فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، رهیافتی در مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس

ابوالفضل جعفری[۱]، اکبر نجفی[۲]*، داود مافی غلامی[۳]

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

اجرای موفق طرح‌های احیایی جنگل‌های زاگرس مستلزم نگرشی همه جانبه به مفاهیم توسعه پایدار و مسائل اقتصادی و اجتماعی است که در این بین، توجه و بررسی مسائل متناقض و متضاد اجتناب ناپذیر است. فرآیند تحلیل شبکه (ANP) یک چارچوب نویدبخش برای ارزیابی مسائل چند بعدی و متناقص است که در این مقاله به معرفی این تکنیک و نحوه کاربرد آن در یک مساله مدیریتی جنگل-های زاگرس (تعیین الگوی مناسب سازماندهی مکانی در زاگرس) پرداخته شده است. بر اساس روش ANP، ابتدا شاخص‌ها و معیارهای موثر در تصمیم‌گیری، در قالب مدل BOCR، تدوین می‌شوند. با انجام محاسبات در نرم‌افزار Super Decision میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها و معیارها محاسبه خواهد شد. بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان به ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های مورد بررسی، که در این مقاله شامل حوزه آبخیز، سامان عرفی روستا و سامان عرفی خانوار هستند، پرداخت. در آخرین مرحله، تحلیل حساسیت گزینه‌های مورد بررسی و تفسیر نتایج حاصل از تغییرات حساسیت صورت می‌گیرد. نتایج حاصل از ANP به عنوان راهنمایی در تصمیم‌گیری نهایی استفاده خواهند شد.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، مسائل اقتصادی و اجتماعی، سازمان‌دهی مکانی جنگل

۱- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- مسئول مکاتبات و استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
a.najafi@modares.ac.ir

۳- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه بهره‌برداری بی‌رویه و قطع درختان، چرای مفرط، کاربری نامناسب اراضی و نیز توسعه صنعتی و آلودگی‌های گوناگون از عوامل اصلی تضعیف و از بین رفتن جنگل‌های زاگرس و بروز مشکلاتی چون افزایش سیل، فرسایش خاک، لغزش زمین و آسیب‌های گوناگون انسانی و محیطی است. از طرفی عدم مقبولیت و پذیرش اجتماعی طرح‌ها و برنامه-های احیایی، عدم امکان کنترل، عدم اجرای شیوه‌های مناسب جنگلشناسی و عدم سازمان-دهی مکانی مناسب روند تخریب در این منطقه را شدت بخشیده است. اجرای موفق این طرح‌ها مستلزم نگرشی همه جانبه به مفاهیم توسعه پایدار و مسائل اقتصادی و اجتماعی است که در این بین، توجه و بررسی مسائل متناقض و متضاد اجتناب ناپذیر است. امروزه راه‌کارهای جدیدی به منظور انتخاب مناسب‌ترین طرح اجرایی و همچنین ارزیابی آنها ارائه شده است که در آنها علاوه بر بررسی مسائل و معیارهای مختلف از دانش و مهارت افراد، به عنوان یک بعد مدیریتی مساله، در فرآیند تصمیم‌گیری و انتخاب استفاده می‌شود. این روش‌ها که جزء روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) می‌باشند، یک چارچوب نویدبخش برای ارزیابی مسائل چند بعدی و متناقض به حساب می‌آیند. تصمیم-گیری چند معیاره یکی از شاخصه‌های شناخته شده تحقیق در عملیات است که مسائل تصمیم‌گیری را تحت تعدادی از معیارهای تصمیم بررسی می‌کند. در این تصمیم‌گیری‌ها به جای یک معیار، از چندین معیار برای سنجش بهینگی استفاده می‌شود که این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی و یا ترکیبی از هر دو باشد (۱۲). روش‌های متعددی برای تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شده است که برنامه‌ریزی هدف (آرمانی)، برنامه‌ریزی سازشی، تئوری مطلوبیت چند شاخصه، روش TOPSIS، روش تخصیص خطی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فرایند تحلیل شبکه از این جمله هستند. در این بین، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرایند تحلیل شبکه (ANP) کاربرد گسترده‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارند. روش ANP تعمیم یافته روش AHP است. در مواردی که سطوح بالایی روی سطوح پایینی تاثیر می‌گذارند و یا این‌که عناصر هم سطح از هم مستقل نیستند روش ANP کاربرد مناسبی دارد (۱۳).

مواد و روش‌ها

در این مبحث با تشریح فرآیند تحلیل شبکه، به چگونگی ایجاد مدل ANP، ساختار BOCR، تدوین معیارهای کیفی و کمی و روابط بین آنها، نحوه انجام محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها و اولویت‌بندی آنها پرداخته خواهد شد.

تشریح فرآیند تحلیل شبکه

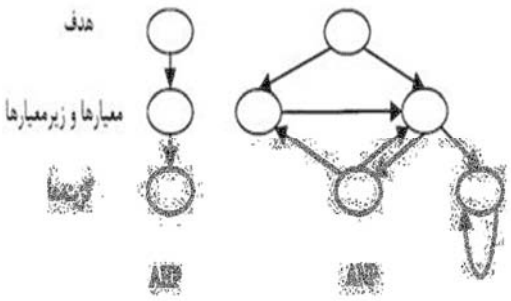
در زمینه تصمیم‌گیری و امتیازبندی در زمینه-های مختلف، سابقا روش‌هایی مورد استفاده بود که استفاده از آنها دارای نارسایی‌هایی از قبیل هزینه بالا و فقدان چارچوب عمیق تئوریکی اشاره کرد (۹). بر همین اساس توماس ساعتی در دهه ۱۹۷۰ روشی موسوم

Archive of SID

www.SID.ir

به فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) را معرفی می‌کند که معایب روش‌های گذشته را نداشت. با ارائه مدل پردازش AHP، تحولی نو در عرصه تصمیم‌گیری و مدیریتی پدیدار شد. به سرعت پروژه‌های زیادی با همین روش انجام شد و مقالات متعددی پیرامون آن به چاپ رسید. با این حال نقطه قوت AHP که مبتنی بر یک اصل اثبات شده روانشناسی (هر فرد نمی تواند در یک زمان درباره گستره‌ای فراتر از ۲±۷ مورد قضاوت کند.) بود، نتوانست مانع از هویدا شدن نارسایی‌های این روش گردد (۱۳). یکی از مشکلات بارز این روش، فرض سلسله مراتبی برای تمام مسائل است که در آن اثر متقابل بین معیارها و همچنین بین معیارها و گزینه‌ها در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین ساعتی گامی به پیش نهاد و با معرفی فرآیند تحلیل شبکه (ANP) به رفع این مشکلات اقدام کرد.

روش ANP تعمیم یافته روش AHP است. ANP نظریه جدیدی است که در آن ساختار شبکه‌ای، جانشین ساختار سلسله مراتبی شده است (۱۴ و ۱۱). این ویژگی سبب می‌شود که به صورت نظام‌مند، وابستگی‌ها و بازخوردهای بین معیارها و زیرمعیارها بررسی شده و نتایج واقعی‌تری نسبت به ساختار سلسله مراتبی ارائه شود. به مانند AHP، ANP نیز از مقایسات زوجی، با استفاده از مقیاس ارجحیت ۱ تا ۹، بهره می‌گیرد. با این تفاوت که در حالت شبکه هر عنصر می‌تواند با دیگر عناصر ارتباط دو طرفه داشته باشد. بر این اساس لازم است تمام وابستگی‌های بین شاخص‌ها و همچنین جهت آنها تبیین شود. هر یک از این وضعیت‌ها با استفاده از پیکان‌های یکطرفه، دو طرفه و حلقه نشان داده می‌شود. اما در روش AHP تنها ارتباط یک‌طرفه از هدف به گزینه-ها وجود دارد. (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه ساختار AHP و ANP

در مقام مقایسه، با توجه به پیشینه تاریخی می‌توان نتیجه گرفت که ANP روشی کامل‌تر از AHP است؛ چرا که مبتکر این دو روش یک نفر است و در واقع ساعتی با توجه به کاستی-های موجود در روش AHP، روش ANP را معرفی کرد. البته این بدان معنی نیست که با وجود ANP، روش AHP روشی خارج از رده است و در تمام حالات ANP می‌تواند جانشین AHP شود. برای مثال می‌توان به نمونه‌هایی از تفاوت دو روش که موید نقاط ضعف و قوت نسبی آن دو در برخی موارد است اشاره کرد:

- در برخی از مسائل، نظیر مسائلی که ترکیبی از سود و هزینه وجود دارد، استفاده از AHP به کلی اشتباه است و منجر به پاسخ های نادرست می‌گردد. در این گونه موارد روش ANP پاسخگو است.
- روش ANP به دنیای واقعی بسیار نزدیک است تا روش AHP چرا که در دنیای واقعی معمولاً روابط، بسیار پیچیده تر از حالت سلسله

Archive of SID

www.SID.ir

مراتبی‌اند و وابستگی‌های داخلی فراوانی وجود دارد.

- روش AHP ساده‌تر و قابل فهم‌تر از روش ANP است.
- تعداد مقایسه در یک سلسله مراتبی کمتر از تعداد مقایسه‌ها در حالت شبکه است. این مورد در مسائل پیچیده که دارای معیارها و زیر معیارهای متعدد است خودنمایی می‌کند. چرا که کارشناسان حتی در صورت داشتن فرصت، معمولا از تعداد زیاد مقایسه‌ها به ستوه می‌آیند و حتی ممکن است در مقایسه‌های آخر بی‌دقتی کنند.

در مجموع سه دلیل اصلی، کاربرد این فرآیند را توجیه می‌کند (۱۰ و ۴):

۱- رویکرد مدون این شیوه در تعیین اولویتها، به دلیل استفاده از مقیاس نسبی بر اساس قضاوت کارشناسان مربوط، به جای یک مقیاس مطلق

۲. توانایی این شیوه در اندازه‌گیری معیارهای محسوس و ملموس و ناملموس

۳. پذیرش آسان‌تر نتایج این فرآیند از سوی مدیران و تصمیم‌گیران، به دلیل سادگی نسبی و رویکرد شهودی آن

کاربرد فرآیند تحلیل شبکه در مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس

منابع متعددی مهمترین مساله مدیریتی در مناطق جنگلی زاگرس را برنامه‌ریزی و تعیین یکان مدیریتی بر پایه ویژگی‌های خاص هر منطقه عنوان کرده‌اند (۱،۲،۵،۶). برای نیل به این هدف در نظر گرفتن معیارهای متعدد و در اکثر مواقع متناقض اجتناب ناپذیر است. علاوه بر این موضوع، موضوعاتی چون ارزیابی روند توسعه پایدار در زاگرس، مکان‌یابی مراکز اقتصادی و صنعتی، ارزیابی آسیب‌پذیری مناطق زاگرس برای کاربری‌های مختلف، انتخاب گونه‌های مناسب برای احیاء جنگل-های زاگرس و ... مواردی هستند که یک سیستم تصمیم‌گیری کارآمد را طلب می‌کنند. تکنیک ANP رهیافتی نوین برای حل مسائلی این‌چنین است. در هر حال پس از طرح مساله مورد نظر، ANP در ۶ مرحله، به شرح زیر انجام می‌گیرد:

مرحله اول: تدوین معیارها و زیرمعیارها

برای تعیین معیارها و زیرمعیارها می‌توان از مطالعات تطبیقی، آماربرداری و همچنین گروه‌های کارشناسی فعال در زمینه مورد نظر و البته دانش افراد محلی استفاده کرد و علاوه بر ابعاد اجتماعی و اقتصادی مسئله، معیارهایی با تأکید بر فعالیت اجرایی طرح‌های جنگلداری و بهره‌برداری تعیین و برای هریک از آنها نیز زیرمعیارها یا شاخصهایی در نظر گرفته شد.

مرحله دوم: تدوین مدل ANP

ساخت مدل ANP مستلزم شناخت مسئله، تعریف معیارها و زیرمعیارها و تبیین روابط و اثرهای متقابل آنهاست (۱۶). حل مسائل به کمک شبکه تا حد زیادی به هنر مدلساز بستگی دارد و تشکیل این ساختار از قاعده خاصی پیروی نمیکند، از این رو، حل هر مسئله پیچیدگی خاص خود را دارد (۷). مدل تصمیم‌گیری شبکه‌ای، بر اثرهای متقابل بین معیارها و زیرمعیارهای هر معیار استوار است.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل ANP قابلیت تدوین در قالب ساختار BOCR را نیز دارا است؛ که در آن سودها (Benefits)، فرصت‌ها (Opportunities)، هزینه‌ها (Costs) و مخاطرات (Risks) سیستم تصمیم‌گیری قابل محاسبه است (۱۷) (شکل ۲).

مرحله سوم: مقایسه‌های زوجی معیارها و زیرمعیارها

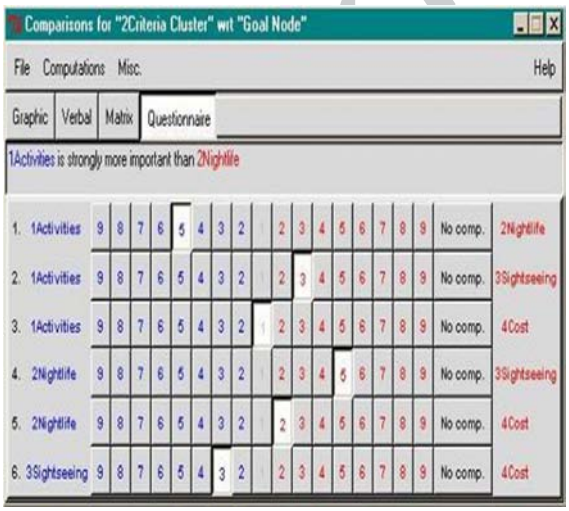
پس از تدوین مدل شبکه‌ای، مقایسه‌های زوجی بین معیارها و زیرمعیارهای وابسته یا دارای اثر متقابل با استفاده از مقیاس ارجحیت ۱ تا ۹ انجام می‌شود (جدول ۱ و شکل ۳). که در این مرحله کنترل ناسازگاری قضاوت‌ها دارای اهمیت است. نرخ ناسازگاری اگر از ۰/۱ فراتر رود، آن قضاوت ناسازگار بوده و بایستی در آن تجدید نظر کرد (شکل ۴) (۱۳).

شکل ۲. ساختار BOCR در روش ANP

جدول ۱. سیستم استاندارد نمره‌دهی در روش ANP

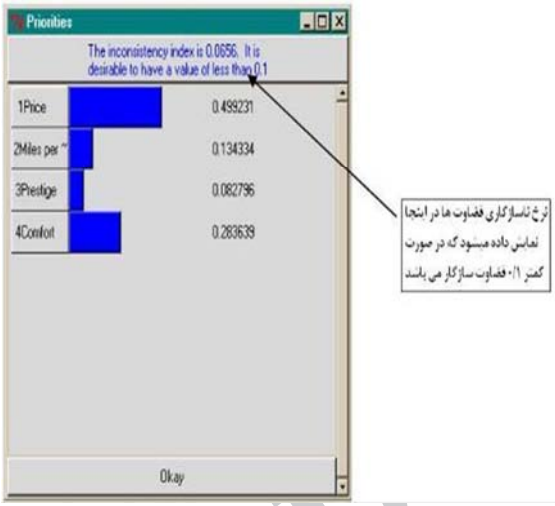
ترجیحات	عدد
دارای اهمیت یا برتری کامل	۹
دارای اهمیت یا برتری خیلی زیاد	۷
دارای اهمیت یا برتری	۵
دارای کمی اهمیت یا برتری	۳
دارای اهمیت یا برتری یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲و۴و۶و۸

به طور کلی با داشتن n عنصر، n(n-1)/2 قضاوت مورد نیاز است تا اعضای شبکه مقایسه زوجی شوند. الزاما نباید تمام اعضا گروه تصمیم‌گیری، تمامی ارزیابی‌ها را انجام دهد. می‌توان نقطه نظر هر فرد را در حوزه تخصص وی دریافت کرد. به طور مثال در مورد معیارهای اکولوژیک می‌توان از اکولوژیست‌ها نظر سنجی کرد و در مورد معیارهای اقتصادی می‌توان دانش و تخصص اقتصاددانان را به خدمت گرفت. در مورد معیارهای اجتماعی از نظرات مردمی در قالب پرسشنامه استفاده نمود.



شکل ۳. نمونه‌ای از مقایسات زوجیANP در نرم‌افزار Super Decision

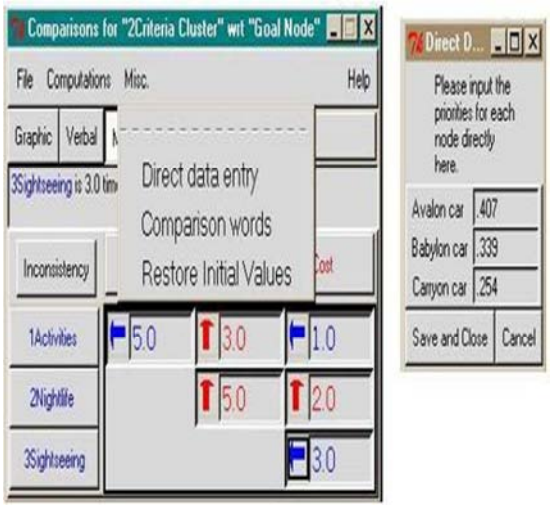
www.SID.ir



شکل ۴. نحوه نمایش نرخ ناسازگاری قضاوت‌ها در نرم‌افزار Super Decision

در سال ۱۹۸۳ ساعتی نشان داد که میانگین هندسی بهترین روش برای تلفیق قضاوت‌های افراد است؛ زیرا در این میانگین، خاصیت عکس‌پذیری مقایسات حفظ می‌شود (۷).

لازم به ذکر است که انجام قضاوت گروهی معمولا برای معیارهای کیفی انجام می‌شود و برای داده‌های کمی، مانند هزینه، در صورت موجود بودن داده، داده مورد نظر مستقیما وارد مدل می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵. نحوه ورود داده های مستقیم (داده‌های کمی) در نرم‌افزار Super Decision

انجام محاسبات فرآیند ANP با استفاده از نرم‌افزارهای متعددی چون Super Decision، Encent و برنامه‌های محاسبات ریاضی مانند Excel، Maple و Mathematica قابل اجرا است.

مرحله چهارم: محاسبه‌های سوپرماتریس

در مدل ANP محاسبات مربوط به سوپرماتریس‌ها در سه مرحله انجام می‌گیرد. ابتدا مقادیر وزن محاسبه شده برای تمام مقایسه‌های زوجی به ماتریسی که در اصطلاح سوپرماتریس فاقد وزن نام دارد، وارد می‌شود. در مرحله بعد سوپرماتریس دارای وزن از حاصلضرب مقادیر سوپرماتریس فاقد وزن در مقادیر متناظر ماتریس مقایسه‌های معیارها محاسبه می‌شود. سپس مقادیر ماتریس وزن داده شده استاندارد می‌شود، به طوری که مجموع مقادیر ستون‌های ماتریس برابر عدد یک شود. در مرحله سوم و آخر، سوپرماتریس حد که در آن مقادیر ماتریس در ستون‌ها با هم برابر است، محاسبه می‌شود (۱۳). ساعتی با استفاده از ماتریس‌های احتمالی و زنجیره‌های مارکوف اثبات کرد که وزن نهایی از رابطه زیر به دست می‌آید (۷):

$$W = \lim_{k \to \infty} W^{2k+1}$$

رابطه (۱)

W: ماتریس حد (وزن نهایی)

W: ماتریس وزن‌دار استاندارد شده

مرحله پنجم: محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها و اولویت بندی آنها

Archive of SID

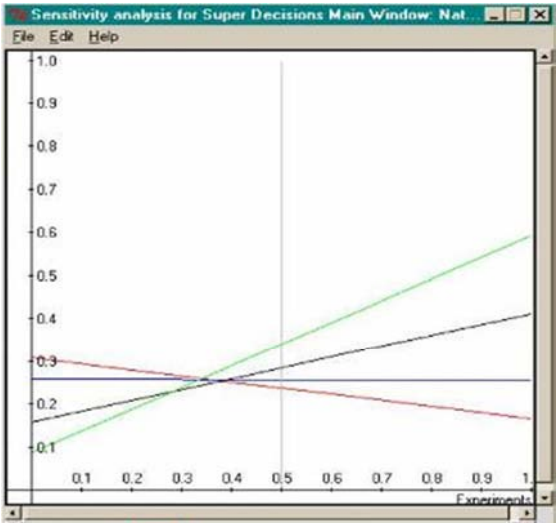
www.SID.ir

با تعیین وزن شاخص‌های سودها، هزینه‌ها، فرصت‌ها و مخاطرات در قالب ساختار BOCR وزن نهایی و اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام می-شود. در ساختار BOCR از فرمول زیر برای محاسبات استفاده می‌شود:

$p (Benefits) * $ {Benefits} + $p (Costs) * $ {Costs^ - 1} + $p (Opportunities) * $ {Opportunities} + $p (Risks) * $ {Risks^ - 1}

مرحله ششم: تحلیل حساسیت

پس از به دست آمدن نتایج، تحلیل حساسیت انجام می‌شود. تحلیل حساسیت چگونگی اولویت‌بندی یک گزینه را نسبت به سایر گزینه‌ها با توجه به هر معیار و زیر معیار در حالت کلی نشان می‌دهد (۷). با انجام این مرحله می‌توان یک بینش مفید را در مورد اولویت‌های داده شده توسط تصمیم‌گیرندگان، با توجه به تغییرات اولویت‌ها به دست آورد. به طور کلی، هدف از انجام این تحلیل، نشان دادن حساسیت انتخاب نهایی گزینه‌ها با توجه به وزن‌های نسبت داده به هر معیار و زیر معیار توسط تصمیم‌گیرنده است. در واقع از آنجا که ممکن است قضاوت‌های مختلفی در مقایسه درجات اهمیت معیارها صورت گیرد، برای تامین ثبات و سازگاری تجزیه و تحلیل‌ها از آنالیز حساسیت استفاده می‌شود (۱۳). به منظور تحلیل حساسیت نتایج اولویت‌بندی، با کاهش یا افزایش دادن وزن یکی از معیارها می‌توان میزان تغییر در اولویت‌بندی را بررسی نمود. برای چنین سنجشی، روش ANP از پنج نوع تحلیل حساسیت گرافیکی سود می‌برد که عبارتند از تحلیل حساسیت "عملکرد، دینامیک، گرادیان طرح دو بعدی و تفاوت‌ها" (شکل ۶).



شکل ۶. تحلیل حساسیت ANP در نرم‌افزار Super Decision

نتایج

پس از انجام شش مرحله فوق نتایج نهایی تکنیک ANP به دست می‌آید. این نتایج بیانگر میزان اهمیت هر یک از معیار و نهایتا رتبه‌بندی گزینه‌های مورد بررسی است.

بحث

علیرغم گسترش مفاهیم توسعه پایدار در سال‌های اخیر، دستیابی به شرایط واقعی آن همواره مهمترین چالش بخش مدیریت، خصوصا در بخش منابع طبیعی، بوده است. در این حالت استفاده از رویکردهای نوین برای رفع این نوع مشکلات پیچیده ضرورت می‌یابد (۳). شیوه‌هایی که مبتنی بر تصمیم‌گیری گروهی هستند؛ می‌توانند به عنوان راه‌کاری جدید برای تصمیم‌گیری استفاده شوند. زیرا این روش‌ها علاوه بر در نظر گرفتن و بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

معیارهای مختلف، از دانش و مهارت افراد خبره و همچنین دانش بومی افراد محلی به عنوان یک بعد مدیریتی مساله در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. مساله تصمیم-گیری در خصوص موضوعات مختلف در جامعه چند ساختاری زاگرس همواره با مشکلات عدیده روبرو بوده و هست. مشکلاتی از قبیل وجود جوامع جنگل‌نشین، فقر مادی شدید، وابستگی معیشتی به جنگل مشکلات سازمانی و دیگر مسایل اینچنینی که هر کدام به نوبه خود طرح‌ها و اهداف پیش‌بینی شده در این مناطق را با چالش روبرو می‌سازد. برای حل مسائل اینچنینی می‌توان از روش‌های مختلفی بهره گرفت که در حال حاضر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به دلیل توانایی و قابلیت بالای آنها در مدلسازی مسائل واقعی، سادگی و قابل فهم بودن آنها برای استفاده کننده و مخاطب کارآمدترین این روش‌ها هستند. از آنجاییکه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بیانگر رفتار انسان بوده (۱۸) و قادر به در نظر گرفتن شرایط و متغیرهای کیفی و کمی مساله به طور همزمان می‌باشند، کاربرد چشمگیری یافته‌اند (۱۵). کارایی روش ANP در حل مسائل پیچیده مدیریتی توسط محققین متعددی به اثبات رسیده است (۴،۱۰،۱۵،۱۶،۱۷،۱۸) این روش در شرایط پیچیده قابلیت تلفیق با منطق فازی (Fuzzy Logic) و اجرا در قالب FANP را نیز دارا است (۸).

نتیجه‌گیری

به منظور دستیابی به اهداف مدیریت پایدار جنگل کاربرد روش‌هایی که توانایی در نظر گرفتن همزمان معیارهای اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی را داشته باشند ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله به معرفی و چگونگی کاربرد روش ANP، به عنوان نسل جدیدتری از روش‌های تصمیم‌گیری، در مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس پرداخته شد. شاخص‌ها و معیارهای معرفی شده در این مقاله می‌توانند، با اعمال تغییراتی، برای سایر مناطق مورد استفاده قرار بگیرند. در پایان ذکر این نکته ضروری است که این روش و سایر روش‌های تصمیم‌گیری، تنها داده‌هایی را که در اختیار آنها قرار می‌گیرد به مدل تبدیل کرده و در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهند. بنابراین یک تصمیم‌گیرنده باید از پذیرش مطلق نتایج پرهیز کند و نتایج این نوع تصمیم‌سازی را تنها به عنوان راهنمایی در تصمیم‌گیری نهایی به کار ببرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- پورهاشمی، م. ۱۳۸۲. بررسی تجدید حیات طبیعی گونه‌های بلوط در جنگل‌های مریوان (مطالعه موردی: جنگل دویسه). رساله دکتری تخصصی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۳ صفحه.

۲- جزیره‌ای، م ح.، ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۴. جنگلشناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ صفحه.

۳- جعفری، ا.، زرافشار، م. ۱۳۸۸. مدیریت پایدارجنگل، چالش‌ها و راه‌کارها. سومین همایش ملی جنگل، انجمن جنگلبانی ایران، کرج، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۴- سعیدی، ح ر.، نجفی، ا. ۱۳۸۹. کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در تعیین اولویت خروج دام از جنگل و سامان‌دهی جنگل‌نشینان (مطالعه موردی: سری باباکوه، حوزه آبخیز دو گیلان). مجله جنگل ایران. ۲(۴): ۳۰۹-۳۱۲.

۵- غضنفری، ه. ۱۳۸۲. بررسی رویش و تغییرات پراکنش قطری در توده های وی ول مازودار، به منظور ارایه الگوی تنظیم جنگل در منطقه بانه (مطالعه موردی هواره خول). رساله دکتری تخصصی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۱۰ صفحه.

۶- فاتحی، پ.، نمیرانیان، م.، درویش‌صفت، ع ا.، فتاحی، م. ۱۳۸۸. بررسی الگوی مناسب سازماندهی مکانی در زاگرس شمالی. مجله جنگل و فرآورداهای چوب (منابع طبیعی ایران). (۶۲): ۴۱۷-۴۲۸.

۷- قدسی پور، س ح. ۱۳۸۷. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۲۲۰ صفحه.

8- Ayag, Z., & R.G. Özdemir, 2011. An intelligent approach to machine tool selection through fuzzy analytic network process. Journal of Intelligent Manufacturing 22:163–177.

9- Braunschweig, T., 2000. Priority Setting in Agricultural Biotechnology Research, ISNAR.

10- Ghajar, I. & A. Najafi, 2012. Evaluation of harvesting methods for Sustainable Forest Management (SFM) using the Analytical Network Process (ANP). Forest Policy and Economics. doi:10.1016/j.forpol.2012.01.003

11- Paramasivam, V., V. Senthil, & N. Rajam Ramasamy, 2011. Decision making in equipment selection: an integrated approach with digraph and matrix approach, AHP and ANP. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 54:1233–1244.

12- Pohekar, S.D & M. Ramachandran, 2004. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 8: 365-381.

13- Saaty, T.L., 2003. Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, RWS Publications, Pittsburgh, PA.

14- Samari, D., H. Azadi, K. Zarafshani, Gh. Hosseininia, & F. Witlox, 2011. Determining appropriate forestry extension model: Application of AHP in the Zagros area, Iran. Forest Policy and Economics 25: 91-97.

15- Tsai, W., P, Lee, Y, Shen, & E.T.Y. Hwang, 2011. A combined evaluation model for encouraging entrepreneurship policies. Annals of Operation Research DOI: 10.1007/s10479-011-1029-6

16- Wolfslehner, B., H, Vacik, & M.J. Lexer, 2005. Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. Forest Ecology and Management 207: 157-170.

Archive of SID

www.SID.ir

17- Yazgan, H.R., S. Boran, & K. Goztepe, 2010. Selection of dispatching rules in FMS: ANP model based on BOCR with choquet integral. International Journal of Advanced Manufacturing Technology 49:785–801.
18- Yu, P.L., & Y.C. Chen, 2010. Dynamic multiple criteria decision making in changeable spaces: from habitual domains to innovation dynamics. Annals of Operations Research DOI: 10.1007/s10479-010-0750.

Archive of SID

www.SID.ir