نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲
ص۱۷۳-۱۸۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۲/۳۰

عملکرد و حساسیت روش‌های تصمیم‌گیری دلفی و AHP به پاسخ گروه‌های تصمیم‌گیری در پژوهش‌های منابع طبیعی

❖ **الیاس حیاتی*؛** دانشجوی دکتری علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **احسان عبدی؛** استادیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **باریس مجنونیان؛** استاد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
❖ **مجید مخدوم؛** استاد گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

برای مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح و توسعه در هر بخش از منابع طبیعی، باید عوامل مختلفی را از نظر فنی، اقتصادی ـ اجتماعی، محیط زیست، و اکولوژیک مدنظر قرار داد. بدین سبب، مدلی که این معیارها را در فرایند تصمیم‌گیری به‌کار بگیرد و نتایج مطمئنی ارائه بدهد، ضروری خواهد بود. از روش‌هایی که در سال‌های اخیر در چنین مطالعاتی مورد توجه پژوهشگران در داخل کشور قرار گرفته فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. اما اینکه آیا این فرایند می‌تواند مدلی مطلوب در چنین مطالعاتی باشد و اینکه نتایج حاصل از آن تا چه حد قابلیت استفاده در مرحلهٔ اجرا را دارد، خود نیاز به بررسی و مطالعهٔ جداگانه‌ای دارد. بنابراین، در این پژوهش که با هدف ارزیابی چندمعیاری شبکهٔ جاده‌های جنگلی صورت گرفته، از دو روش مختلف ارزیابی، یعنی روش دلفی و روش AHP، استفاده شد تا نحوهٔ اولویت‌بندی معیارها از سوی کارشناسان در دو روش مقایسه شود. نتایج این مطالعه نشان داد که اکثر کارشناسان این مطالعه نظرهای متفاوتی (در رابطه با اولویت‌بندی و میزان اهمیت معیارها) را در دو روش مختلف ارائه دادند. همچنین نتایج حاصل از میانگین‌گیری و تلفیق امتیازها در دو روش نشان داد که ترتیب اولویت‌های مربوط به ٤ معیار اول از ٨ معیار تعیین‌شده در دو روش همخوان بوده و ترتیب سایر اولویت‌ها در این دو روش متفاوت بوده است. طبق نتایج این مطالعه، اختلاف نظر در بین کارشناسان در روش دلفی به‌دلیل تکرار دورهای مطالعه و تکیه بر اصل توافق جمعی، در مرحلهٔ پایانی این روش به‌طور چشمگیر کاهش یافت. اما در رابطه با روش AHP نتایج نشان داد که حساسیت اجرای این روش به پاسخ‌های کارشناسان بسیار بوده که ضرورت دقت بیشتر پژوهشگران در استفاده از این روش و استفاده از نتایج این روش در عمل و همچنین توجه بیشتر کارشناسان در هنگام وزن‌دهی را می‌طلبد.

واژگان کلیدی: ارزیابی چندمعیاری، اولویت‌بندی معیارها، توافق جمعی کارشناسان، شبکهٔ جادهٔ جنگلی.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴ فاکس: ۰۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴
Email: hayati_fe@ut.ac.ir

مقدمه

برای دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار در منابع طبیعی، قبل از هر توسعه‌ای، ارزیابی آثار آن ضروری است. با توجه به دخالت‌داشتن عوامل مختلف فنی، اقتصادی ـ اجتماعی، محیط زیستی، و اکولوژیکی در این نوع برنامه‌ریزی‌ها، استفاده از مدل‌هایی که تمامی این جوانب را در فرایند ارزیابی در نظر بگیرد ضروری است. روش‌های مختلف ارزیابی چندمعیاری که قابلیت دخالت‌دادن معیارهای مختلف ذکرشده در فرایند تصمیم‌گیری را دارند [۱] در برنامه‌ریزی و مدیریت بخش‌های مختلف منابع طبیعی فراوان استفاده شده‌اند [۲، ۳]. یکی از این روش‌ها که به خصوص در دههٔ اخیر در داخل کشور مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است که با هدف‌های مختلف، مانند زون‌بندی جنگل برای فعالیت‌های تفرجی [۴، ۵]، انتخاب گونهٔ مناسب برای ایجاد فضای سبز [۶]، ارزیابی شبکهٔ جادهٔ جنگلی [۷، ۸]، ارزیابی توان اکولوژیکی جنگل [۹]، تعیین عوامل تأثیرگذار در مدیریت جنگل‌نشینان [۱۰]، مسائل اقتصادی ـ اجتماعی توسعهٔ صنوبرکاری [۱۱]، تهیهٔ نقشهٔ خطر آتش‌سوزی جنگل [۱۲]، مدیریت آبخیز، مانند تعیین مناطق مناسب عملیات ذخیرهٔ نزولات جوی [۱۳]، و همچنین در مطالعات محیط زیست [۱۴]، و... استفاده شده است. اولین نمونه از کاربرد AHP در منابع طبیعی مربوط به عزیزی بود که با استفاده از این روش و روش‌های دیگر به تعیین محل‌های مناسب برای احداث کارخانه‌های صنایع چوبی پرداخت [۱۵]. در این مطالعات، پژوهشگران معیارهای تأثیرگذار در فرایند ارزیابی را به‌طور دلخواه یا با بررسی منابع موجود ـ که آن معیارها را نیز خود پژوهشگر تعیین کرده بود ـ مشخص کردند. از این نظر، کارشناس مربوط آن‌طور که باید نمی‌تواند تجربیات خود را در مطالعه دخالت بدهد، زیرا ممکن است معیاری خاص از نظر او در موضوع مورد بررسی تأثیر به‌سزایی داشته باشد و در نتیجه پژوهشگر با تعیین قبلی معیارها به‌نوعی در روند ارزیابی محدودیت ایجاد می‌کند؛ یا در واقع چهارچوب بسته‌ای را در اختیار کارشناس قرار می‌دهد. روش دلفی[1]، که یکی دیگر از روش‌های ارزیابی چندمعیاری است، در چنین مواردی استفاده شده [۱۶، ۱۷] تا این نقص را برطرف بکند و این امکان را به کارشناس بدهد تا در مرحلهٔ تعیین معیارها نیز تأثیر بگذارد.

روش تحلیل سلسله‌مراتبی مبتنی بر مقایسهٔ زوجی و دوبه‌دوی معیارها و گزینه‌ها و همچنین محاسبهٔ ارزش نسبی معیارها و گزینه‌هاست و از آنجا که وزن‌دهی نادرست و غیردقیق به معیارها و لایه‌های اطلاعاتی، در مسائلی نظیر توان مناطق مختلف یک جنگل برای توسعهٔ شبکهٔ جاده، تأثیر چشمگیری بر نتایج خروجی دارد و ممکن است به نتایج نادرست منجر شود، در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که فرایند تحلیل سلسله مراتبی تا چه حد می‌تواند مدلی مطلوب در چنین مطالعاتی در کشور باشد؟ از طرفی، نتایج حاصل از آن تا چه حد قابلیت استفاده در مرحلهٔ اجرا را دارد؟ بنابراین، بررسی این روش و تعیین قوت و ضعف آن در چنین بررسی‌هایی در داخل کشور قبل از به‌کارگیری نتایج آن ضروری است. بدین سبب، در این پژوهش، که با هدف ارزیابی چندمعیاری شبکهٔ جاده‌های جنگلی صورت گرفته، از دو روش مختلف ارزیابی، یعنی روش دلفی (برای تعیین معیارهای مؤثر و همچنین اولویت‌بندی آن‌ها برای غربال‌گری معیارهای مهم‌تر) و روش AHP (برای وزن‌دهی معیارهای انتخاب‌شده) استفاده شده است.

1. Delphi Technique

به‌طور کلی، دلفی فعالیت مکاتبهٔ گروهی است که یک گروهِ ناظر آن را اداره می‌کند و در چندین دور توسط یک گروه متخصص که برای یکدیگر ناشناس‌اند اجرا می‌شود و هدف از اجرای آن رسیدن به توافق جمعی بین کارشناسان[1] در رابطه با موضوع مورد نظر است [۱۸، ۱۹]. بعد از هر دور، نتایج حاصل بر اساس آمارگیری از قضاوت گروه، محاسبه و در دورهای بعدی از آن‌ها استفاده می‌شود و نتایج در اختیار گروه قرار می‌گیرد. این روش، که برای تعیین و غربال‌سازی معیارهای تأثیرگذار در رابطه با هدفی خاص استفاده می‌شود [۱۷، ۲۰]، به‌سبب تکرار دورهای مطالعه (برخلاف روش AHP) و در اختیار قرار دادن سایر نظرها و اجازهٔ تغییر نظر دادن به کارشناسان در دورهای بعدی و در نهایت رسیدن به یک اتفاق‌نظر در بین آن‌ها در رابطه با میزان اهمیت عوامل مورد بحث، نتایج مطمئنی ارائه می‌دهد.

در این مطالعه، سعی شده با دعوت از کارشناسان برای تکمیل پرسش‌نامه‌های روش دلفی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ضمن تعیین معیارهای مؤثر و وزن آن‌ها، روند انجام هریک از این روش‌ها و پاسخ کارشناسان بررسی شود و نهایتاً قوت و ضعف‌های اجرای روش AHP (که در مرحلهٔ تعیین وزن تأثیرگذار است و در نتیجه تأثیر اصلی را بر نتایج خروجی خواهد گذاشت) تحلیل شود. ارسال پرسش‌نامه‌ها از طریق پست الکترونیکی و گاه همراه با تماس تلفنی برای یادآوری انجام شد. زمان صرف‌شده در هر مرحله نیز ثبت شد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد بررسی

این مطالعه، در بخش بهاربن، از جنگل آموزشی ـ پژوهشی خیرود دانشگاه تهران واقع در شرق نوشهر، انجام شد. منطقهٔ مورد بررسی با مساحت حدود ۱۴۰۰ هکتار در بین طول جغرافیایی "۹/۱ '۳۸ °۵۱ و "۵۰ '۴۱ °۵۱ و عرض جغرافیایی "۵۰ '۲۸ °۳۶ و"۵۰ '۳۰ °۳۶ واقع شده و ژئومورفولوژی آن شامل واحد کوهستانی جنگلی است.

روش پژوهش

در این مطالعه، برای انتخاب معیارهای تأثیرگذار در طراحی شبکهٔ جادهٔ جنگلی از روش دلفی استفاده شد. بدین سبب، ابتدا پرسش نامهٔ مربوط به این روش تهیه و برای ۹ کارشناس ارسال و از آن‌ها خواسته شد معیارهایی را که از نظر آن‌ها در طراحی جاده تأثیرگذار بوده و برای کاهش آثار محیط زیستی و افزایش دقت طراحی از نظر فنی مهم اند به‌صورت فهرستی ارائه بدهند. بعد از جمع‌آوری نظرها و تلفیق آن‌ها، معیارهایی که در سرتاسر منطقهٔ مورد مطالعه (در سطح سری) وضعیت همگنی داشتند و همچنین معیارهایی که به‌دلیل کمبود اطلاعات به‌صورت نقشه قابل تهیه نبودند، حذف شدند. سپس، با توجه به معیارهای باقی‌مانده، پرسش‌نامهٔ دور دوم دلفی تهیه و برای متخصصان ارسال شد. در این دور، از متخصصان خواسته شد تا معیارهای جمع‌بندی‌شده در دور اول را بر اساس اهمیتی که در طراحی دارند با ارائهٔ درصد اهمیت برای هریک، اولویت‌بندی کنند تا نهایتاً آن‌هایی که سهم زیادی در طراحی و ارزیابی شبکهٔ جاده ندارند، حذف شوند. بعد از دریافت پرسش‌نامه‌های دور دوم، نتایج بررسی و میانگین عددی و واریانس مربوط به هر معیار محاسبه شد. سپس آرای هر فرد با میانگین به‌دست‌آمده برای هر معیار مقایسه شد و پرسش‌نامهٔ دور سوم دلفی با توجه به میانگین محاسبه‌شده برای معیارها و نظرهای پیشنهادی هر متخصص تهیه و ارسال شد تا بدین صورت متخصص از نظرهای جمع آگاه شود و در صورت تمایل نظر خود را به نظرهای جمع نزدیک‌تر

1. Consensus within the panelists

کند تا اختلاف موجود در درصدهای پیشنهادی کاهش یابد، زیرا اساس روش دلفی نیز رسیدن به حداقل اختلاف‌نظر و دست‌یافتن به یک توافق جمعی بین کارشناسان در رابطه با موضوع مورد بررسی است. در نهایت، نظرها جمع‌آوری، نتایج بررسی، و مجدداً میانگینی برای هر معیار محاسبه شد. از آنجا که بعضی از معیارها درصد ناچیزی را به خود اختصاص داده بودند، لذا در نظر گرفتن آن‌ها در طراحی ضرورت چندانی نداشت و حذف شدند. برای حذف معیارهای کم‌اهمیت، از نمودار اهمیت معیار استفاده شد [۲۱]. بدین منظور، ابتدا درصد اهمیت و درجهٔ اهمیت هر معیار محاسبه و نمودار اهمیت معیار رسم شد. سپس، معیارهایی که کمتر از یک‌چهارم ارزش عددی هر محور را در این نمودار دارا بودند، حذف شدند. به‌طور کلی، برای حذف معیارها با استفاده از این روش، پژوهشگر می‌تواند معیارهایی را که ارزش عددی آن‌ها کمتر از ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، یا ۷۵ درصد هر بردار بوده حذف کند که در حالت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد بیشتر معیارها حذف خواهند شد که در واقع این مقادیر در انتخاب معیارهای مهم خیلی سخت‌گیرانه عمل کرده و بیشتر معیارها از فرایند ارزیابی خارج خواهند شد. بنابراین، در این مطالعه از مقدار ۲۵ درصد استفاده شد تا ضمن حذف معیارهای با میزان اهمیت کم، از حداکثر معیارها در فرایند ارزیابی استفاده شود.

برای محاسبهٔ درصد اهمیت و درجهٔ اهمیت معیار از روابط زیر استفاده می‌شود [۲۱]:

$$\text{وزن تعدیل‌شده } (y_i) = \frac{x_i}{\sum x_i}$$

$$\text{امتیاز وزن‌دار } (z_i) = y_i \times n$$

$$\text{درصد اهمیت معیار} = \frac{\sum z_i}{N} \times 100$$

$$\text{درجهٔ اهمیت معیار} = \frac{\sum (x_i \times n)}{N}$$

x_i: وزن اولیه است؛ n: تعداد افرادی که به هر درجهٔ اهمیت رأی داده‌اند؛ و N: تعداد کل متخصص.

پس از حذف معیارهای کم‌اهمیت و انتخاب معیارهای مهم‌تر، در مرحلهٔ بعد، پرسش‌نامهٔ مقایسهٔ زوجی مربوط به معیارهای انتخابی تهیه شد و برای کارشناسانی که در فرایند دلفی شرکت کرده بودند ارسال شد تا به کمک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) وزن دقیق هریک از معیارها در روند طراحی جاده مشخص شود. سپس، با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice نظرها بررسی شد و در صورتی که ضریب ناسازگاری کمتر از ۰/۱ بود [۲۲]، با سایر نظرها تلفیق و وزن نهایی هر معیار به کمک نرم‌افزار محاسبه شد. در صورتی که ضریب ناسازگاری بیشتر از حد مجاز بود، پرسش‌نامه برگشت داده می‌شد و از متخصص درخواست می‌شد در قضاوت‌ها تجدیدنظر کند.

نتایج و بحث

در دورِ اولِ روش دلفی که ۲۷ روز طول کشید، متخصصان روی هم رفته به ۱۷ معیار اشاره کردند که از این تعداد، معیار قابلیت زهکشی خاک شرایط نسبتاً همگنی را در منطقهٔ مورد مطالعه داشت و دو معیار، که به‌دلیل کمبود اطلاعات قابل تهیه کردن به‌صورت نقشه نبودند (چشم‌انداز منطقه و مکانیک خاک)، حذف شدند. معیار موجودی در هکتار نیز به‌دلیل آنکه هنوز برای منطقهٔ مورد مطالعهٔ طرح جنگل‌داری تهیه نشده حذف شد. از معیار گونه‌های نادر و حفاظتی نیز با توجه به اینکه در نقشهٔ تیپ منطقهٔ مورد مطالعهٔ گونه‌های حفاظتی به‌صورت توده شناسایی نشدند و فقط به‌صورت تک‌پایه و به تعداد کم وجود داشتند، صرف‌نظر شد. در نهایت، ۱۲ معیار شامل شیب دامنه، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، سنگ‌شناسی، فاصله از آبراهه، حساسیت به لغزش، حساسیت به فرسایش، فاصله از گسل، زمین‌شناسی، بافت خاک، بارندگی، و تراکم پوشش گیاهی، انتخاب

و وارد دور دوم دلفی شدند. نتایج دور دوم دلفی، که شامل میزان اهمیت هر یک از معیارها به درصد است، در جدول ۱ آمده است. دور دوم این روش ۲۸ روز به طول انجامید.

جدول ۱. درصد اهمیت پیشنهادی از سوی متخصصان برای معیارهای تعیین‌شده (دور دوم دلفی)

معیار	متخصص									میانگین	واریانس
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹		
شیب	۱۵	۱۵	۱۵	۱۹	۲۳	۱۹	۲۰	۲۶	۳۰	۲۰/۲	۲۷/۷
جهت	۱۰	۷	۵	۶	۵	۲	۳	۴	۵	۵/۲	۵/۴
ارتفاع	۳	۴	۵	۴	۲	۲	۱	۰	۵	۲/۹	۳/۱
سنگ‌شناسی	۱۳	۶	۱۲	۴	۲	۹	۵	۱۷	۱۵	۹/۲	۲۷/۹
فاصله از آبراهه	۴	۸	۱۳	۹	۷	۵	۳	۱۴	۰	۷	۲۱/۰
حساسیت به لغزش	۷	۱۲	۹	۱۱	۱۷	۱۴	۱۲	۱۹	۰	۱۱/۲	۳۱/۴
حساسیت به فرسایش	۳	۵	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۸	۹	۰	۸/۵	۲۸/۳
فاصله از گسل	۷	۱۲	۷	۱۱	۸	۶	۱۲	۶	۰	۷/۷	۱۴/۳
زمین‌شناسی	۲۰	۵	۷	۶	۳	۹	۷	۰	۱۰	۷/۴	۳۱/۳
بافت خاک	۱۱	۱۰	۹	۹	۱۳	۱۷	۱۵	۵	۱۵	۱۱/۶	۱۴/۳
بارندگی	۳	۹	۴	۷	۴	۴	۱	۰	۱۵	۵/۲	۲۰/۹
تراکم پوشش گیاهی	۴	۷	۵	۴	۲	۱	۳	۰	۵	۳/۴	۴/۸

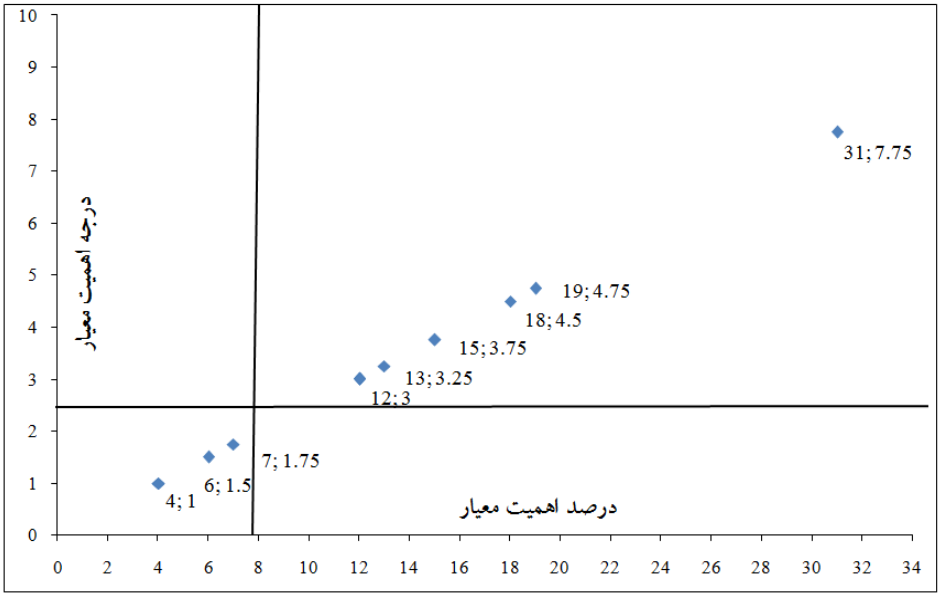
جدول ۲. درصد اهمیت پیشنهادی بعد از مشاهدهٔ مقادیر میانگین و تجدیدنظر (دور سوم دلفی)

معیار	متخصص									میانگین	واریانس
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹		
شیب	۲۰	۱۸	۱۵	۲۰	۲۲	۱۹	۲۰/۲	۲۲	–	۱۹/۵	۵/۲
جهت	۱۰	۵	۵	۵/۵	۵	۲	۵/۲	۴	–	۵/۲	۴/۹
ارتفاع	۳	۲	۵	۳/۵	۲	۲	۱	۲	–	۲/۵۷	۱/۵
سنگ‌شناسی	۱۳	۷	۱۲	۸	۷	۹	۷	۱۳	–	۹/۵	۷/۴
فاصله از آبراهه	۴	۸	۱۳	۸	۷	۵	۷	۱۱	–	۷/۹	۸/۶
حساسیت به لغزش	۷	۱۲	۹	۱۱	۱۲	۱۴	۱۱/۲	۱۴	–	۱۱/۳	۵/۶
حساسیت به فرسایش	۳	۸	۹	۹	۱۰	۱۲	۱۳	۹	–	۹/۱	۸/۹
فاصله از گسل	۷	۸	۷	۸	۸	۶	۱۰	۶	–	۷/۵	۱/۷
زمین‌شناسی	۱۵	۷	۷	۶	۷	۹	۷/۴	۵	–	۷/۹	۹/۴
بافت خاک	۱۱	۱۲	۹	۱۱	۱۲	۱۷	۱۱/۶	۸	–	۱۱/۵	۷/۱
بارندگی	۳	۸	۴	۶	۵	۴	۳	۳	–	۴/۵	۳/۱
تراکم پوشش گیاهی	۴	۵	۵	۴	۳	۱	۳/۴	۳	–	۳/۵	۱/۶

پس از اینکه هر متخصص ارزش جدیدی را با توجه به میانگین محاسبه‌شده در دور دوم ارائه داد، میانگین ارزش‌ها با توجه به آرای جدید محاسبه شد که در جدول ۲ آمده است. شایان ذکر است که ۸ متخصص پرسش‌نامهٔ این دور را تکمیل کردند. دور سوم دلفی ۲۲ روز به طول انجامید. در این مرحله، با بهره‌گیری از نمودار اهمیت معیار، فرایند غربال‌سازی انجام شد. ابتدا مقادیر درصد اهمیت معیار و درجهٔ اهمیت معیار محاسبه (جدول ۳) و سپس نمودار اهمیت معیار رسم شد (شکل ۱).

جدول ۳. نتایج محاسبهٔ درصد اهمیت و درجهٔ اهمیت هر معیار

معیار	درصد اهمیت	درجهٔ اهمیت
شیب	۳۱	۷/۷۵
جهت	۷	۱/۷۵
ارتفاع	۴	۱
سنگ‌شناسی	۱۵	۳/۷۵
فاصله از آبراهه	۱۲	۳
حساسیت به لغزش	۱۸	۴/۵
حساسیت به فرسایش	۱۳	۳/۲۵
فاصله از گسل	۱۲	۳
زمین‌شناسی	۱۲	۳
بافت خاک	۱۹	۴/۷۵
بارندگی	۶	۱/۵
تراکم پوشش گیاهی	۴	۱



شکل ۱. نمودار اهمیت معیار

جدول ۴. نتایج حاصل از تعیین اهمیت معیارها از سوی کارشناسان در دو روش دلفی و AHP

متخصص	فرایند	ترتیب اولویت معیارها							
		اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم	اولویت پنجم	اولویت ششم	اولویت هفتم	اولویت هشتم
۲	دلفی ۳	S (۰/۲۲۵)	LS, ST (۰/۱۵۰)	ES, DF, DS (۰/۱۰۰)	L, G (۰/۰۸۷)	-	-	-	-
	AHP	LS (۰/۴۲۱)	S (۰/۲۰۱)	DF (۰/۱۰۱)	ST (۰/۰۹۶)	DS (۰/۰۷۱)	G (۰/۰۴۹)	ES (۰/۰۳۴)	L (۰/۰۲۷)
۳	دلفی ۳	S (۰/۱۸۵)	DS (۰/۱۶۱)	L (۰/۱۴۸)	ST, LS, ES (۰/۱۱۱)	DF, G (۰/۰۸۶)	-	-	-
	AHP	S (۰/۲۳۲)	ST (۰/۲۲۴)	LS (۰/۱۴۷)	ES (۰/۱۴۳)	DS (۰/۱۳۵)	G (۰/۰۴۴)	L (۰/۰۳۸)	DF (۰/۰۳۶)
۴	دلفی ۳	S (۰/۲۴۷)	ST, LS (۰/۱۳۶)	ES (۰/۱۱۱)	DF, L, DS (۰/۰۹۹)	G (۰/۰۷۴)	-	-	-
	AHP	S (۰/۲۸۳)	DF (۰/۲۳۸)	LS (۰/۱۶۴)	ST (۰/۱۲۲)	ES (۰/۰۹۸)	DS (۰/۰۳۵)	G (۰/۰۳۳)	L (۰/۰۲۷)
۵	دلفی ۳	S (۰/۲۵۹)	ST, LS (۰/۱۴۱)	ES (۰/۱۱۸)	DF (۰/۰۹۴)	DS, G, L (۰/۰۸۲)	-	-	-
	AHP	S (۰/۴۰۱)	ST (۰/۱۹۸)	LS (۰/۱۳۴)	L (۰/۰۸۸)	ES (۰/۰۶۷)	DF (۰/۰۴۸)	G (۰/۰۳۷)	DS (۰/۰۲۸)
۶	دلفی ۳	S (۰/۲۰۹)	ST (۰/۱۸۷)	LS (۰/۱۵۴)	ES (۰/۱۳۲)	L (۰/۰۹۹)	G (۰/۰۹۸)	DF (۰/۰۶۶)	DS (۰/۰۵۵)
	AHP	S (۰/۳۲۷)	ST (۰/۲۱۹)	LS (۰/۱۶۱)	ES (۰/۰۹۴)	L (۰/۰۶۷)	G (۰/۰۶۶)	DF (۰/۰۴۲)	DS (۰/۰۲۳)
۷	دلفی ۳	S (۰/۲۳۱)	ES (۰/۱۴۹)	ST (۰/۱۳۳)	LS (۰/۱۲۸)	DF (۰/۱۱۴)	G (۰/۰۸۵)	L, DS (۰/۰۸۰)	-
	AHP	S (۰/۳۷۵)	ST (۰/۲۴۹)	LS (۰/۱۱۹)	ES (۰/۱۱۶)	L (۰/۰۵۱)	DF (۰/۰۳۶)	G (۰/۰۳۴)	DS (۰/۰۲۷)

S: شیب؛ ST: بافت خاک؛ LS: حساسیت به لغزش؛ ES: حساسیت به فرسایش؛ DF: فاصله از گسل؛ L: سنگ‌شناسی؛ G: زمین‌شناسی؛ DS: فاصله از آبراهه

با توجه به حذف معیارهای دارای ارزش عددی کمتر از یک‌چهارم درصد اهمیت و درجهٔ اهمیت، محور افقی در محل ۷/۷۵ درصد (۲۵ درصد مقدار ۳۱) و محور عمودی در محل ۲/۵ (۲۵ درصد بزرگ‌ترین درجهٔ اهمیت که همواره ۱۰ است) علامت‌گذاری شد. بدین ترتیب، معیارهایی که در قطاع پایین سمت چپ قرار گرفتند حذف و سایر معیارها وارد فرایند ارزیابی شدند.

با توجه به نمودار اهمیت معیار، معیارهای جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، بارندگی، و تراکم پوشش گیاهی حذف و ۸ معیار باقی‌مانده وارد مرحلهٔ بعد شدند.

بعد از اینکه متخصصان پرسش‌نامه‌های مقایسهٔ زوجی مربوط به ۸ معیار را تکمیل کردند، نظرها بررسی شد و در نهایت ۶ متخصص نظر دادند که ضریب ناسازگاری مربوطه مقبول بوده است. دو متخصص به دلایلی پرسش‌نامه را تکمیل نکردند و به همین سبب تعداد به ۶ پرسش‌نامه رسید که البته در این بین برخی از پرسش‌نامه‌ها بعد از دو بار تکمیل‌کردن و برخی از آن‌ها بعد از سه بار تکمیل‌کردن به ضریب مقبولی (کمتر از ۰/۱) رسیدند.

نتایج وزن‌دهی معیارها توسط کارشناسان در فرایند AHP در جدول ۴ آمده است. ذکر این نکته ضروری است که تکمیل پرسش‌نامه‌های این مرحله حدود ۴۰ روز به طول انجامید. برای مقایسهٔ نتایج حاصل از تعیین اهمیت معیارها از سوی کارشناسان، در دو روش مختلف، نتایج دور دوم و سوم دلفی که هر متخصص ارائه داده نیز به‌صورت جداگانه در جدول ۴ آمده است. گفتنی است با توجه به اینکه فقط ۶ متخصص پرسش‌نامهٔ مقایسهٔ زوجی را تکمیل کردند، بنابراین، برای مقایسهٔ بهتر و منطقی‌تر فقط نتایج دلفی مربوط به این ۶ متخصص در جدول آمده است. همچنین از آنجا که نتایج دلفی برای ۱۲ معیار بوده از امتیازهای مربوط به معیارهای حذف‌شده صرف‌نظر شد و برای مقایسهٔ صحیح‌تر امتیازهای ۸ معیار باقیمانده تعدیل شد؛ به‌طوری که مجموع امتیازها برابر عدد ۱ (برابر مجموع امتیازها در روش AHP) شود.

در نهایت، نظر کارشناسان در هر روش تلفیق شد و اولویت و میزان اهمیت هر معیار در دو روش دلفی و AHP به شرح جدول ۵ محاسبه شد.

جدول ۵. اولویت و میزان اهمیت تعیین‌شده برای هر معیار از سوی کارشناسان در دو روش دلفی و AHP

فرایند	شیب	بافت خاک	حساسیت به لغزش	حساسیت به فرسایش	سنگ‌شناسی	فاصله از آبراهه	فاصله از گسل	زمین‌شناسی
دلفی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
	۰/۲۲۶	۰/۱۴۳	۰/۱۳۷	۰/۱۲۰	۰/۰۹۹	۰/۰۹۶	۰/۰۹۳	۰/۰۸۶
AHP	اول	دوم	سوم	چهارم	ششم	هشتم	پنجم	هفتم
	۰/۳۲۰	۰/۱۹۱	۰/۱۸۷	۰/۰۹۱	۰/۰۵۱	۰/۰۴۵	۰/۰۶۸	۰/۰۴۷

در این مطالعه، نتایج حاصل از اجرای دور دوم و سوم دلفی به‌خوبی نشان می‌دهد که واریانس موجود در بین آرای کارشناسان از دور دوم به دور سوم به‌طور چشمگیر کاهش یافته است (جدول ۱ و ۲). اگرچه با اجرای دورهای بیشتر این روش می‌توان واریانس موجود را حتی به مقدار کمتری رساند، باید به این نکته نیز توجه کرد که علاوه بر رسیدن به حداقل اختلاف در بین آرا، خسته‌کننده‌بودن اجرای دورهای بیشتر این روش برای کارشناسان نیز از عوامل محدودکننده خواهد بود [۲۳]. به همین دلیل، اجرای سه‌مرحله‌ای این روش را که اختلافات را نیز به‌طور مقبول کاهش می‌دهد می‌توان به‌عنوان یک قاعدهٔ عمومی برای اجرای این روش در نظر گرفت [۱۷، ۲۴]. نکتهٔ دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد این است که همیشه در اجرای چنین روش‌هایی با کاهش تعداد کارشناسان در روند مطالعه مواجه خواهیم بود که در نتیجه با ادامهٔ کار و اجرای دورهای بیشتر بخشی از اطلاعات را از دست خواهیم داد. ستون خالی مربوط به متخصص شمارهٔ ۹ (جدول ۲) مثالی از این قبیل است.

از دیگر مشکلات استفاده از این روش‌ها نبود تعداد متخصص کافی و هم‌سطح است، زیرا علاوه بر بیشتربودن تعداد کارشناس، هم‌سطح‌بودن آن‌ها نیز از نظر سابقهٔ علمی یا عملی در یک فن خاص مورد نظر است و چه‌بسا مهم‌تر از تعداد کارشناسان [۲۵]؛ اما متأسفانه، در این رابطه گاهی پژوهشگران صرفاً زیاد بودن تعداد کارشناسان را مورد توجه قرار می‌دهند و به هم‌سطح بودن آن‌ها کمتر توجه می‌کنند که با استفاده از افراد غیرمتخصص برای افزایش تعداد کارشناسان، موجب دستیابی به نتایج اشتباه می‌شوند.

مشکل دیگر اجرای این روش‌ها زمان‌بر بودن آن‌هاست. مثلاً دورهای اول، دوم، و سوم دلفی به‌ترتیب ۲۷، ۲۸، و ۲۲ روز و فرایند AHP، ۴۰ روز به طول انجامید که در نهایت این فرایند به‌دلیل تکمیل‌نشدن ۲ پرسش‌نامه، به پایان نرسید. اگرچه تأثیر تماس‌های تلفنی و ایمیل‌های مجدد را، برای کاهش زمان اجرای این مراحل به مدت‌زمان‌های ذکرشده (در مجموع حدود ۴ ماه)، نمی‌توان نادیده گرفت. در نتیجه، با آگاهی از زمان‌های مورد نیاز برای انجام هر مرحله یا کل مراحل، برنامه‌ریزی و پیش‌بینی زمان لازم برای انجام چنین مطالعاتی در آینده برای سایر پژوهشگران ممکن خواهد بود.

نتیجهٔ دیگری که این مطالعه نشان داد ناسازگاربودن ضرایب اکثر پرسش‌نامه‌های مربوط به فرایند AHP است که در واقع برخی از پرسش‌نامه‌ها بعد از دو بار تکمیل‌کردن و برخی از آن‌ها بعد از سه بار تکمیل‌کردن به ضریب مقبولی رسیدند. یکی از پرسش‌نامه‌ها نیز پس از بررسی ناسازگاری آن، دوباره ارسال شد که به دلایلی نامعلوم، دیگر تکمیل نشد. در مقابل، گاهی پژوهشگری ادعا می‌کند که در مطالعه‌ای که پرسش‌نامه‌ها توسط کشاورزان یا کارگران بخش مورد بررسی تکمیل شده، در همان بار اول، ضرایب ناسازگاری مربوطه کمتر از معیار ۰/۱ ساعتی که ذکر شده بوده‌اند که صحت و سقم این گزارش‌ها به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد.

اما نکتهٔ مهم که در واقع هدف اصلی این مقاله نیز است نتایج مربوط به تعیین اولویت و اهمیت معیارها از سوی کارشناسان، در دو روش ذکرشده است. در واقع، در این مطالعه از روش دلفی برای تعیین معیارهای مؤثر و همچنین اولویت‌بندی آن‌ها استفاده شده و سپس فرایند AHP برای تعیین وزن دقیق آن‌ها استفاده شده است. بنابراین، از نظر چهارچوب فکری یک کارشناس خاص، نتایج اولویت‌بندی در دو روش باید با هم همخوانی داشته باشد، زیرا قبل از وزن‌دهی معیارها، اولویت‌بندی چند بار از قبل صورت گرفته و کارشناس با فضای مسئله

به‌خوبی آشنا شده است. اگرچه جدول ۴ خلاف این را نشان می‌دهد. برای مثال، در رابطه با متخصص شمارهٔ ۲، نتایج اولویت‌بندی در دو روش، در همان اولویت اول با هم مغایرت داشت یا در مورد متخصصان شمارهٔ ۳ و ۴ این ناهمخوانی از اولویت دوم اتفاق افتاده است که برای نمونه در رابطه با متخصص شمارهٔ ۳ معیار فاصله از آبراهه، که در روش دلفی به‌عنوان اولویت دوم در نظر گرفته شد، در فرایند AHP به اولویت پنجم جابه‌جا شده است و در مقابل معیار بافت خاک، که در روش دلفی به‌طور همزمان با دو معیار دیگر در اولویت چهارم قرار گرفته بود، در فرایند AHP به اولویت دوم جابه‌جا شده است. در مورد متخصصان شمارهٔ ۵ و ۶، چند معیار اول که در واقع قسمت اعظم وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند در دو روش همخوانی داشته‌اند. در نهایت، در رابطه با متخصص شمارهٔ ۷ ترتیب اولویت‌ها در دو روش، از اولویت دوم جابه‌جا شده‌اند که البته این جابه‌جایی‌ها مثلاً از اولویت سوم به چهارم یا بالعکس بوده و جابه‌جایی زیادی صورت نگرفته است که می‌توان آن را نیز تا حدی همخوان دانست. علاوه بر این، همان‌طور که از جدول ۴ پیداست، گاهی در مواردی متخصص در روش دلفی اولویت معیارهایی را یکسان دانسته، ولی در روش سلسله‌مراتبی به همان معیارها اولویت‌های مختلفی داده است. احتمالاً اگر قبل از شروع وزن‌دهی، هر متخصص ابتدا یک اولویت‌بندی اولیه (تقریباً مانند آنچه در دلفی انجام می‌دهد) برای خود انجام بدهد و سپس با توجه به آن به وزن‌دهی بپردازد، چهارچوب فکری متخصص ثابت خواهد ماند و این مشکل ناهمخوانی‌ها تا حدودی رفع خواهد شد.

به‌طور کلی، با وجود این ناهمخوانی‌ها در ترتیب اولویت معیارها در رابطه با برخی از کارشناسان (جدول ۴)، نتایج حاصل از تلفیق وزن‌های ارائه‌شده (جدول ۵)، همخوانی بیشتری را در نتایج این دو روش نشان می‌دهد. در واقع، میانگین آرای متخصصان در روش AHP تا حد غیرمنتظره‌ای به قضاوت‌های حاصل در روش دلفی نزدیک شده است (جدول ۵)؛ با اینکه قبل از میانگین‌گیری نظرها بسیار متفاوت و پراکنده بودند (جدول ۴).

جدول ۵، که تلفیق وزن‌ها و در نتیجه وزن نهایی معیارها در آن آمده، به‌خوبی نشان می‌دهد که چهار معیار شیب، بافت خاک، حساسیت به لغزش، و حساسیت به فرسایش که به‌ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین معیارها در فرایند AHP محاسبه شده‌اند و مجموع ارزش وزنی آن‌ها برابر با ۷۸/۹ درصد بوده، با نتایج مربوط به اولویت‌بندی در روش دلفی همخوانی داشته و ناهمخوانی در ترتیب اولویت‌ها در این جدول از اولویت پنجم اتفاق افتاده است (جدول ۵) که سهم زیادی را به خود اختصاص ندادند. بنابراین، از این نظر می‌توان گفت که نتایج حاصل از روش AHP قابلیت استفاده در چنین مطالعه‌ای را دارد. اگرچه مقایسهٔ نتایج ارائه‌شده توسط هر کارشناس به‌صورت جداگانه (جدول ۴)، نشان می‌دهد که بیان این نتیجه، که AHP می‌تواند روشی مطمئن در این مطالعه باشد، صادق نیست. بنابراین، در استفاده از نتایج این روش در اجرا باید با دقت بیشتری عمل کرد.

نکتهٔ مهم دیگر، محدودیت این روش در ارزیابی‌های اکولوژیک [۲۶] و بیولوژیک (مانند انتخاب گونهٔ مناسب جنگل‌کاری بدون داشتن اطلاعات مربوط به نیازهای گونه) است، زیرا آثار متقابل و پیچیدگی‌های اکولوژیک در آن مطرح است و برای تصمیم‌گیری در این زمینه به دانش کاملی از نوع عوامل مؤثر و چگونگی تأثیر (مانند آثار متقابلی که در بین عوامل یا بین عوامل با گونهٔ گیاهی یا جانوری وجود دارد) و میزان تأثیر آن‌ها نیاز است که

روش AHP به‌دلیل درنظرنگرفتن روابط متقابل معیارها، به‌تنهایی پاسخگوی این نیازها نیست. در این زمینه، در پژوهشی در مورد فضای سبز اظهار شده که نتایج حاصل از فرایند AHP قابلیت استفاده در تعیین گونهٔ مناسب برای ایجاد فضای سبز را ندارد [۱۰]. متأسفانه، برخی پژوهشگران بدون توجه به این موضوع و صرفاً با تکیه بر توانایی AHP در تلفیق معیارهای کمّی و کیفی، این روش را در مواردی نابجا و با ساده‌انگاری بیش از حد به کار می‌برند. (مانند اجرای این روش برای حل مشکلی که ۴۰ سال در منابع طبیعی وجود دارد و با وجود تلاش بخش اجرا و تحقیقات هنوز هم یک معضل اساسی است.) قدسی‌پور در اوایل کتاب *فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی* [۲۷] در چندین جا اشاره می‌کند که فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای فرایند تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. البته با مثال‌هایی که قدسی‌پور ذکر می‌کند فضای انواع تصمیم‌گیری‌ها مشخص‌تر می‌شود؛ تصمیماتی مانند احداث یک فروشگاه، انتخاب اتومبیل و شغل، و غیره. حتی عزیزی نیز در اولین مطالعه‌ای که در حیطهٔ منابع طبیعی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی صورت داده این روش را برای تصمیم‌گیری در مورد مسئله‌ای که ذاتاً ماهیت انسانی و ذهنی برای تصمیم‌گیری دارد به‌کار برده است [۱۵] و نه مثلاً برای تعیین گونهٔ مناسب برای جنگل‌کاری یا حل مشکلات اجتماعی ـ اقتصادی جنگل‌های کشور، به‌خصوص هنگامی که اطلاعات کافی از سرشت اکولوژیک گونه و حتی منطقهٔ جنگل‌کاری یا نیازها و مشخصات جنگل‌نشینان وجود ندارد، زیرا اگر وجود داشت مسئله همچنان ادامه نمی‌یافت. به‌نظر می‌رسد آنچه در اینجا تصمیم‌گیری می‌نامیم در اصل شناخت خصوصیات و سرشت اکولوژیک گونهٔ مورد نظر و سایت جنگل‌کاری است که گونه‌های خاصی را برای تصمیم‌گیران الزامی می‌کند. در نهایت، اگر چند گونه (چند گزینه) ویژگی‌ها و شرایط اکولوژیکی یکسانی داشته باشند، در آن صورت برای انتخاب نهایی، پژوهشگر می‌تواند با تعریف و تعیین درست معیارها و زیرمعیارهای مؤثر و همچنین با تدوین درست سلسله‌مراتبی به تصمیم‌گیری در مورد گزینه‌های موجود بپردازد. برای مشخص‌ترشدن موضوع، فرض می‌شود متخصصی می‌خواهد در مورد زیستگاه مناسب برای خرس قهوه‌ای در جنگل‌های زاگرس با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری کند بی اینکه اطلاعات کافی از رفتار و نیازهای این گونه داشته باشد. به‌نظر شما آیا می‌توان برای تصمیم‌گیری در چنین فضایی از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده کرد؟ قطعاً جواب منفی است، زیرا تعیین زیستگاه مناسب برای خرس ملزم به داشتن اطلاعات کافی از نیازهای این حیوان است. و در صورتی که این اطلاعات وجود داشته باشد نیز روش‌های بسیار ساده‌تر و کاراتر اکولوژیک وجود دارد که در نهایت زیستگاه مناسب حیوان را تعیین می‌کند. درست است که فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی توانایی ساده‌سازی مسائل را دارد، ولی به‌نظر می‌رسد پژوهشگران در چنین مواردی بیش از حد مسئله را ساده تلقی می‌کنند.

علاوه بر موارد گفته‌شده (به‌کارگیری نادرست این روش برای حل مسائل پیچیده، درنظرنگرفتن معیارها به شکل صحیح و توجه‌نکردن به چگونگی تأثیرگذاری‌شان، و نهایتاً تدوین نادرست سلسله‌مراتبی برای تصمیم‌گیری دربارهٔ موضوع مورد نظر) که ناکارایی روش AHP و نتایج حاصل از آن را در رابطه با برخی از موضوعات مورد تصمیم‌گیری اثبات می‌کند، عامل مهم دیگری نیز مطرح است. با نگاه به جدول ۴ به‌سادگی می‌توان به عملکرد کارشناسان در روند اجرای روش‌های تصمیم‌گیری

در این مطالعه و توجه برخی از آن‌ها در هنگام وزن‌دهی پی برد که موجب کاهش قابلیت اعتمادپذیری نتایج حاصل از این روش شده است. در واقع، اگر تمامی کارشناسان این مطالعه در هنگام وزن‌دهی معیارها، حداقل به اولویت‌بندی‌ای که «خود» از قبل در مرحلهٔ دلفی انجام داده بودند توجه می‌کردند، قطعاً نتایج AHP همخوانی و در نتیجه قابلیت اعتماد بیشتری می‌داشت که در آن صورت می‌توانستیم با قاطعیت بیشتری کاربردی‌بودن نتایج AHP را در این مطالعه بیان کنیم. بررسی وزن‌دهی متخصصان شمارهٔ ۵ و ۶ که اولویت‌بندی آن‌ها در دو روش نسبتاً مشابه بوده و تأثیر چشمگیری بر نتایج کل (جدول ۵) گذاشته، گواهی بر این ادعاست.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، این مطالعه نشان داده که به‌کارگیری روش AHP در تصمیم‌گیری برای حل یک مسئله گاهی اطمینان‌نداشتن از نتایج خروجی و اعتمادنداشتن به آن را در پی دارد که این بی اعتمادی ممکن است در برخی تحقیقات ناشی از به‌کارگیری نادرست یا تدوین نادرست این روش باشد و در برخی موارد، ناشی از «عملکرد کارشناسان» در روند اجرای تصمیم‌گیری باشد که در هر صورت در استفاده از نتایج این روش باید با دقت بیشتری عمل کرد.

سرانجام، به‌عنوان یک نتیجهٔ کلی باید به این واقعیت اشاره کرد که در شرایط فعلی ـ لااقل در این مطالعه ـ این اعتماد کافی نداشتن به نتایج AHP را «در درجهٔ اول» باید به عملکرد کارشناسان ـ که در دو روش متفاوت نظرهای متفاوتی ارائه دادند ـ نسبت داد و نه به خود روش یا آنچه قبلاً گفته شد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله بر خود لازم می‌دانیم از همکاری بی‌دریغ کارشناسان این مطالعه که پرسش‌نامه‌های مربوط را تکمیل کردند قدردانی کنیم. همچنین از آقای دکتر دانه‌کار و آقای دکتر عواطفی برای نظرها و راهنمایی‌های ارزنده‌شان سپاس‌گزاریم.

References

[1]. Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7): 703–726.

[2]. Pukkala, T. (2002). Multi-objective Forest Planning: Managing Forest Ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

[3]. Ananda, J., and Herath, G. (2008). Multi-attribute preference modeling and regional land use planning. Ecological Economics, 65: 325–335.

[4]. Sohrab, S.M. (2011). Zoning and determining spatial preference recreational activity using AHP method (case study: Telar forest park in Qaemshahr). M.Sc. Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, 130 p.

[5]. Shiravani, Z. (2009). Recreational potential assessing of neka-zalemrood forest management plan on basis of analytic hierarchy process (AHP). M.Sc. Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, 102 p.

[6]. Karami, S. (2008). Analysis of the effective parameters in species selection for green space establishment along rail ways line. M.Sc. Thesis, College of Natural Resource, University of Tehran, Iran, 88 p.

[7]. Mohamadi Samani, K., Najafi, A., Hoseiny, S.A., and Lotfalian, M. (2010). Planning road network in mountain forest using GIS and AHP. Caspian Journal of Environmental Sciences, 8(2): 151-162.

[8]. Naghdi, R., and Babapour, R. (2009). Planning evaluating of forest roads network with respect to environmental aspects via GIS application (case study: Shafaroud forest, northern Iran). Proceeding of second international conference on environmental and computer science. 28-30 December 2009. Dubai, UAE. 424-427.

[9]. Kooch, Y., and Najafi, A. (2010). Application of analytical hierarchy process (AHP) in ecological potential assessment of forest stands in Darabkola region. Journal of Forest and Wood Products, 63 (2):161-175.

[10]. Zandebasiri, M., and Ghazanfari, H. (2010). The main consequences of affecting factors on forest management of local settlers in the Zagross forests (case study: Ghalegol watershed in Lorestan province). Iranian Journal of Forest, 2(2): 127-138.

[11]. Mohammadzadeh, K. (2010). Investigation of socio-economic problems of Poplar plantation development and giving suitable solutions for providing wood and paper industries consumption. M.Sc. thesis, College of Natural Resource, University of Tehran, Iran. 115 p.

[12]. Mohammadi, F., Shabanian, N., Pourhashemi, and M., Fatehi, P. (2010). Risk zone mapping of forest fire using GIS and AHP in a part of Paveh forests. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 18 (4): 569-586.

[13]. Souri, M. (2011). Determining suitable locations for precipitation collection and storage practices using spatial decision support system. Ph.D. dissertation, College of Natural Resource, University of Tehran, Iran. 222 p.

[14]. Moeinaddini, M. (2007). Site selection for solid waste sanitary landfill for Karaj city by using analytical hierarchy process and GIS. M.Sc. thesis, College of Natural Resource, University of Tehran, Iran.121 p.

[15]. Azizi, M. (2002). Evaluation of Plywood and Veneer industry Location and development in Iran. Ph.D dissertation, Wood & Paper Sciences and Industries, University of Tehran, Iran.

[16]. Nouri, S.H., and Nilipour Tabatabaie, S. (2007). The prioritization of the development of the conversion and complementary industries in agriculture sector, using Delphi technique. Geographical Research, 39 (61):161-177.

[17]. Austen, E., and Hanson, A. (2008). Identifying wetland compensation principles and mechanisms for Atlantic Canada using a Delphi method approach. Wetlands, 28(3): 640–655.

[18]. Linstone, H.A., and Turrof, M. (2002). The Delphi Method Techniques and Applications, Addison Wesley publishing, digital version, p. 571.

[19]. Taylor, J.G., and Ryder, S.D. (2003). Use of the Delphi method in resolving complex water resources issues. Journal American Water Resources Association, 39:183–89.

[20]. Steinmüller, T. (2003). Evaluation of the social and economic benefits of subsidized forest road developments in Austria. In: Proceedings of the Austro2003 meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain. CD ROM. Limbeck-Lilienau, Steinmüller and Stampfer (editors). October 5-9, 2003, Schlaegl – Austria. 10 p.

[21]. Sepasi, Y., Danehkar, A., Alizadeh, A., Darvishsefat, A.A., and Sharifipoor, R. (2010). Environmental management planning of Hengam Island for conservation and tourism using spatial multi-criteria evaluation (SMCE). Journal of Natural Environmental, 63(2): 159-172.

[22]. Saaty, T.L. (2000). Decision making for leaders, RWS publications, Pittsburgh, PA, pp. 323.

[23]. Mitchell, V.W. (1991). The Delphi technique: an exposition and application. Technology Analysis and Strategic Management, 3:333–358.

[24]. Brockhoff, K. (1975). The performance of forcasting goups in computer dialogue and face-to-face discussion. In Linstone, H. A. & Turloff, M., (Ed.), The Delphi method: Techniques and applications (pp. 291 - 321). Reading, MA: Addison- Wesley.

[25]. Malczewski, J. (1999). GIS and Multi-criteria Decision Analysis. John Wiley and Sons, New York.

[26]. Makhdom, M. (2009). Models which are Never to be modeled or Models with Irrational Prediction. Environmental sciences, 6(3): 185-192.

[27]. Ghodsipour, H. (2010). Analytical Hierarchy Process. Amirkabir University of Technology. 236p.