

ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز شهری جهت کاربری جنگل‌داری با مدل مخدوم و روش AHP

چکیده

سطح جنگل‌های ایران در مقایسه با سطح جنگل‌های دنیا بسیار محدود است و همین سطح کم نیز دائم درخطر تخریب است. ازاین‌رو باید مدیریتی بر باقی‌مانده این جنگل‌ها اعمال شود که مبتنی بر ارزیابی توان اکولوژیکی آن باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در سال ۱۳۹۴ به ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز شهری در استان خوزستان برای جنگلداری پرداخته شد و برای این منظور از مدل مخدوم و روش AHP استفاده شد. ابتدا شش نقشه پایه اطلاعاتی شامل نقشه‌های طبقات ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت شیب، تیپ خاک‌ها، تیپ و تراکم پوشش گیاهی در محیط GIS باهم ترکیب شده و نقشه نهایی واحدهای زیست‌محیطی برای جنگلداری تهیه شد. نتایج نشان داد که ۱۹۷ هکتار از سطح منطقه مورد مطالعه دارای توان درجه ۱ برای جنگل‌داری است. همچنین به ترتیب ۴۲۷، ۵۹۴، ۷۳۲، ۱۱۳۹، ۹۵۶ و ۱۱۵ هکتار، دارای توان درجه ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ برای کاربری جنگل‌داری هستند. در مرحله بعد، مناسب‌ترین معیارها و گزینه‌های توسعه جنگل‌داری در منطقه با استفاده از نظرات کارشناسان انتخاب گردید و نتایج مربوط به اولویت‌بندی آن‌ها از نرم‌افزار Export Choice 11 استخراج گردید. نتایج نشان دادند که از بین معیارهای اصلی کاربری جنگل‌داری، عوامل فیزیکی- شیمیایی، از بین زیرمعیارها، شکل زمین، منابع درآمد، چشم‌انداز و تیپ و تراکم پوشش گیاهی و از بین گزینه‌ها، شیب، دما، عمق خاک، رودخانه، جنگل انبوه، روستا، جاده خاکی، شبکه انتقال آب و صنایع‌دستی، از اهمیت بیشتری برخوردار بودند.

واژگان کلیدی: ارزیابی توان اکولوژیک، جنگل‌داری، مدل مخدوم، AHP، حوضه آبخیز

شهری.

محمد عیبات^۱

سینا عطار روشن^{۲*}

ندا اورک^۳

۱. کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات تهران (خوزستان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۲. استادیار گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
۳. استادیار گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

*مسئول مکاتبات:

Sina_2934@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۴۰۵۵۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی

ارشد است.

مقدمه

جنگل‌های سراسر جهان بر اثر نیازهای روزافزون بشر درخطر تخریب و تغییر کاربری بوده و هستند. درحالی‌که تخریب جنگل‌ها به‌صورت یک پدیده جهانی درآمده است و جنگل‌ها در بخش‌های مختلف جهان دچار تخریب در سطوح مختلف شده‌اند، در ایران نیز وضعیت بهتر از وضع جهانی نیست (شامخی، ۱۳۹۰). با این‌که کشور ایران یک درصد مساحت دنیا و بیش از ۱ درصد جمعیت جهان را داراست ولی مساحت جنگل‌های آن در مقایسه با سطح جنگل‌های دنیا از ۰/۳۶ درصد تجاوز نمی‌کند و همین سطح محدود نیز به‌طور دائم در حال تهدید است. ازاین‌رو باید مدیریتی بر باقی‌مانده این جنگل‌ها اعمال شود که مبتنی بر ارزیابی توان اکولوژیکی آن باشد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین، همان شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌ها، امکانات و محدودیت‌های منطقه از نظر منابع اکولوژیک پایدار و منابع اکولوژیک ناپایدار برای انواع مختلف کاربری می‌باشد (مخدوم، ۱۳۸۴). اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا به آنجا است که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژیکی مناسب برای اجرای کاربری خاصی باشد (حتی در صورت نیاز اقتصادی، اجتماعی به وجود آن کاربری) اجرای آن طرح نه‌تنها سبب بهبود وضعیت زیست‌محیطی منطقه نمی‌گردد، بلکه تخریب بیشتر محیط را نیز به ارمغان خواهد آورد (Auruger, 2000). برنامه‌ریزی کاربری



اراضی در حقیقت یک مفهوم گسترده است که زمینه را برای کاربری اراضی و توسعه در خلال مجموعه‌ای از کنترل‌های قانونی فراهم می‌کند که حقوق توسعه‌ای مجاز و کنترل‌های کامل در برنامه‌ریزی را فرامی‌گیرد (Otieno, 2017). در این راستا استفاده از فناوری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان فناوری‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع هستند که اطلاعات بروز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌کنند (Mohammad pour et al., 2018). تا به امروز تنها در تحقیقات اندکی افزون بر متغیرهای زیست‌اقلیمی از متغیرهای خاکی و توپوگرافی همزمان استفاده شده است؛ زیرا افزون بر اهمیت دقت زیاد در مدل‌سازی، مسئله سادگی و تفسیر مدل‌ها بسیار اهمیت دارد. باوجود اهمیت متغیرهای توپوگرافی و خاکی و شواهدی مبنی بر اینکه مدل‌سازی آن‌ها سبب بهبود دقت می‌شود (Mod et al., 2018).

درزمینه‌ی ارزیابی توان سرزمین برای جنگلداری، مطالعات بسیاری صورت گرفته است. رهیافت مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل سیستمی و روی هم گذاری ساده لایه‌های اطلاعاتی از وجوه مشترک تمامی این پژوهش‌ها است. Bibby و همکاران (۱۹۹۸)، با استفاده از روش چندعامله، مدل اکولوژیک قابلیت اراضی برای کاربری جنگلداری در انگلستان را ارائه داد. Shao و Stuart (۱۹۹۷)، از ویژگی‌های خاک و شکل زمین برای ارزیابی توان اکولوژیک جنگل استفاده کردند. در ایران، شمس (۱۳۸۹)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز قلعه گل واقع در خرم‌آباد با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخت. هدف این مطالعه، تعیین توان اکولوژیک منطقه برای توسعه جنگل کاری بود. در پژوهشی دیگر، امیری و همکاران (۱۳۸۷)، به ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز دو هزار و سه هزار شمال ایران با استفاده از GIS پرداختند. در مطالعه‌ی دیگر ازهم‌گسیختگی پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش کلاه قاضی را مابین سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ به‌کارگیری سنج‌های سیمای سرزمین (MPS، NP، MSI، TE، CAPT، CA و MNN) در سطح کلاس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در منطقه لکه‌های مرتع خوب، یکپارچه‌تر شده و کاربری‌های ناسازگار سرزمین در منطقه باعث افزایش فاصله بین لکه‌ها و عدم ارتباط بین زیستگاه‌ها در ساختار سیمای سرزمین شده است (Barati et al., 2018).

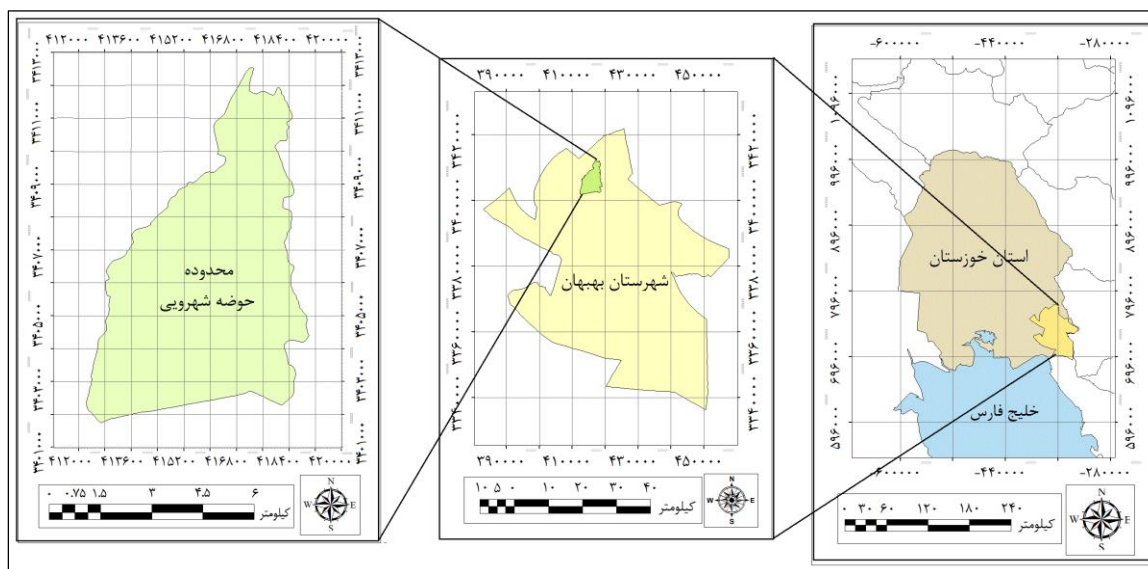
در سال‌های اخیر مطالعاتی نیز بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و وزن دهی برای ارزیابی توان جنگل‌داری صورت گرفته است. کرمی و همکاران (۱۳۹۱)، به ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز بابل رود در استان مازندران برای جنگل‌داری پرداختند و برای این منظور از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به همراه سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده کردند. در مطالعه‌ی تأثیرات مثبت و منفی جنگل کاری در جنگل کاری‌های غیر صنعتی خصوصی در مرکز شیلی با روش AHP ارزیابی گردید. به‌منظور این بررسی ۳ معیار زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی با ۲۴ زیر معیار بر اساس مرور منابع و نظرات کارشناسان انتخاب شد. سپس ماتریس مقایسه زوجی تشکیل و غیرمعیارها توسط ۱۵ متخصص دوه‌دو رتبه‌بندی شد. ضریب ناسازگاری قضاوت‌ها در همه موارد کم‌تر از ۰/۱ به دست آمد. ۱۴ شاخص محیط زیستی با روش AHP مورد بررسی قرار گرفت و شاخص کنترل فرسایش خاک و ترسیب کربن در تأثیرات مثبت و یکنواختی چشم‌انداز و کاهش تنوع زیستی در تأثیرات منفی بیشترین امتیاز را به ترتیب نشان دادند (Bottaro et al., 2018). در پژوهشی دیگر، امیری و همکاران (۱۳۸۷)، برای ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز ۳۳ و ۳۴ شمال ایران، روش سیستمی ادغام نقشه‌ها (Mc Harg) و ترکیب منطق (Boolean-Fuzzy Logic) را مورد مقایسه قرار داده و جهت وزن دهی به پارامترها از روش AHP استفاده کردند. مقایسه مدل‌های Fuzzy AHP و ANP در ارزیابی توان جنگل‌داری در حاشیه شهر بهبهان نیز نشان داد که درصد مساحت ارائه‌شده به واقعیت برای کاربری جنگل‌داری در روش ANP نزدیک‌تر می‌باشد و روش ANP را به‌عنوان روش مناسب‌تر نسبت به روش Fuzzy AHP معرفی می‌کنند (Rahimi et al., 2016).

پژوهش حاضر باهدف ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز شهری در استان خوزستان برای کاربری جنگلداری انجام شد. برای این منظور، ابتدا با مبنا قرار دادن مدل سیستمی مخدوم، به بررسی و تعیین پهنه‌های همگن از نظر توان یا تناسب سرزمین برای کاربری مذکور با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداخته شد. از آنجاکه بیشتر پدیده‌های محیط زیستی دارای ماهیت مکانی- زمانی می‌باشند، می‌توان از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بررسی این پدیده‌ها استفاده نمود (مطبیعی لنگرودی و همکاران، ۱۳۹۱). این باعث افزایش دقت، سرعت کار و

کاهش هزینه‌های ارزیابی می‌گردد (Loi and Tuan, 2008). در مرحله بعد و جهت به‌کارگیری دانش افراد خبره در فرآیند ارزیابی و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به کار گرفته شد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و غیرمعیارها را دارد. علاوه بر این مبنای مقایسه زوجی به‌نوعی بنانهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند (Saaty, 1990).

مواد و روش‌ها

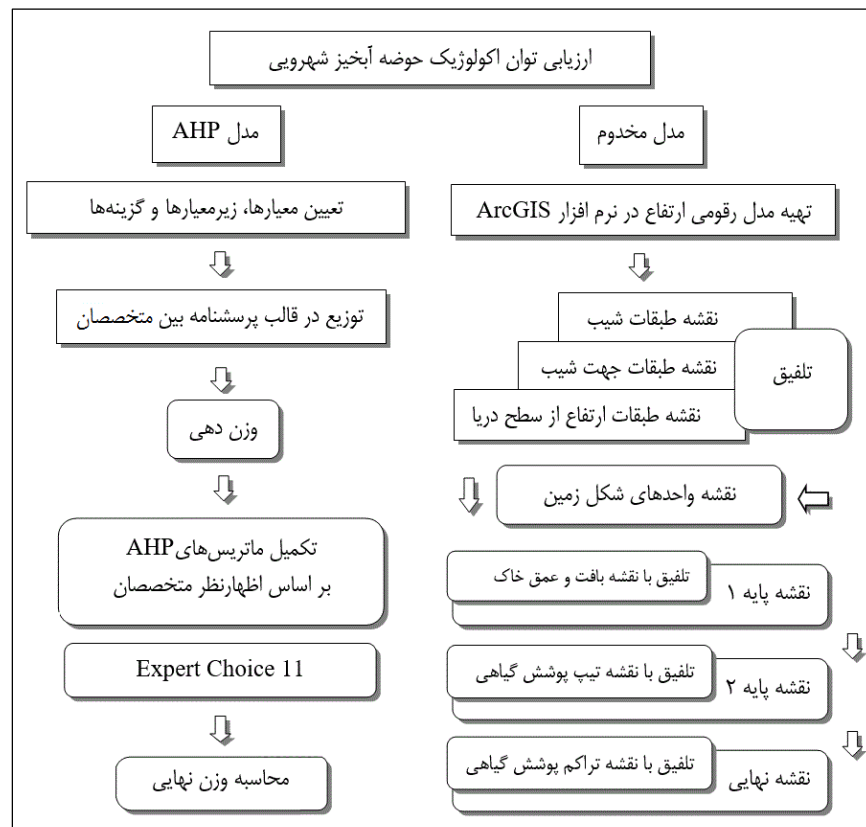
حوضه آبخیز شهری با موقعیت جغرافیایی طول $50^{\circ}40'9''$ تا $50^{\circ}09'52''$ شرقی و عرض $30^{\circ}44'21''$ تا $30^{\circ}51'21''$ شمالی در استان خوزستان و شهرستان بهبهان واقع شده است (شکل ۱). مساحت این حوضه، $41/7$ کیلومتر مربع و شیب عمومی آن، از شمال به سمت جنوب می‌باشد و ارتفاع حوضه نیز از 338 تا 751 متر در نوسان می‌باشد. حوضه شهری، از نظر شرایط اکولوژیکی تنها شامل مناطق کوهپایه‌ای (اراضی تپه‌ماهوری) بوده و در آن، مناطق کوهستانی مرتفع و مناطق دشتی دیده نمی‌شود. عوامل اکولوژیکی متنوعی باعث به وجود آمدن تیپ‌های مختلف گیاهی در این حوضه شده است که علاوه بر آن شدت بهره‌برداری مستقیم و غیرمستقیم انسان از منابع طبیعی حوضه نیز باعث ایجاد چهره جدید پوشش گیاهی منطقه و کاربری گردیده است (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان، ۱۳۸۹).



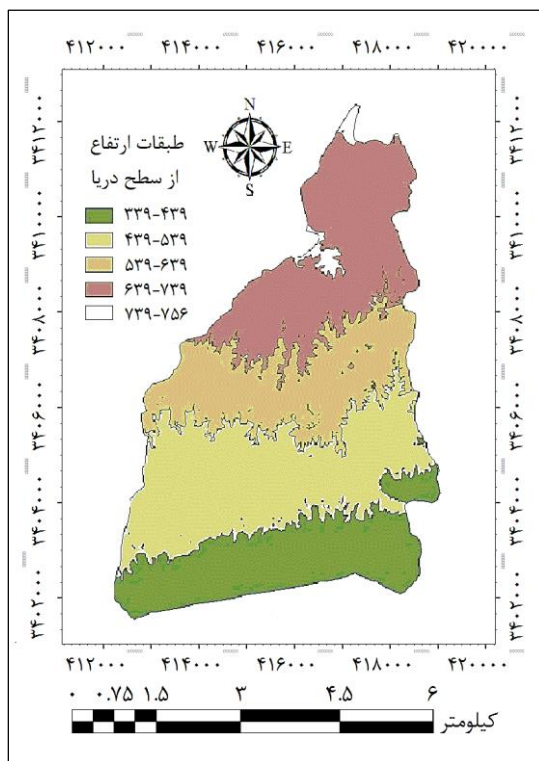
شکل ۱: موقعیت حوضه آبخیز شهری در ایران و در شهرستان بهبهان.

شکل ۲، نمایی شماتیکی از مراحل ارزیابی با استفاده از دو روش مدل اکولوژیکی مخدوم و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد. ابتدا اطلاعات مورد نیاز منطقه با استفاده از اطلاعات موجود و کار میدانی جمع‌آوری گردید. پس از شناسایی داده‌ها و تهیه نقشه منابع موجود، به تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی منابع بر اساس مدل مخدوم، پرداخته شد. در این مرحله، محدوده حوضه مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی با مقیاس $1:50000$ بسته شد و بعد از تعیین مرز محدوده مطالعاتی به وسیله خطوط توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه تهیه گردید. سپس نقشه شیب (شکل ۴)، نقشه جهت‌های شیب (شکل ۵) و نقشه ارتفاع از سطح دریا (شکل ۳)، از DEM منطقه در نرم‌افزار GIS استخراج و طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی نقشه‌ها، بر اساس شرایط طبیعی منطقه، نظرات تعدادی از کارشناسان و مطالعات صورت گرفته در راستای این پژوهش صورت

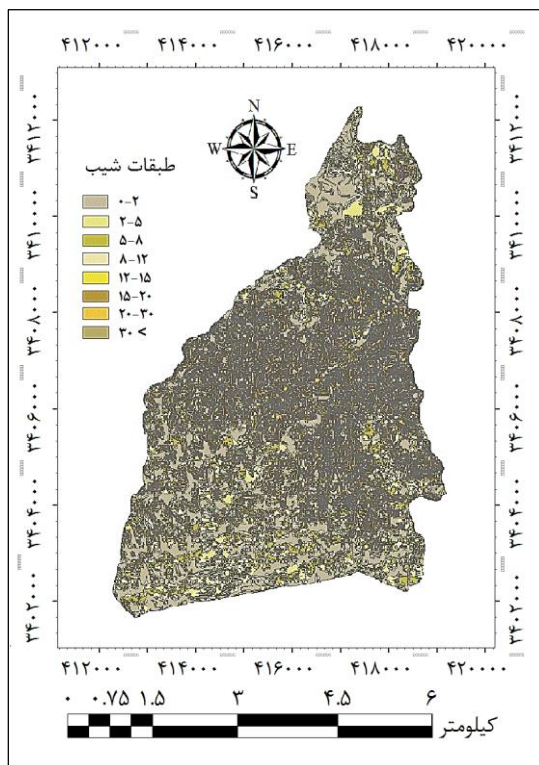
گرفت. نقشه‌های موردنیاز دیگر شامل نقشه تیپ پوشش گیاهی (شکل ۷)، نقشه تراکم پوشش گیاهی (شکل ۸) و نقشه بافت و عمق خاک (شکل ۹)، از اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان تهیه شدند. برای تهیه نقشه واحدهای شکل زمین، نقشه‌های طبقات شیب، طبقات ارتفاع از سطح دریا و طبقات جهت‌های جغرافیایی باهم تلفیق شدند. در ادامه، نقشه واحدهای شکل زمین با نقشه بافت و عمق خاک منطقه روی هم‌گذاری شده و نقشه واحدهای زیست‌محیطی پایه یک حاصل شد. از تلفیق نقشه پایه یک زیست‌محیطی با نقشه تیپ و تراکم پوشش گیاهی منطقه، نقشه نهایی واحدهای زیست‌محیطی به دست آمد. نتیجه حاصل از روی هم‌گذاری نقشه‌های مختلف، ایجاد واحدهای کوچکی به نام واحدهای زیست‌محیطی بر روی نقشه ترکیبی نهایی می‌باشد. هر واحد شامل یک سری مشخصات ویژه‌ای از سرزمین است که می‌تواند برای کاربری موردنظر، مناسب یا نامناسب باشد (مخدوم، ۱۳۸۰).



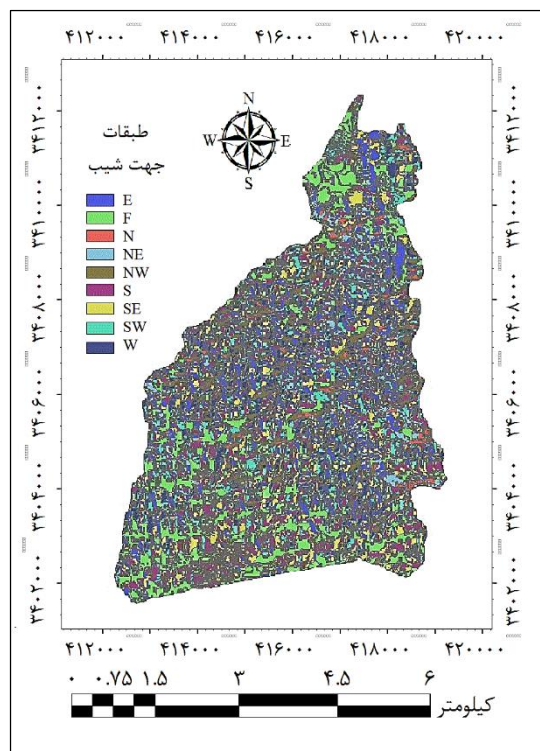
شکل ۲: نمایش شماتیک از مراحل ارزیابی با استفاده از دو روش مدل اکولوژیکی مخدوم و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مخدوم، ۱۳۸۴).



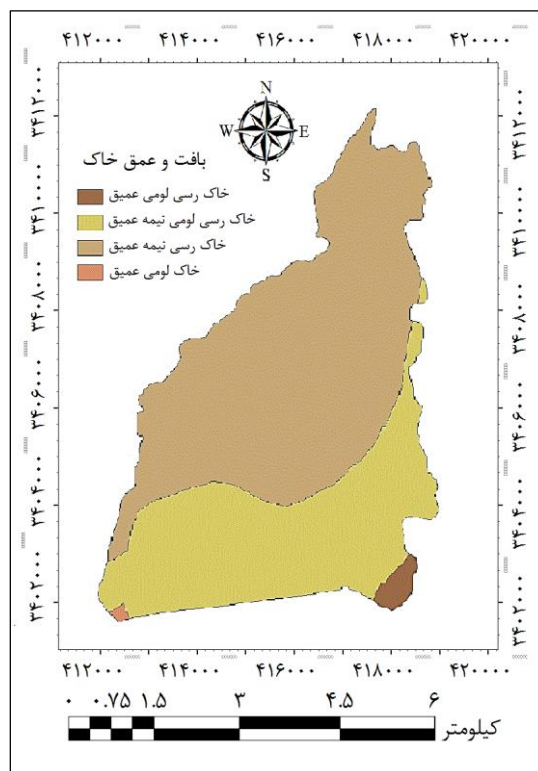
شکل ۳: نقشه طبقات ارتفاع منطقه از سطح دریا.



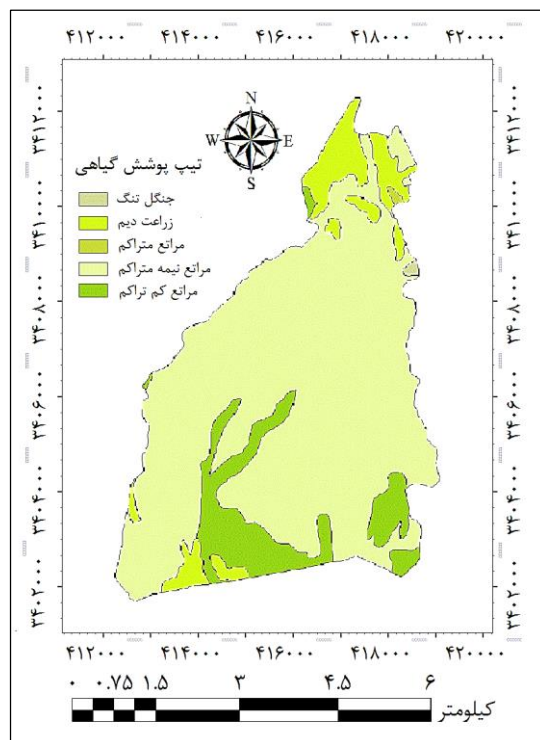
شکل ۴: نقشه طبقات شیب منطقه مورد مطالعه.



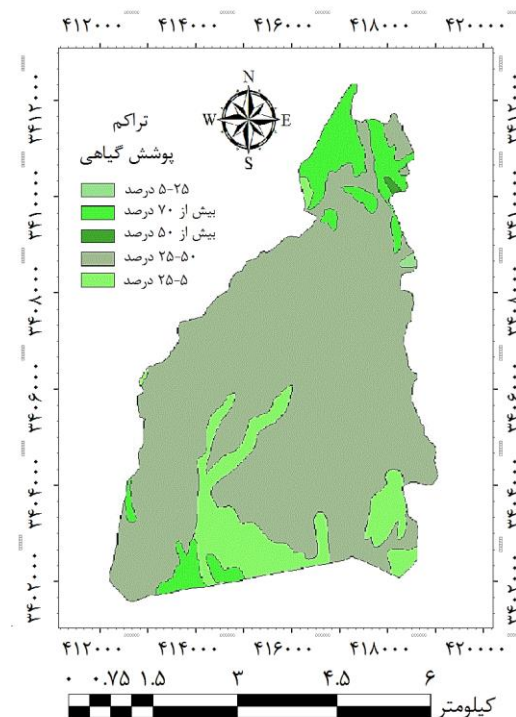
شکل ۵: نقشه طبقات جهت‌های شیب منطقه.



شکل ۶: نقشه بافت و عمق خاک منطقه.



شکل ۷: نقشه تیپ پوشش گیاهی منطقه.



شکل ۸: نقشه تراکم پوشش گیاهی منطقه.

در مرحله ارزیابی توان، تناسب واحدهای به‌دست‌آمده برای هریک از کاربری‌ها بر اساس مقایسه ویژگی‌های آن‌ها با مدل، مشخص می‌گردد (مخدوم، ۱۳۸۰). داشتن مدل یا مفروضاتی برای کاربری‌های گوناگون، پیش‌شرط سنجش و مقایسه اطلاعات اکولوژیک با این مدل‌هاست (نوری و همکاران، ۱۳۸۸). درواقع ارزیابی توان محیط‌زیست برای هر کاربری، از مقایسه موجودی منطقه موردبررسی (ویژگی‌های واحدهای زیست‌محیطی) با مدل اکولوژیکی آن کاربری به عمل می‌آید. مدل‌های اکولوژیک که برای کاربری‌های متعدد در شرایط متعدد ساخته شده‌اند برای هر کاربری ویژگی‌های جداگانه‌ای دارند، گرچه در هسته مدل به همدیگر شبیه‌اند (مخدوم، ۱۳۸۰).

مدل اکولوژیکی کاربری جنگلداری، شامل هفت طبقه، برای نشان دادن توان و درجه مرغوبیت سرزمین برای کاربری جنگلداری در جنگل‌های طبیعی است (مخدوم، ۱۳۷۸) که از طبقه اول به هفتم از درجه توان و میزان مرغوبیت جنگل، کاسته می‌شود (Hosseini et al., 2003). طبیعی است که به‌کارگیری مدل برای تصمیم‌گیری راجع به ارزیابی توان اکولوژیکی برای جنگلداری یک‌طرفه می‌باشد؛ یعنی می‌توان در پهنه‌های با توان مثلاً طبقه یک یا دو جنگلداری عملیات مناسب برای طبقه ۴ و ۵ و یا بیشتر را انجام داد؛ اما نمی‌توان در پهنه‌های با توان طبقه ۴ و ۵ برای جنگلداری و جنگل‌کاری انتظار انجام جنگلداری طبقه یک را داشت. این قاعده برای بقیه مدل‌ها جهت سایر کاربری‌ها نیز صادق است (مخدوم، ۱۳۹۲).

پس از اجرای مدل مخدوم و به‌منظور به‌کارگیری نظرات کارشناسان در فرآیند ارزیابی، از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، استفاده شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری است که در آن بر مبنای یک هدف معین و با استفاده از معیارها یا سنجه‌های مختلف و وزن دهی به هریک از آن‌ها می‌توان از میان گزینه‌ها یا آلترناتیوها، گزینه مرجح و با اولویت را برای هدفی خاص برگزید و سایر گزینه‌ها را نیز رتبه‌بندی نمود (امیر، ۱۳۸۷).

در این مرحله، مسئله به‌صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچک‌تر تقسیم می‌شود. این اجزاء شامل تعیین هدف، معیارها، غیرمعیارها و گزینه‌ها می‌باشند، سپس با استفاده از روش مقایسه زوجی وزن هر گزینه به دست می‌آید و گزینه برتر انتخاب می‌شود. تحلیل سلسله مراتبی یک نمایش گرافیکی از مسئله پیچیده واقعی می‌باشد که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه‌ها قرار دارند، هرچند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم ساختار سلسله مراتبی وجود ندارد. این ساختار ممکن است به یکی از صورت‌های زیر باشد:

هدف- معیارها- زیرمعیارها- گزینه‌ها

هدف- معیارها- عوامل- زیر عوامل- گزینه‌ها (قدسی‌پور، ۱۳۸۹).

در گام نخست، ساختار سلسله مراتبی باهدف ارزیابی توان اکولوژیکی حوضه آبخیز شهری برای کاربری جنگلداری تشکیل گردید. در این راستا، تعداد ۴ معیار اصلی، ۱۵ زیر معیار و ۳۵ گزینه زیر معیار، بر اساس رعایت الگوهای زیست‌محیطی و مطالعه منابع و تحقیقات پیشین، شناسایی شده و سپس در قالب ۱۲ پرسشنامه که توسط متخصصین و کارشناسان محیط‌زیست تکمیل شده‌اند، جمع‌بندی گردید. کارشناسان در پرسشنامه‌ها به تعیین میزان اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارهای مختلف با استفاده از مقایسه‌های زوجی و مقیاس ۹ عددی توماس ال ساعتی مطابق با جدول ۱ پرداختند. در این مرحله، ماتریس‌های AHP تکمیل و از طریق نرم‌افزار Export Choice 11 قابل‌ارائه گردیدند.

جدول ۱: مقیاس درجه اهمیت برای مقایسه زوجی.

ردیف	شرح	تعریف	درجه اهمیت
۱	دو عنصر به طور یکسان در فعالیت سهمیم هستند.	اهمیت یکسان	۱
۲	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر تا حدی ترجیح داده می شود.	نسبتاً مرجح	۳
۳	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر کاملاً ترجیح داده می شود.	اهمیت شدید	۵
۴	یک عنصر نسبت به عنصر دیگر قویاً ترجیح داده می شود.	اهمیت خیلی شدید	۷
۵	یک عنصر به عنصر دیگر بسیار زیاد ترجیح داده می شود و در عمل هم ثابت می شود.	اهمیت فوق العاده زیاد	۹
۶	هنگامی که فعالیت i با j مقایسه می شود یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می یابد، هنگام مقایسه فعالیت j با i معکوس آن عدد اختصاص می یابد.	ارزش های بینابین	۲ و ۴ و ۶ و ۸

مأخذ: قدسی پور، ۱۳۸۹.

ماتریس مقایسه زوجی معیارها، درجه اهمیت هر فاکتور را نسبت به سایر فاکتورها نشان می دهد. وزن تعلق یافته در این مرحله وزن نسبی می باشد. در مرحله بعد، با تلفیق وزن های نسبی، وزن نهایی معیارها تعیین گردیدند. پس از انجام عملیات AHP، وزن های به دست آمده و نسبت توافق (CR) مورد ارزیابی قرار می گیرند. شرط پذیرش نتیجه کار این است که نسبت توافق (CR)، کمتر از ۰/۱ باشد. در صورتی که نسبت توافق از ۰/۱ بیشتر باشد، آنگاه با اعمال تغییراتی در ماتریس مقایسه زوجی، برای حد قابل قبول تنظیم می شود.

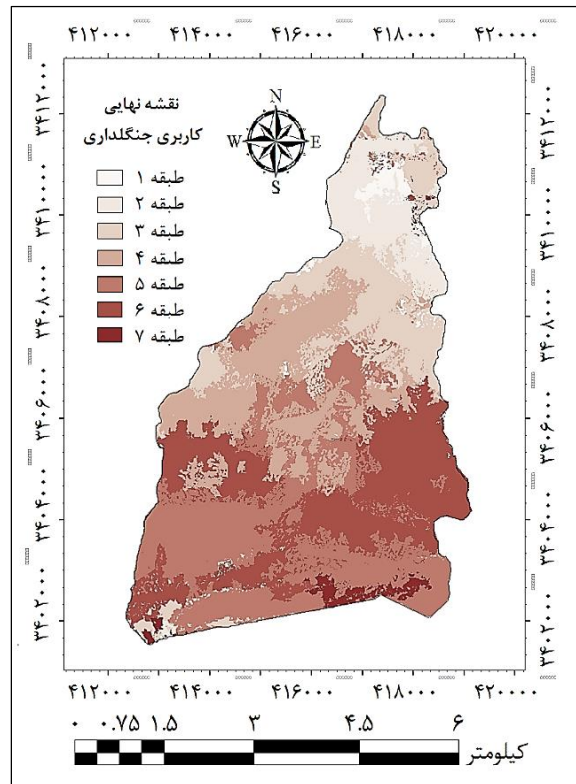
نتایج

نتایج بررسی نقشه های به دست آمده برای ارزیابی توان اکولوژیکی با مدل مخدوم، حاکی از وجود هر هفت طبقه مدل جنگل داری ایران در منطقه بوده است. جدول ۲، نتایج حاصل از ارزیابی توان اکولوژیکی منطقه برای کاربری جنگل داری بر اساس مدل مخدوم را نشان می دهد.

جدول ۲: مساحت طبقات کاربری جنگل داری در منطقه.

ردیف	طبقات	مساحت (هکتار)	درصد
۱	طبقه یک	۱۹۷	۵
۲	طبقه دو	۴۲۷	۱۰
۳	طبقه سه	۵۹۴	۱۴
۴	طبقه چهار	۷۳۲	۱۸
۵	طبقه پنج	۱۱۳۹	۲۷
۶	طبقه شش	۹۵۶	۲۳
۷	طبقه هفت	۱۱۵	۳

شکل ۹، نقشه طبقه بندی شده کاربری جنگل داری در منطقه، بر اساس مدل مخدوم را نشان می دهد.



شکل ۹: نقشه نهایی کاربری جنگل‌داری در منطقه.

در پژوهش حاضر، جهت بررسی اهمیت مؤلفه‌های تأثیرگذار بر جنگل‌داری، از روش AHP استفاده شد. در این روش، بعد از تعیین سطوح سلسله مراتبی شامل هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های زیرمعیارها، مقایسه زوجی بین مجموعه‌ها برای وزن دهی انجام شد. میانگین به‌دست‌آمده از قضاوت‌های فردی، به‌عنوان درجات ارجحیت هریک از عوامل در قالب ماتریس‌های مقایسه زوجی وارد نرم‌افزار Export Choice گردید. سپس با استفاده از این نرم‌افزار، وزن‌های نهایی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های زیرمعیارها به دست آمد. در جدول ۳، وزن نهایی معیارهای اصلی در ارزیابی توان آبخیز شهری جهت کاربری جنگل‌داری آورده شده است. طبق نظرسنجی به‌عمل‌آمده، محیط فیزیکی- شیمیایی و محیط فرهنگی به ترتیب بیشترین و کمترین وزن را به خود اختصاص دادند.

جدول ۳: وزن معیارهای اصلی برای کاربری جنگل‌داری.

ردیف	معیارهای اصلی	وزن نهایی به‌دست‌آمده
۱	عوامل فیزیکی- شیمیایی	۰/۶۲۷
۲	عوامل بیولوژیکی	۰/۱۹۷
۳	عوامل فرهنگی	۰/۰۳۸
۴	عوامل اقتصادی- اجتماعی	۰/۱۳۸

در جدول ۴ نیز، وزن نهایی زیرمعیارها، آورده شده است. طبق نظرسنجی‌ها، زیرمعیار شکل زمین با وزن ۰/۴۴۱، زیرمعیار منابع درآمد با وزن ۰/۴۲۹، زیرمعیار چشم‌انداز با وزن ۰/۷۷۷ و زیرمعیار تیپ و تراکم پوشش گیاهی با وزن ۰/۷۶۹، بیشترین امتیاز را به خود اختصاص دادند.

جدول ۴: وزن نهایی زیرمعیارها برای کاربری جنگل‌داری.

ردیف	معیارهای اصلی	زیرمعیارها	وزن نهایی زیرمعیارها
۱	عوامل فیزیکی- شیمیایی	شکل زمین	۰/۴۴۱
		اقلیم	۰/۳۲۷
		زمین‌شناسی و خاک	۰/۰۶۸
		منابع آب	۰/۱۶۴
		موقعیت‌های منطقه	۰/۲۵۶
۲	عوامل اقتصادی- اجتماعی	راه‌های دسترسی	۰/۰۹۰
		تجهیزات زیربنایی	۰/۱۶۳
		منابع درآمد	۰/۴۲۹
		امنیت	۰/۰۶۱
		چشم‌انداز	۰/۷۷۷
۴	عوامل فرهنگی	اماکن مذهبی	۰/۰۷۰
		سواد یا آموزش در منطقه	۰/۱۵۳
		زیستگاه حیات وحش	۰/۰۸۴
۵	عوامل بیولوژیکی	تیپ و تراکم پوشش گیاهی	۰/۷۶۹
		وجود گونه‌های حمایت‌شده	۰/۱۴۷

در جدول ۵، وزن نهایی گزینه‌های زیرمعیارهای کاربری جنگل‌داری آورده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، گزینه‌های شیب با وزن ۰/۶۲۵، دما با وزن ۰/۶۴۸، عمق خاک با وزن ۰/۵۴۰، رودخانه با وزن ۰/۵۵۹، جنگل انبوه با وزن ۰/۳۵۰، روستا با وزن ۰/۶۹۴، جاده خاکی با وزن ۰/۵۸۲، شبکه انتقال آب با وزن ۰/۳۵۸ و صنایع‌دستی با وزن ۰/۷۵۸، بیشترین وزن را دارا می‌باشند. قابل ذکر است نسبت توافق (CR) در این تحقیق، عدد ۰/۰۹ به‌دست آمده که نشان‌دهنده قابل قبول بودن نتیجه کار می‌باشد.

جدول ۵: وزن نهایی گزینه‌های زیرمعیارها برای کاربری جنگل‌داری.

ردیف	زیرمعیارها	گزینه‌های زیرمعیارها	وزن نهایی به‌دست آمده
۱	شکل زمین	ارتفاع	۰/۲۳۸
		شیب	۰/۶۲۵
		جهت شیب	۰/۱۳۶
۲	اقلیم	دما	۰/۶۴۸
		بارش	۰/۲۳۰
		تبخیر	۰/۱۲۲
۳	زمین‌شناسی و خاک	سازند	۰/۱۶۳
		بافت خاک	۰/۲۹۷
		عمق خاک	۰/۵۴۰
۴	منابع آب	رودخانه	۰/۵۵۹
		چشمه	۰/۰۷۰

ردیف	زیر معیارها	گزینه‌های زیرمعیارها	وزن نهایی به دست آمده
۵	تیپ و تراکم پوشش گیاهی	شبکه آبراهه	۰/۳۷۱
		جنگل انبوه	۰/۳۵۰
		زراعت دیم	۰/۰۱۶
		جنگل تنگ	۰/۰۸۰
		درختچه زار	۰/۰۴۳
		جنگل نیمه انبوه	۰/۲۱۱
		مراتع متراکم	۰/۱۵۰
		مراتع نیمه متراکم	۰/۰۷۶
		مراتع کم متراکم	۰/۰۵۱
		بیرون زدگی سنگی	۰/۰۲۴
۶	موقعیت‌های منطقه	شهرستان	۰/۰۷۲
		روستا	۰/۶۹۴
		دهستان	۰/۲۹۷
		آسفالتی	۰/۱۰۹
۷	راه‌های دسترسی	خاکی	۰/۵۸۲
		مالرو	۰/۳۰۹
		شبکه انتقال گاز	۰/۰۶۳
۸	تجهیزات زیربنایی	شبکه انتقال آب	۰/۳۵۸
		سایت مخابراتی	۰/۰۸۸
		شبکه انتقال برق	۰/۳۱۳
		مراکز بهداشتی	۰/۱۷۸
		دامداری	۰/۱۵۱
۹	منابع درآمد	کشاورزی	۰/۰۹۱
		صنایع دستی	۰/۷۵۸

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز شهری برای استقرار کاربری جنگل‌داری با نگرشی همه‌جانبه به کلیه پارامترهای اکولوژیکی بوده است. وضعیت شکل زمین (شیب، جهت و ارتفاع)، نقش مهمی را در ارزیابی توان اکولوژیک منطقه برای جنگل‌داری دارد. نامناسب بودن منطقه از نظر شیب، محدودیت‌هایی را در فعالیت‌های مربوط به جنگلداری از جمله کار با ماشین‌آلات مختلف، محدودیت حضور در عرصه جنگلی، شرایط سخت اقلیمی و محیطی باعث می‌شود. بنابراین، شیب کمتر برای جنگل‌داری مطلوب‌تر است. جهت‌های شمالی در نیمکره شمالی زمین دارای رطوبت بیشتر و در نتیجه پوشش گیاهی مناسب‌تری نسبت به جهت‌های جنوبی هستند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا، رطوبت مطلق هوا و درجه حرارت و در نتیجه دوره رویش گیاهی و رویش گیاهان کاهش می‌یابد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۱).

بر اساس مدل مخدوم، منطقه توان محدودی برای کاربری جنگل‌داری دارد که با مطالعه (Yalew et al., 2017) هم‌راستا می‌باشد. فقط بخش کوچکی از منطقه (۵ درصد معادل ۱۹۷ هکتار)، برای طبقه یک که مستعدترین طبقه برای جنگل‌داری و بدون محدودیت است، دارای تناسب تشخیص داده شده است. در مجموع بسیاری از اراضی منطقه مورد مطالعه، دارای قابلیت ضعیف یا نامناسب برای جنگل‌داری است و محدودیت

شدیدی برای رشد جنگل تجاری دارد. در ارزیابی توان منطقه به روش AHP، فاکتورهای زیادی اعم از اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی به کار می‌رود. با تکمیل پرسشنامه توسط کارشناسان و انتقال امتیازات به نرم‌افزار Expert Choice، بیشترین وزن به عوامل فیزیکی- شیمیایی تعلق گرفت که بمطالعه (Mohammadi and Mohammadi Limaiei, 2018) مطابقت دارد. محیط فرهنگی در نظرسنجی که توسط کارشناسان صورت گرفت، کمترین وزن را به خود اختصاص داده است.

معیارها و زیرمعیارهای مؤثر بر ارزیابی و وزن آن‌ها به‌درستی و با صحت قابل‌قبول از طریق مرور منابع (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱؛ امیری و همکاران، ۱۳۸۸؛ Bibby et al., 1998) و نظرات متخصصان در قالب مقایسه زوجی، تعیین شدند. این موضوع نمایانگر کارایی روش مرور منابع و استفاده از نظرات کارشناسی و تخصصی در قالب پرسشنامه، برای تعیین وزن معیارها در چنین تحقیقاتی است. همچنین تحقیق حاضر، ضمن تأیید تحقیقات گذشته (شمسه، ۱۳۸۹؛ امیری و همکاران، ۱۳۸۷)، توانایی سودمند GIS در مکان‌یابی، ترکیب و روی هم‌گذاری معیارهای مختلف اکولوژیک را بیشتر نمایان ساخته است.

مدل مخدوم در انتخاب گزینه موردنظر، انعطاف‌پذیری کمی دارد، به‌طوری‌که جهت انتخاب یک گزینه بایستی تمام فاکتورهای ذکرشده وجود داشته باشد. در صورتی‌که اگر از میان فاکتورهای موردنظر تنها یک فاکتور وجود نداشته باشد، تمام فاکتورهای دیگر نیز نادیده گرفته‌شده و از لحاظ مساعد بودن منطقه هیچ گزینه‌ای انتخاب نمی‌شود و همچنین در این روش، اهمیت هریک از معیارها نسبت به همدیگر مساوی در نظر گرفته می‌شود. ولی این تساوی در اکثر تصمیم‌گیری‌ها و پدیده‌ها مساوی نبوده و وزن‌های مختلفی دارد.

AHP این قابلیت را دارد که از نظرات متخصصان در فرآیند ارزیابی استفاده شود. علاوه بر این، انعطاف‌پذیر است و می‌توان هر تعداد معیار و زیر معیار را در آن به کاربرد. AHP نه‌تنها مقدار نقش هر عامل را در فرآیند ارزیابی تعیین می‌کند، بلکه چگونگی ارتباط و هماهنگی عوامل مؤثر را در فرآیند ارزیابی به شکل حلقه‌های زنجیرواری در برمی‌گیرد. می‌توان بیان نمود که روش AHP، به دلیل درنظرگرفتن پارامترهای بیشتر و استفاده از پرسشنامه برای به‌کارگیری نظر کارشناسان، برتری نسبی بر مدل مخدوم دارد. باین‌وجود بهتر است که در تصمیم‌گیری‌ها از نتایج توأم دو روش استفاده نمود. در نتیجه این دو روش می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد و الگوی مناسب برای ارزیابی زیست‌محیطی جهت پشتیبانی در ارتباط با تحلیل و برنامه‌ریزی فضایی به کار روند و به‌عنوان یک الگوی مناسب برای سایر مناطق باشند.

سپاسگزاری

از همه کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خوزستان (مدیریت آبخیزداری)، ۱۳۸۹. مطالعات آبخیزداری کنترل سیلاب حوضه شهری بهبهان.
- امیر، ک.، ۱۳۸۷. کاربرد روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی زمین برای توسعه کالبدی بر پایه عوامل طبیعی (مطالعه موردی: مجموعه شهری شیراز)، نشریه علوم جغرافیایی، جلد ۸: صفحات ۵۴-۳۳.
- امیری، م. ج.، جلالی، س. غ.، سلمان ماهینی، ع.، حسینی، س. م. و دهکردی، ف. الف.، ۱۳۸۷. ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز دو هزار و سه هزار شمال ایران با استفاده از GIS. مجله محیط‌شناسی، جلد ۳۵: صفحات ۳۴-۳۳.
- شامخی، ت.، ۱۳۹۰. قوانین و مدیریت منابع طبیعی (جنگل‌ها و مراتع). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۶ ص.
- شمسه، م.، ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک به‌منظور توسعه جنگل‌کاری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مطالعه موردی: حوضه آبخیز قلعه گل، شهرستان خرم‌آباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، ۷۰ ص.
- قدسی پور، ح.، ۱۳۸۹. فرآیند سلسله مراتبی AHP. چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲۰ ص.

- کریمی، الف، حسینی نصر، س. م.، جلیوند، ح. و میریعقوب زاده، م. ح.، ۱۳۹۱. ارزیابی توان اکولوژیک حوضه آبخیز بابلرود برای جنگل‌داری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، جلد ۱۹: صفحات ۱-۲۲.
- مخدوم، م.، ۱۳۷۸. شالوده آمایش سرزمین. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ ص.
- مخدوم، م.، ۱۳۸۰. شالوده آمایش سرزمین. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ ص.
- مخدوم، م.، ۱۳۸۴. شالوده آمایش سرزمین. چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۹۰ ص.
- مخدوم فرخنده، م.، درویش صفت، ع. الف، جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع.، ۱۳۹۲. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط‌زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS). چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۵ ص.
- مطیعی لنگرودی، س. ح.، نصیری، ح.، عزیزی، ع. و مصطفایی، الف.، ۱۳۹۱. مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS، مطالعه موردی شهرستان مرودشت. نشریه آمایش سرزمین، جلد ۱۴: صفحات ۱۰۱-۱۲۴.
- نوری، س. ه. الف، صیدالی، س. الف، کیانی، ص.، سلطانی، ز. و نوروزی اورگانی، الف.، ۱۳۸۸. ارزیابی توان اکولوژیک محیط برای تعیین مناطق مستعد کشاورزی با استفاده از GIS (بخش مرکزی شهرستان کیار)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، جلد ۲۱: صفحات ۳۳-۴۶.
- Aurget, P., 2000.** Aggregation and Emergence in Ecological Modeling. Ecological Modelling, 127 Gabon, Central Africa, Futures, 38: 454- 474.
- Barati, B., Jahani, A., Zebardast, L. and Raygani, B., 2018.** Assessing the Conservation of Protected Areas Using the Landscape Ecology Approach (Case Study area: National Park and Wildlife Refuge of Kola Ghazi). Town and country planning, 9: 153-168 (In Persian).
- Bibby, J. S., Heslop, R. E. F. and Hartnup, R., 1998.** Land Capability for Forestry in Britain. The Forestry Commission, In: www.bsos.bangor.ac.Uk/Forest 1. Htm.
- Bottaro, G., Roco, L., Pettenella, D., Micheletti, S. and Vanhulst, J., 2018.** Forest plantations' externalities: an application of the analytic hierarchy process to nonindustrial forest owners in central chile. Article in Forests. 9: 1-21.
- Hosseini, S. M., Amiri, M. J. and Rafatnia, N., 2003.** Forest and Mountain Road Projects Planning on the Basis of Land Evaluation. Forest Science, 3: 23-29 (In Persian).
- Loi, N. K. and Tuan, V. M., 2008.** Integration of GIS and AHP Techniques for Land Use Suitability Analysis in Di Linh District Upstream Dong Nai Watershed- Vietnam. Fortrop II International Conference Tropical Forestry Change in a Changing World. Kasetsart University, Bangkok, Thailand, 17-20 November, Pp: 112-121.
- Mod, H. K., Scherrer, D., Luoto, M. and Guisan, A., 2018.** What we use is not what we know: environmental predictors in plant distribution models. *Journal of Vegetation Science*, 27(6): 1308-1322.
- Mohammadi, Z. and Mohammadi Limaiei, S., 2018.** Multiple criteria decision making approaches for forest sustainability (Case study: Iranian Caspian forests). Forestry Research and Engineering: International Journal of Forestry Research and Engineering, 2(2): 114-120.
- Mohammad pour, M., Abdi, N. and Almodaresi, S. A. 2018.** Detection of Land Use Change Using Satellite Image Processing and Landscape Metrics: A Case Study of Urmia City. First National Conference on the Application of Advanced Space Models (Remote Sensing and GIS) in Land Use planning, Yazd, Azad Islamic University of Yazd (In Persian).
- Otieno, K. C., 2017.** Land use planning and communal land tenure reforms pastoral areas: the experience of Kenya, National Land Commission. Kenya, world bank conference on land and poverty” The World Bank - Washington DC. 13pp.
- Rahimi, V., Pourchabaz, H., Eghdar, H. and Mohammadari, F., 2016.** Comparison of fuzzy AHP models with general and ANP in assessing forestry power; a case study: Behbahan beyond. Iranian Journal of Applied Ecology, 13: 15-30. (In Persian).
- Shao, G. and Stuart, H. H., 1997.** A Compatible Growth Density Stand Model. Forest Science, 43(3): 443-446.
- Saaty, T. L., 1990.** The Analytical Hierarchy Proces. 2nd edn, RWS Publication, Pittsburgh.
- Yalew, S. G., Van Griensven, A. R. and Mul, M. L., 2017.** Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques. Modeling Earth Systems and Environment June, 2: 101.