵	۱	۰/۸۵	۱

مناطق آزاد



شکل (۴): میزان دسترسی رویشگاه‌ها در محدوده مطالعه

Figure (4): The accessibility of habitats in the study area



شکل (۵): مدل‌سازی شاخص کیفیت رویشگاه با روش اینوست

Figure (5): Modeling habitat quality index with InVest method

فرض مدل بر این است که حمایت قانونی از بعضی مناطق

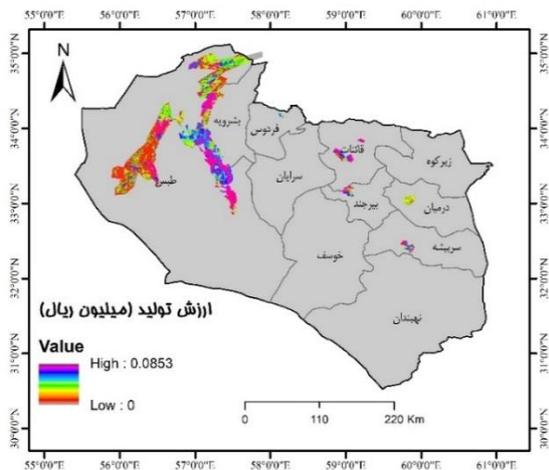
رویشگاهی باعث می‌شود این مناطق کمتر تحت تأثیر تهدیدات قرار گیرند. با توجه به اینکه اثر تهدید بر زیستگاه با افزایش فاصله از منبع تخریب کاهش می‌یابد (فورمن<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۳)، جدول (۴) میزان دسترسی‌پذیری رویشگاه‌های استان را نشان می‌دهد. ذخیره‌گاه جنگلی، رویشگاه گیاهان دارویی، جنگل‌های دست‌کاشت، تاغزارهای طبیعی و طرح‌های مرتع‌داری عمدتاً مناطقی در استان هستند که مورد حمایت قرار گرفته و برداشت گیاهان دارویی در آن محدودیت دارد. همچنین مناطق تحت حفاظت شامل منطقه حفاظت‌شده و پناهگاه حیات وحش به سبب حمایت قانونی، در مقابل اثر تهدید ارزش کمتر از یک می‌گیرند، درحالی‌که سایر مناطق ارزش یک می‌گیرند. نقشه میزان دسترسی مناطق رویشگاهی تولیدشده در شکل (۴) به تصویر کشیده شده است. در نهایت شاخص کیفیت رویشگاه با روش InVest مطابق شکل (۵) مدل‌سازی شد.

جدول (۴): میزان دسترسی مناطق رویشگاهی

Table (4): Availability of habitat areas

مناطق	میزان دسترسی (عددی بین صفر تا یک)
ذخیره‌گاه‌های جنگلی	۰/۱
طرح‌های مرتع‌داری	۰/۴
رویشگاه گیاهان دارویی	۰/۶
جنگل‌های دست‌کاشت	۰/۰۵
تاغزارهای طبیعی	۰/۷
پناهگاه حیات وحش	۰/۱
مناطق حفاظت‌شده	۰/۳
منطقه شکار ممنوع	۰/۸

در نهایت مطابق با شکل (۸)، ارزش اقتصادی رویشگاه‌های آنغوزه شیرین در عرصه‌های رویشگاهی، بر مبنای نقشه عملکرد بهره‌برداری و قیمت بازاری به دست آمد. این نقشه بیانگر پراکنش مکانی ارزش اقتصادی رویشگاه‌های گونه آنغوزه شیرین در مقیاس پیکسل بر حسب میلیون ریال است. نتایج آمار فضایی در عرصه‌های رویشگاهی نشان داد بیشترین ارزش اقتصادی در پیکسل‌های مورد مطالعه (۹۰۰ متر مربع معادل ۰/۰۹ هکتار)، به میزان ۰/۰۸۵ میلیون ریال معادل ۸۵۰.۰۰۰ ریال است. میانگین و واریانس ارزش اقتصادی، به ترتیب ۰/۰۴۲ و ۰/۰۲۶ میلیون ریال تخمین زده شد. همچنین مجموع ارزش اقتصادی ۴۴۳۴۶۶/۱ میلیون ریال تقریباً معادل ۰/۴۴ همت است. شایان ذکر است ارقام گزارش شده صرفاً در عرصه رویشگاهی، که دارای آمار مثبتی موثق بوده، به دست آمده است. سایر مناطقی که به رنگ خاکستری در نقشه‌های مذکور ملاحظه می‌گردد، اگرچه مطابق با نتایج این تحقیق دارای کیفیت رویشگاهی است، به دلیل فقدان آماری در محاسبات عملکرد بهره‌برداری و ارزش تولید وارد نشده است.



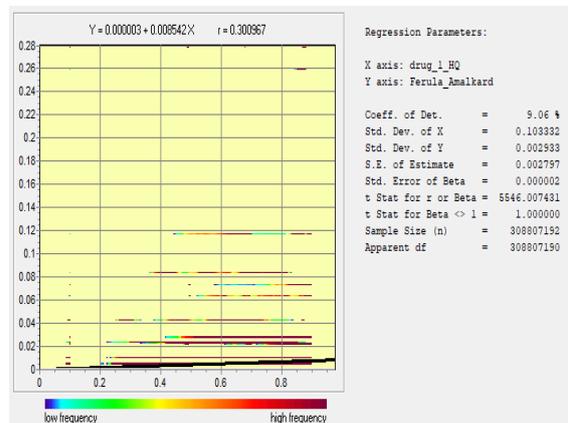
شکل (۸): نقشه ارزش اقتصادی در عرصه‌های رویشگاهی آنغوزه شیرین در پیکسل

Figure (8): Map of economic value in the habitat areas of *Ferula assafoetida* in pixels

### بحث و نتیجه گیری

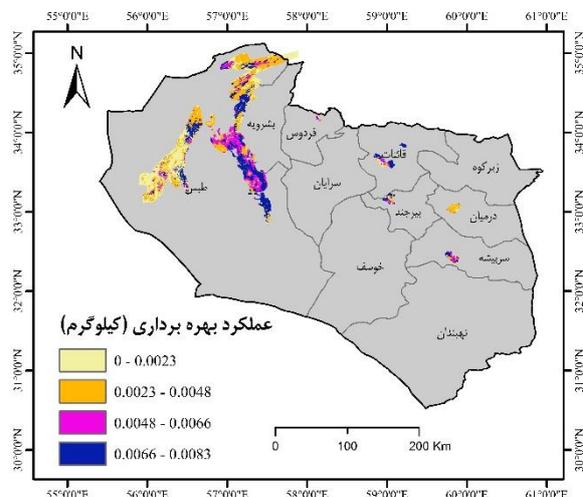
این پژوهش در راستای کمی‌سازی و مدل‌سازی خدمت رویشگاهی، حاوی به‌کارگیری داده‌های مکانی مربوط به تهدیدهای منطقه‌ای بود و توانست کیفیت رویشگاه‌های استان خراسان جنوبی را نمایان سازد. نقشه پراکنش کیفیت خدمت

بر اساس تحلیل آمار فضایی، بین نقشه‌های کیفیت و میزان تولید در عرصه‌های مفید، معادله رگرسیون مکانی با مقدار معنی داری بالا با توجه به آزمون t مطابق با شکل (۶) به دست آمد. سپس معادله به دست آمده ( $Y=0.000003 + 0.008542X$ )، به کل عرصه رویشگاه‌های آنغوزه شیرین در محدوده مطالعه تعمیم داده شد و میزان عملکرد تولید آنغوزه شیرین به صورت نقشه موجود در شکل (۷) تخمین زده شد. ضریب تعیین (Coeff. Of Det.) نشان می‌دهد که ۹/۰۶ درصد از تغییرات متغیر وابسته (Y) را می‌توان با تغییرات متغیر مستقل (X) توضیح داد. انحراف معیار تخمینی (۰/۰۰۲۷۹۷) و خطای استاندارد بتا یا شیب (۰/۰۰۰۰۰۲) نشان می‌دهد که ضریب رگرسیون تا چه حد دقت دارد. مقدار بسیار کوچک آن دلالت بر دقت بالای مدل دارد.



شکل (۶): رگرسیون مکانی بین بهره‌برداری و کیفیت رویشگاه‌های آنغوزه شیرین در عرصه‌های مفید

Figure (6): Spatial regression between exploitation and quality of *Ferula assafoetida* habitats in useful areas



شکل (۷): نقشه تخمین بهره‌برداری در عرصه‌های رویشگاهی آنغوزه

Figure (7): Map of estimating exploitation in Anghuzeh habitat areas

تولید ۹۶/۴۴۰ کیلوگرم است. اگرچه به لحاظ زمانی و نرخ تورم نمی‌توان مقایسه دقیقی بین ارقام پژوهش مذکور و پژوهش حاضر داشت، بیان ماهیت کمی و غیرفضایی ارقام گزارش شده در آن مشهود است.

همچنین برآورد ارزش حفاظتی و تمایل به پرداخت افراد برای حفاظت و احیای گیاهان دارویی در غرب استان کرمانشاه توسط عطائیان و شایسته (۲۰۲۳) نشان داد نتایج به صورت کمی، اما غیرفضایی است؛ به طوری که تمایل به پرداخت سالیانه هر فرد، حدود ۵.۲۶۹ تومان به دست آمد. اما در این پژوهش میانگین ارزش اقتصادی سالیانه گیاه دارویی آنگوزه در عرصه‌های رویشگاهی، معادل ۴۲.۰۰۰ تومان در واحد پیکسل به دست آمد. از طرفی، مقدار تخمینی در تمام پیکسل‌های رویشگاهی به کمک آمار فضایی در نقشه ارزش رویشگاهی محاسبه شده است.

گفتنی است که در این تحقیق تنها از جنبه برداشت مجاز و ثبت شده گیاهان دارویی مرتعی، ارزش گذاری اقتصادی کیفیت رویشگاه انجام شده است. بنابراین به نظر می‌رسد مقادیر به دست آمده حداقل ارزش ممکن رویشگاه‌های گیاهان دارویی است؛ از این رو باید در نظر داشت که بسیاری از گونه‌های گیاهی که برای برداشت نیاز به مجوز ندارند و یا مقداری که بدون مجوز برداشت می‌شوند، در این مطالعه وارد نشده‌اند. همچنین جنبه‌های دیگر خدمات ارائه شده توسط گیاهان دارویی مرتعی از قبیل تولید اکسیژن، ترسیب رسوب، ترسیب کربن، نقش زیستگاهی برای جانوران، خدمت فرهنگی و گردشگری نیز بر ارزش آن‌ها می‌افزاید که بررسی آن‌ها در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود. با وجود کاربرد گسترده و مقبولیت مدل InVEST در بین پژوهشگران، محدودیت‌هایی نیز برای آن ذکر شده است؛ از جمله فقدان ارزیابی با مقیاس خرد و توأم با جزئیات دقیق مرتبط با انواع گونه‌های گیاهی و جانوری است، بنابراین با توجه به ارزش بالای رویشگاه‌های گیاهان مرتعی در استان خراسان جنوبی، انجام مطالعات تفصیلی برای رویشگاه خاص هر گونه دارویی مرتعی به تفکیک توصیه می‌شود تا شرایط ارزیابی با عدم قطعیت پایین‌تر فراهم گردد و با اجرای مدل‌های گونه محور و پیش‌بینی فضایی-زمانی گونه‌های

رویشگاهی براساس شاخص کیفیت رویشگاه (شکل ۵) نشان داد عمده مناطق با کیفیت در شمال شرق گسترده شده‌اند. یکی از دلایل این امر، آب‌وهوای مطلوب‌تر و میانگین بارشی بیشتر این مناطق است. در نیمه غربی مرکز استان خراسان جنوبی نیز شرایط مشابهی دارد، با این تفاوت که در مناطق بیابانی این استان قرار گرفته است. این پژوهش به لحاظ روش‌شناسی، با پژوهش‌های دیگر نظیر سکوتی اسکوتی<sup>۱</sup> (۱۳۹۳) که شاخص کیفیت خاک را در ارزیابی پتانسیل تولید مراتع به کار برده، متفاوت است. از طرفی پتانسیل تولید مراتع در پژوهش مذکور، نوع دیگری از خدمات اکوسیستمی موجود در اکوسیستم‌های مرتعی است. اما در پژوهش حاضر برای بررسی شاخص کیفیت رویشگاه به عوامل و منابع ایجادکننده تهدید رویشگاهی و خدمات اکوسیستمی رویشگاهی توجه شده است.

موقری و همکاران (۲۰۱۳) برای تعیین شایستگی گیاهان دارویی شهرستان آمل، معیارهای پوشش گیاهی و عوامل محیطی را در بستر سامانه اطلاعات جغرافیایی، تلفیق و چهار طبقه شایستگی شناسایی نمودند. در پژوهش آن‌ها، شاخص اقتصادی تولید، عامل مؤثری در تعیین شایستگی شناخته شده است. اما نتایج پژوهش حاضر نشان داد، می‌توان از مدل‌سازی کیفیت رویشگاهی به ارزش مکانی هر منطقه پی برد. در پژوهش معتمدی و ارزانی (۲۰۲۲) نیز از شاخص‌های اکولوژیکی و اقتصادی برای ارزیابی قابلیت بهره‌برداری از گیاهان دارویی در رویشگاه‌های مرتعی استفاده شده است؛ در حالی که شاخص به کاررفته در این پژوهش شاخص کیفیت رویشگاه بوده و فرایند تحلیل ارتباط بین کیفیت و رویشگاه، منتج به تخمین ارزش اقتصادی گیاه دارویی آنگوزه شیرین شده است.

از منظر ارزش گذاری اقتصادی گیاهان دارویی، پژوهش‌های مختلف انجام شده عمدتاً جنبه مکانی ارزش رویشگاهی، در آن‌ها مغفول مانده است. به طور مثال خسروی و مهرابی (۲۰۰۶)، برداشت گونه آنگوزه را در منطقه طبس مورد بررسی اقتصادی قرار دادند. آن‌ها در یک دوره برداشت چهارساله در هفت رویشگاه آنگوزه خیز شهرستان طبس، دریافتند، ارزش ریالی درآمد کل معادل حدود ۶۰۳۰/۵ میلیون ریال با عملکرد

اقتصادی، ایجاد اشتغال و ترغیب صادرات، آگاهی از وضعیت اکوسیستم و ارزش رویشگاه‌های گیاهان دارویی است که در این پژوهش به آن پرداخته شد.

### سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از گام سوم و چهارم طرح پژوهشی ملی با عنوان «ارزش‌گذاری اقتصادی منابع پایه استان خراسان جنوبی با رویکرد تهیه نقشه خدمات اکوسیستمی» است که با مشاوره دانشگاه بیرجند در اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان خراسان جنوبی به شماره ۱۴۰۰/۱۰/۱//۲۴۲۴ منعقد شده است. بدین وسیله از جناب آقای دکتر رضایی رئیس اداره بهره‌برداری اداره کل منابع طبیعی استان، برای همکاری و در اختیار قرار دادن داده‌های میدانی، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

و ساختاری، شرایط بهره‌گیری از سناریوهای محتمل و منطقی نیز فراهم آید.

داشتن اطلاعات و آمار ثبت‌شده کامل از انواع گیاهان دارویی استان خراسان جنوبی می‌تواند به تکمیل نقشه ارزش اقتصادی رویشگاه‌های گیاهان دارویی کمک شایانی نماید. لذا فرایند به‌کاررفته در این پژوهش، می‌تواند به‌رغم محدودیت‌های هزینه، زمان و حجم داده برای درک و آگاهی سریع از منطقه، مورد توجه مدیران سرزمینی قرار گیرد؛ به‌طوری‌که به‌کارگیری چنین ارزیابی‌هایی اطلاعات کارآمدی را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند تا منافع مالی را در برابر وجود گونه‌های گیاهی متنوع، به‌ویژه در مناطقی که در معرض تهدید و تخریب زمین قرار دارند، متعادل کنند. از مزایای نتایج پژوهش حاضر این است که برای توجیه و تشویق بهره‌برداران گیاهان دارویی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ زیرا لازمه توسعه فعالیت‌های

### References

1. Abdullahi, S., & Ilderami, A. (2017). Valuation of ecosystem services; Concepts and methods. *Scientific Journal of Man and Environment*, 20(1), 1-18.
2. Amirnejad, H., Atai Salut, K., & Zarandian, A. (2011). *Economic valuation of environmental resources*. Masih Publishing House, 432 Pp.
3. Ataian, M., & Shaiste, K. (2023). Estimating willingness to pay for the protection and restoration of medicinal plants in Salas Babajani forest areas using conditional valuation method (CVM). *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 39(4), 534-550.
4. Atkinson, G., Bateman, I. J., & Mourato, S. (2014). Valuing ecosystem services and biodiversity. *Nature in the balance: The economics of biodiversity*, 28(1), 101-134.
5. Badam Firouz, J., & Musa Zadeh, R. (2019). Providing a guide model for economic valuation and estimating the cost of damage to the native biological services of Iran's wetlands. *Quarterly scientific journal of environment and cross-sectoral development*, 67(1), 67-94.
6. Barot, S., Yé, L., Abbadie, L., Blouin, M., & Frascaria-Lacoste, N. (2017). Ecosystem services must tackle anthropized ecosystems and ecological engineering. *Ecological Engineering*, 99(1), 486-495.
7. Berta Aneseyee, A., Noszczyk, T., Soromessa, T., & Elias, E. 2020. The InVEST habitat quality model associated with land use/cover changes: A qualitative case study of the Winike Watershed in the Omo-Gibe Basin, Southwest Ethiopia. *Remote Sensing*, 12(7), 1103.
8. Brock, W. A., & Xepapadeas, A. (2003). Valuing biodiversity from an economic perspective: a unified economic, ecological, and genetic approach. *American Economic Review*, 93(5), 1597-1614.
9. Christie, M., Hanley, N., Warren, J., Murphy, K., Wright, R., & Hyde, T. (2006). Valuing the diversity of biodiversity. *Ecological economics*, 58(2), 304-317.
10. De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., & Willemen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7(3), 260-272.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
11. Forman, R. (2003). *Road ecology: science and solutions*. Island Press. New York, New York.
12. Guerry, A. D., Ruckelshaus, M. H., Arkema, K. K., Bernhardt, J. R., Guannel, G., Kim, C.-K., Marsik, M., Papenfus, M., Toft, J. E., & Verutes, G. (2012). Modeling benefits from nature: using ecosystem services to inform coastal and marine spatial planning. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2), 107-121.
13. Issazadeh, S., Jalili Kamjo, S.P., Maddi, S., & Mahmoudinia, D. (2011). Selection test: Valuation of non-market (environmental) goods based on expressed preferences approach. *Economics of natural resources*, 9(1), 21-36.
14. Khosravi, H., & Mehrabi, A.. (2006). Economic study of ferula harvesting in tabass region. *Iranian*

- journal of natural Resources*, 58(4), 933-944.
15. Khosravi Mashizi, A. (2014). *Ecological assessment of shrublands in semi-arid areas with emphasis on ecosystem services (case study: Berdesir, Kerman province)*. Doctoral thesis, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources.
  16. Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8(5), 468-479.
  17. Kroeger, T., Loomis, J., & Casey, F. (2008). Introduction to the Wildlife Habitat Benefits Estimation Toolkit. *National Council for Science and the Environment Wildlife Habitat Policy Research Program*, Washington DC. 35 Pp
  18. Kumar, P. (2012). *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. Routledge. 456 Pp
  19. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and human well-being* (Vol. 5). Island press United States of America.
  20. Moghari, M., Arzani, H., Tavali, A., Azarnivand, H., Saravi, M., & Farahpour, M. (2013). Identifying and determining the suitability of medicinal plants in Lasem Heraz watershed pastures, Amel city, Mazandaran province. *Research of medicinal and aromatic plants of Iran*, 30(6), 914-898.
  21. Motamedi, J., Arzani, H., Asri, Y., Najafpour Navaei, M., & Khalifazadeh, R. (2022). Evaluating the possibility of using medicinal plants in pasture habitats of the semi-steppe region based on ecological and economic indicators. *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 38(3), 373-389. doi:10.22092/ijmapr.2022.357110.3112.
  22. Nunes, P. A., & van den Bergh, J. C. (2001). Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?. *Ecological economics*, 39(2), 203-222.
  23. Sekoti Eskoi, R. (2013). Application of soil quality index to evaluate the production potential of pastures. *Watershed Engineering and Management*, 6(4), 201-311. doi: 10.22092/ijwmse.2015.100488.
  24. Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M. Mandle, L., Hamel, P., Vogl, A.L., Rogers, L., Bierbower, W., Denu, D., and Douglass, J. 2018. InVEST +VERSION+ User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University.
  25. Swift, M. J., Izac, A. M. N., & Van Noordwijk, M. (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes - Are we asking the right questions?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104(1), 113-134. https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.013
  26. Van Jaarsveld, A S, Biggs, R., Scholes, R. J., Bohensky, E., Reyers, B., Lynam, T., Musvoto, C., & Fabricius, C. (2005). Measuring conditions and trends in ecosystem services at multiple scales: the Southern African Millennium Ecosystem Assessment (SA f MA) experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 425-441.
  27. Yao, R. T., Scarpa, R., Turner, J. A., Barnard, T. D., Rose, J. M., Palma, J. H., & Harrison, D. R. (2014). Valuing biodiversity enhancement in New Zealand's planted forests: Socioeconomic and spatial determinants of willingness-to-pay. *Ecological Economics*, 98(1), 90-101.
  28. Yin, L., Zheng, W., Shi, H., & Ding, D. (2022). Ecosystem services assessment and sensitivity analysis based on ANN model and spatial data: A case study in Miaodao Archipelago. *Ecological Indicators*, 135(1), 108511.

## Relationship between habitat quality and amount of exploitation of *Ferula assafoetida* to spatially estimate its economic value In South Khorasan Province

Fatemeh Jahanishakib,\*<sup>1</sup> Mohammad Saghari,<sup>2</sup> Tahereh Ardakani<sup>3</sup>

Received: 29/09/2024

Accepted: 05/04/2025

### Introduction

Quantifying ecosystem services within habitats provides a relative understanding of an ecosystem's status. However, for effective development, proper utilization, and informed decision-making, the spatial valuation of these services is essential after they have been quantified. Understanding the economic value of ecosystem services and biodiversity is crucial for several reasons. Notably, the persuasive power of economic language,

1. Faculty of Natural Resources and Environmental studies, University of Birjand, Birjand, Iran. Corresponding author; jahanishakib@birjand.ac.ir

2. Faculty of Natural Resources and Environmental studies, University of Birjand, Birjand, Iran. msaghari@birjand.ac.ir

3. Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. ardakani@ardakan.ac.ir

specifically the monetary value that nature provides, serves as a powerful tool to communicate the importance of conservation to a broader, and often skeptical, audience. Consequently, when ecosystem service management becomes an institutional priority, various policies can be implemented to influence human interaction with the environment and to promote sustainable conservation planning of these valuable resources. This study aims to estimate the spatial economic value by quantifying habitat service quality in South Khorasan Province using the InVEST model.

### Materials and Methods

This research focuses on the rangelands of South Khorasan Province. Specifically, the primary habitats of *Ferula assafoetida* are located in the Tabas and Boshruyeh counties. Initially, habitat quality was modeled using the InVEST method. This model is capable of assessing habitats based on human threats, the relative weight of each threat, land use, habitat sensitivity to threats, distance from habitat to threat sources, and habitat presence or absence. Subsequently, using reliable data on *Ferula assafoetida* harvesting in these rangelands, the relationship between habitat quality and plant yield was examined. This relationship was analyzed through spatial statistics, comparing habitat quality maps with the average yield in productive rangeland areas of *Ferula assafoetida* within the study area. The findings were then extrapolated to the entire rangeland area of *Ferula assafoetida* within the region, based on the derived regression equation. Finally, yield was estimated based on habitat quality and the corresponding spatial regression equation. In the final stage, using the pixel-level yield estimates and the market price of *Ferula assafoetida* products, the economic value of the rangeland areas was calculated.

### Results

The threats identified in the habitat quality modeling included those arising from transportation (major roads, secondary roads, and railways), industry and mining, settlements, agriculture, dust sources, and grazing areas. Based on spatial statistical analysis, a spatial regression equation ( $Y = 0.000003 + 0.008542X$ ) was derived, relating habitat quality maps to yield in productive areas. This equation was then extrapolated to the entire *Ferula assafoetida* rangeland area within the study region, and the estimated yield was mapped accordingly. Subsequently, the economic value of the *Ferula assafoetida* rangelands was determined based on the yield map and market prices, resulting in a pixel-level map illustrating the spatial distribution of economic value in millions of Rials. Spatial statistics indicated that the highest economic value within the studied pixels (900 square meters, equivalent to 0.09 hectares) was 0.085 million Rials, or 850,000 Rials. The mean and variance of the economic value in the rangeland areas were estimated to be 0.042 million Rials and 0.026 million Rials, respectively. The total economic value was estimated at 443,466.1 million Rials, approximately 0.44 trillion Rials.

### Discussion and conclusion

The habitat service quality distribution map for South Khorasan Province, based on the habitat quality index, revealed that the majority of high-quality areas are concentrated in the northeastern part of the province. This concentration is attributed, in part, to the more favorable climate and higher average rainfall in these regions. Similar conditions are observed in the western-central part of the province, albeit these areas are situated within the desert regions of South Khorasan. Methodologically, this study diverges from other research, such as Sekouti Eskoie (2014), which utilized the soil quality index to evaluate rangeland production potential. While rangeland production potential represents another form of ecosystem service, this study focused on assessing the habitat quality index by considering habitat threat factors and sources, and habitat ecosystem services. Regarding the economic valuation of medicinal plants, numerous studies have been conducted, often overlooking the spatial aspect of habitat value. For example, Khosravi and Mehrabi (2005) performed an economic analysis of *Ferula assafoetida* harvesting in the Tabas region. Over a four-year harvesting period across seven *Ferula assafoetida* habitats in Tabas County, they reported a total revenue of approximately 6,030.5 million Rials, with a production yield of 96,440 kilograms. Although direct comparison between their findings and this study is challenging due to temporal and inflationary differences, the non-spatial and quantitative nature of their reported figures is evident. Employing such assessments provides policymakers with valuable information to balance financial benefits with the preservation of diverse plant species, especially in areas prone to land degradation. The innovative and practical approach of this study offers land managers a rapid understanding of the area, considering cost, time, and data volume constraints. A key advantage of this research is its potential to justify and promote the sustainable utilization of medicinal plants. This is crucial because economic development, job creation, and export promotion depend on awareness of ecosystem status and the value of medicinal plant habitats, which this study addresses.

**keywords:** Threat, Habitat service, South Khorasan, Market price, Benefit.