



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

اولویت بندی معیارهای فنی و زیست محیطی موثر در طراحی جاده های جنگلی به کمک روش تاپسیس (TOPSIS)

سید رستم موسوی میرکلا

معصومه سلملیان (دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه)

Email: Masume.salmalian@gmail.com

مهدی عرفانیان، امید حسین زاده

Email: {aftabshomal}, {erfanian.ma}, {omidhoseinzadeh}@gmail.com

چکیده

جنگل ها دارای خدمات اکوسیستمی بسیار زیادی می باشند. این خدمات شامل تهیه مواد غذایی، حفاظت از تخریب خاک، تولید چوب می باشد. جاده سازی در جنگل به عنوان یکی از مهم ترین عوامل تخریب به شمار می رود، ولی اگر به خوبی طراحی شود کمترین صدمه به جنگل وارد می شود. در این پژوهش برای انتخاب معیارهای تاثیرگذار در طراحی جاده های جنگلی از روش دلفی استفاده شده است، در مرحله اول معیارهای مهمتر و موثرتر در طراحی جاده با استفاده از رویکرد دلفی (Delphi) تعیین شده و سپس معیارهای که در مرحله اول انتخاب شده اند، در مرحله دوم وزن دهی شدند. در این مطالعه معیارهای فنی و زیست محیطی مورد استفاده قرار گرفتند که این معیارها شامل شیب، فاصله از گسل و مناطق لغزشی، راه های موجود، سنگ بستر، بافت خاک، نوع تجهیزات بهره برداری و خروج چوب، فاصله از آبراه و چشمه، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا، ارزش توده ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی، آن منطقه حفاظت شده، زیستگاه گونه های جانوری، تنوع گونه های گیاهی، موجودی در هکتار، چشم انداز (اکوتورسم)، تیپ پوشش گیاهی، دسترسی به آبادی های اطراف جنگل و دامسرا می باشند. این معیارها با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره TOPSIS و تلفیقی از نظرات متخصصین که در فرمهای پرسشنامه تهیه شده است اولویت بندی گردیدند. اولویت بندی معیارها نشان می دهد که معیار ارزش توده ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی با وزن ۰/۲ به عنوان مهم ترین معیار می باشد و با بیشترین مقدار وزن در اولویت اول قرار گرفته و معیار دامسرا با وزن ۰/۰۲ یعنی کمترین مقدار وزن در اولویت آخر قرار دارد. نتایج نهایی نشان داد در کنار معیارهای فنی، معیارهای محیط زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است و در طراحی جاده های جنگلی باید در نظر گرفته شوند.

کلمات کلیدی

شبکه جاده جنگلی، تکنیک دلفی، روش تاپسیس، روش تصمیم گیری چند معیاره



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

مقدمه

جنگل‌ها فواید زیادی برای انسان‌ها از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارند که هر یک از این‌ها می‌توانند به عنوان وظیفه جنگل تعریف شوند. برای دستیابی به این فواید و مدیریت آن‌ها طراحی شبکه جاده جنگلی ضروری است. طراحی جاده براساس شرایط منطقه، تکنولوژی، مدیریت و نیازهای ساختاری منطقه تغییر می‌کند [۱۳]. همچنین جنگل‌ها دارای خدمات اکوسیستمی بسیار زیادی می‌باشند. این خدمات شامل تهیه مواد غذایی، حفاظت از تخریب خاک، تولید چوب و غیره می‌باشد [۳]. شبکه جاده جنگلی از عوامل مهم تقسیم‌بندی جنگل به سری، پارسل و از امور مقدماتی تهیه طرح‌های جنگلداری به شمار می‌رود و به کمک آن می‌توان در هر زمان به هر نقطه مورد نظر از جنگل وارد شد و برنامه‌های تنظیمی آن را انجام داد. در طراحی جاده‌های جنگلی مهم‌ترین مساله برنامه‌ریزی مناسب برای عبور مسیر از نقاط مثبت بیشتر و منفی کمتری است. ردیابی مسیر هادی با نقشه توپوگرافی و پیاده کردن آن در عرصه به عنوان زیر بنای اصلی تهیه پروژه راه‌های جنگلی است که مهم‌ترین و مشکل‌ترین بخش آن محسوب می‌شود [۴]. در واقع مدیریت جنگل بدون لحاظ نمودن شبکه ای از جاده‌های جنگلی مناسب، مدیریت علمی و اقتصادی خوبی نخواهد بود. بنابراین بهره‌برداری پر بازده از جنگل، به شبکه‌ای از جاده‌های جنگلی مناسب بستگی دارد که ساخت مناسب جاده‌ها باعث کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌شود [۱۱]. اما از طرفی احداث جاده علاوه بر جنبه‌های مثبت دارای اثرات منفی زیست محیطی مانند کاهش سطح جنگل، تخریب زهکشی طبیعی و افزایش بار رسوبی رودخانه‌ای را به همراه دارد و همچنین باعث از بین رفتن پوشش جنگلی و تخریب خاک در جنگل می‌شود، و آسیب‌های زیست‌محیطی را در اکوسیستم جنگل فراهم می‌کند [۱۲]. میزان تخریب محیط‌زیست و عرصه جنگل‌ها و مراتع در اثر جاده‌سازی بستگی به عوامل مختلفی از جمله نوع جاده، توپوگرافی منطقه، حساسیت خاک‌ها و سازندهای زمین‌شناسی مسیر جاده دارد [۶].

بنابراین اولین گام در اجرای پروژه جاده، تهیه مسیر هادی یا فاز صفر می‌باشد که در این مرحله فاکتورهایی از قبیل شیب، جهت جغرافیایی، ارتفاع، توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاکشناسی، هیدرولوژی، تیپ پوشش گیاهی و موجودی در هکتار مورد مطالعه قرار می‌گیرند [۷]. طراحی و ساخت شبکه جاده جنگلی با اختصاص حجم بالایی از سرمایه‌گذاری به خود، به عنوان یکی از فاکتورهای مهم هزینه در مدیریت جنگل می‌باشد. از این رو یکی از مهم‌ترین عوامل هزینه در مدیریت جنگل به شمار می‌رود. در احداث جاده‌های جنگلی به روش سنتی استفاده از همه لایه‌های تاثیرگذار و محیطی باعث به وجود آمدن حجم زیادی از اطلاعات می‌شود در نتیجه وقت و هزینه زیادی را پی خواهد داشت [۱۵]. امروزه طراحان جاده‌های جنگلی با استفاده از مدل‌های دیجیتالی (DEM) در محیط GIS^۱ برای مناطق کوهستانی و همچنین مناطقی که دارای شیب زیاد هستند به آسانی با کمترین هزینه و در حداقل زمان جاده طراحی می‌کنند [۱۷]. ارزیابی صحیح گزینه‌های شبکه جاده مستلزم داشتن اطلاعات کافی در مورد معیارهای تاثیرگذار در روند طراحی و ارزیابی شبکه جاده می‌باشد. برای شناسایی عوامل تاثیرگذار بر روی جاده از تکنیک دلفی استفاده می‌شود. با استفاده از روش دلفی می‌توان معیارهای مهم و تاثیرگذار در یک فرآیند مانند طراحی و ارزیابی شبکه جاده جنگلی را تعیین نمود [۹].



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

الگوریتم تاپسیس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)^۲ بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده‌آل می‌باشد. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده کرد. از جمله مزایای این روش آن است که معیارها یا شاخص‌های به کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند. به عبارت دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت به شکل ترکیبی در این تکنیک استفاده کرد [۲]. این مدل یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است و از آن استفاده زیادی می‌شود. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. براساس این تکنیک، گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد [۱۴]. هدف از این مطالعه تعیین مهم‌ترین معیارهای فنی و زیست‌محیطی تاثیرگذار و اولویت‌بندی این معیارها در طراحی شبکه جاده‌های جنگلی است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق

انتخاب معیارهای موثر در طراحی جاده با استفاده از روش دلفی^۳

در این پژوهش برای انتخاب معیارهای تاثیرگذار در طراحی جاده‌های جنگلی، از روش دلفی استفاده شده است. به طور کلی روش دلفی یک فعالیت مکاتبه گروهی است که توسط یک گروه ناظر اداره می‌شود و توسط یک گروه متخصص که برای یکدیگر ناشناس هستند، اجرا می‌شود. روش دلفی یکی از مهم‌ترین و در عین حال جدیدترین ابزارهای پژوهش کیفی است که از این روش در تعیین معیارهای تاثیرگذار در رابطه با هدفی خاص، باتوجه به نظرات کارشناسان و توافق جمعی استفاده می‌شود.

اولویت‌بندی معیارهای موثر در طراحی جاده با روش تاپسیس (TOPSIS)^۴

با توجه به اینکه معیارهایی که در روش دلفی انتخاب شدند دارای اهمیت و تاثیر متفاوتی در طراحی و ارزیابی شبکه جاده جنگلی دارند. لذا هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده دارای ارزش متفاوتی می‌باشند. بنابراین فاکتورها نسبت به یکدیگر وزن دهی گردیده و فاکتورهای دارای اهمیت بیشتر در درجه اهمیت بالاتری قرار گرفته‌اند. در این مطالعه معیارهای انتخاب شده، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره TOPSIS و تلفیقی از نظرات متخصصین که در فرم‌های پرسشنامه تهیه شده است اولویت‌بندی گردید. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه

² - Multi Criteria Decision Making

³ - Method Delphi

⁴ - Technique for Order- Preference by Similarity to Ideal Solution



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل انجام وزن دهی اولیه به وسیله روش تاپسیس در ۷ مرحله انجام شده، که این مراحل به شرح ذیل هستند:

- مرحله اول: به دست آوردن ماتریس تصمیم، در این روش ماتریس تصمیمی ارزیابی شده است که شامل m گزینه و n شاخص می باشد:

$$D = \begin{matrix} & x_1 & x_2 & \dots & x_j & \dots & x_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

A_i : گزینه i ام

X_{ij} : مقدار عددی به دست آمده از گزینه i ام با شاخص j ام

در این ماتریس شاخصی که دارای مطلوبیت مثبت است، شاخص سود و شاخصی که دارای مطلوبیت منفی است، شاخص هزینه می باشد.

- مرحله دوم: نرمالیز کردن ماتریس تصمیم، در این گام مقیاس های موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس کرده ایم. به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم شده، در نتیجه هر درایه r_{ij} از رابطه زیر به دست آمده است:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

(۲)

- مرحله سوم: وزن دهی به ماتریس نرمالیز شده، ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمی شود، به این منظور پس از تعیین وزن هر شاخص، مجموعه وزن ها (w) در ماتریس نرمالیز شده (R) ضرب شده است.

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n) \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

با توجه به اینکه ماتریس $W_{n \times 1}$ قابل ضرب در ماتریس تصمیم نرمال شده ($n \times n$) نیست، قبل از ضرب ماتریس وزن



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

را به یک ماتریس قطری $W_{n \times n}$ تبدیل نمودیم (وزن‌ها روی قطر اصلی).

- مرحله چهارم: تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی، دو گزینه مجازی A^+ و A^- که به صورت زیر تعریف شده است:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right) \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} \quad (4)$$

گزینه ایده‌آل مثبت

گزینه ایده‌آل منفی

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right) \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \quad (5)$$

$$z \mapsto J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

$$z \mapsto J' = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$$

دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بدترین و بهترین راه حل هستند.

- مرحله پنجم: به دست آوردن اندازه فاصله‌ها، فاصله بین هر گزینه n بعدی محاسبه فاصله اقلیدوسی محاسبه شده است. در واقع فاصله گزینه i را از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی به صورت زیر محاسبه کرده‌ایم:

$$S_{i^*} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (6)$$

$$S_{i^-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (7)$$

$$C_{i^*} = \frac{S_{i^-}}{S_{i^*} + S_{i^-}} \quad (8)$$

$$0 < C_{i^*} < 1$$

-مرحله ششم: محاسبه نزدیکی نسبی به راه‌حل ایده‌آل، این معیار از طریق فرمول زیر به دست آمده است:

$$C_{i^*} = \frac{S_{i^-}}{S_{i^*} + S_{i^-}} \quad 0 < C_{i^*} < 1 \quad (9)$$



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

ملاحظه می شود که اگر $A_i = A^*$ ، آنگاه $C_i = 1$ و اگر $A_i = A^-$ ، آنگاه $C_i = 0$.
مشخص است که هر چه فاصله گزینۀ A_i از راه حل ایده آل کمتر باشد، نزدیکی نسبی به ۱ نزدیک تر خواهد بود.

مرحله هفتم: رتبه بندی گزینه ها

در نهایت رتبه بندی گزینه ها انجام گرفت و براساس ترتیب نزولی C_i گزینه های موجود را براساس بیشترین اهمیت رتبه بندی کردیم، هرچه مقدار C_i به یک نزدیک تر باشد، راهکار بهتری است.
در مرحله اول معیارهای مهمتر و موثرتر در طراحی جاده با توجه به نظر متخصصین محترم و با استفاده از رویکرد دلفی (Delphi) تعیین می شود. سپس معیارهای که در مرحله اول انتخاب شده اند، در مرحله دوم وزن دهی شدند.

جامعه آماری:

جدول ۱: متخصصین مورد نیاز در تعیین معیارهای موثر در طراحی شبکه جاده جنگلی به کمک روش دلفی

محل کار	سابقه کار	تخصص اصلی	تعداد متخصص (نفر)
دانشگاه	بیش از ۱۰ سال	جنگلداری	۱۳
سازمان جنگل های چالوس	بیش از ۱۰ سال	جنگلداری	۴
اداره کل منابع طبیعی نوشهر	بیش از ۱۰ سال	جنگلداری	۴

نتایج

شکل (۱) معیارهای فنی و زیست محیطی موثر در طراحی جاده های جنگلی را نشان می دهد. معیارهای فنی شامل شیب، فاصله از گسل و مناطق لغزشی، راه های موجود، سنگ بستر، بافت خاک، نوع تجهیزات بهره برداری و خروج چوب از جنگل، فاصله از آبراهه و چشمه، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا می باشد. علاوه بر این معیارهای زیست محیطی که ارزش توده ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی، منطقه حفاظت شده، زیستگاه گونه های جانوری، تنوع گونه های گیاهی، موجودی در هکتار، چشم انداز (اکوتوریسم)، تیپ پوشش گیاهی، دسترسی به آبادی های جنگل و دامسرا را در بر می گیرد.



دانشگاه تهران
فصلنامه محیط زیست
دانشگاه تهران

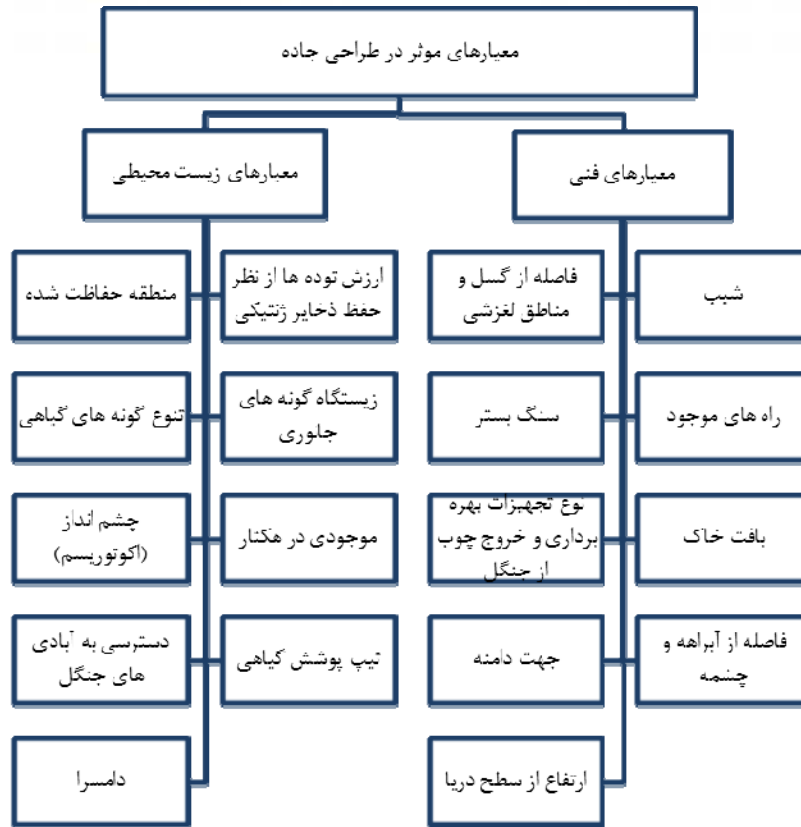
سازمان حفاظت محیط زیست

وزارت صحت، معن و تجارت

معاونت خدمات شهری و محیط زیست
سازمان محیط زیست و توسعه پایدار

انجمن مهندسی محیط زیست ایران

هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering



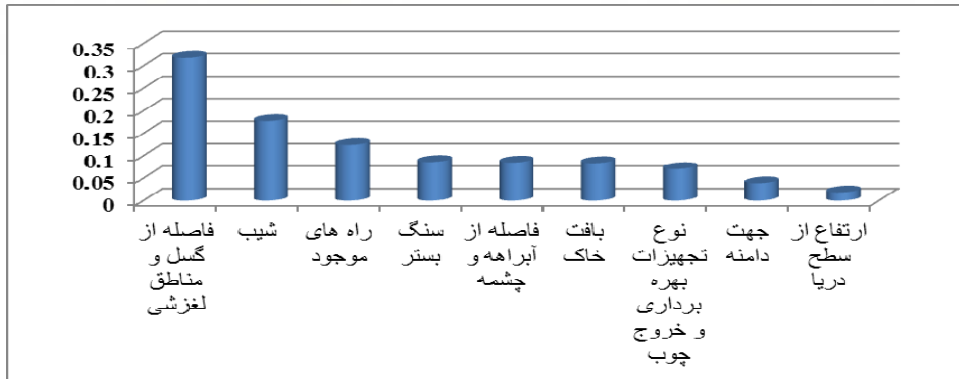
شکل ۱: معیارهای فنی و زیست محیطی

بررسی معیارهای فنی

همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، اولویت بندی معیارهای فنی نشان می دهد که معیار فاصله از مناطق لغزشی با وزن ۰/۳۵ به عنوان مهم ترین معیار می باشد. پس از آن شیب، راه های موجود، سنگ بستر، فاصله از آبراهه و چشمه، بافت خاک، نوع تجهیزات بهره برداری و خروج چوب، جهت دامنه و ارتفاع از سطح دریا به ترتیب با وزن های ۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۰۳ و ۰/۰۲ در اولویت های بعدی قرار می گیرند.



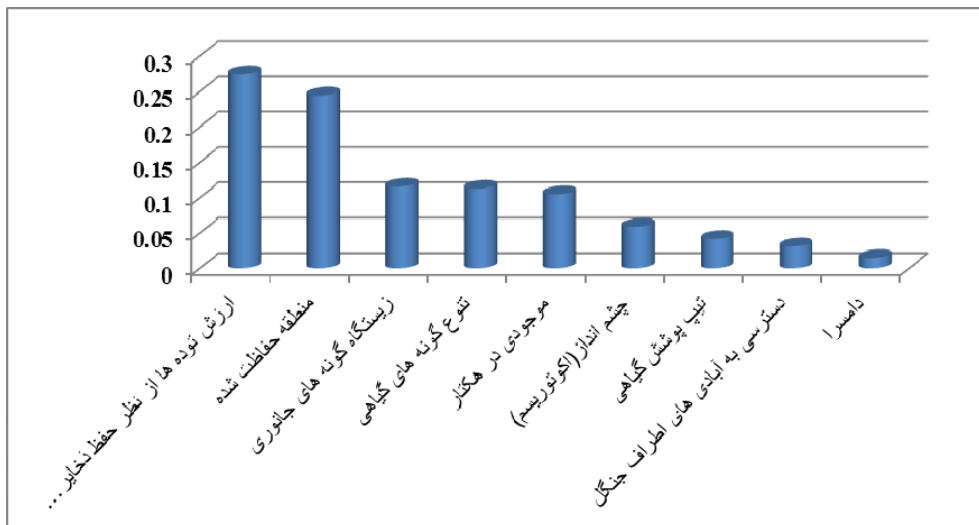
هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering



شکل ۲: معیار های فنی موثر در طراحی جاده

بررسی معیارهای زیست محیطی

همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است. اولویت بندی معیارهای زیست محیطی را نشان می دهد که معیار ارزش توده ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی با وزن ۰/۲۶ به عنوان مهم ترین معیار زیست محیطی می باشد و در اولویت اول قرار دارد. پس از آن منطقه حفاظت شده، زیستگاه گونه های جانوری، تنوع گونه های گیاهی، موجودی در هکتار، چشم-انداز (اکوتورسم)، تپ پوشش گیاهی، دسترسی به آبادی های اطراف جنگل و دامسرا به ترتیب با وزن های ۰/۲۳، ۰/۱، ۰/۱، ۰/۰۹، ۰/۰۵، ۰/۰۴، ۰/۰۳ و ۰/۰۲ در اولویت های بعدی قرار می گیرند.



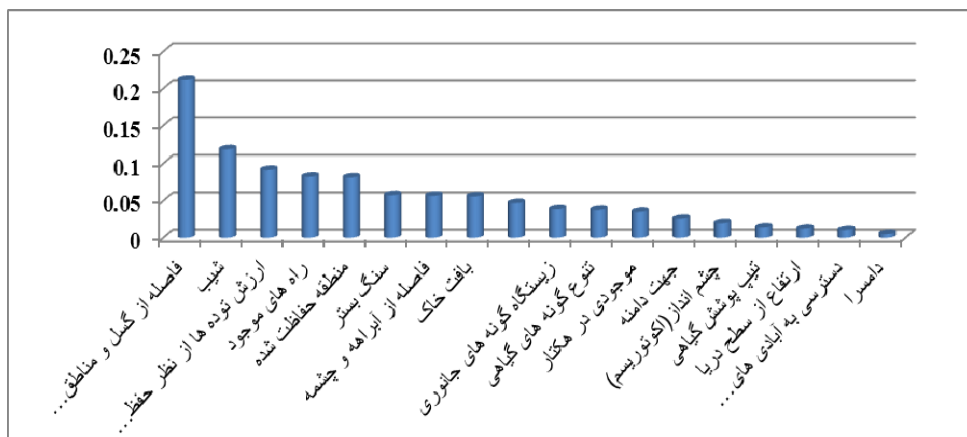
شکل ۳: معیار های زیست محیطی موثر در طراحی جاده



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

بررسی معیارهای فنی و زیست‌محیطی در طراحی جاده

همانطور که در شکل (۴) نشان داده شده است، اولویت‌بندی معیارهای فنی و زیست‌محیطی نشان می‌دهد که از بین معیارهای تاثیرگذار در طراحی جاده معیار ارزش توده‌ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی با وزن ۰/۲ به عنوان مهم‌ترین فاکتور محسوب می‌شود و با بیشترین مقدار وزن در اولویت اول قرار دارد. و معیار دامسرا با وزن ۰/۰۲ یعنی کمترین مقدار وزن در اولویت آخر قرار دارد.



شکل ۴: معیارهای فنی و زیست‌محیطی موثر در طراحی جاده

بحث و نتیجه‌گیری

برای طراحی مناسب شبکه جاده‌های جنگلی دانستن ویژگی‌ها و خواص خاک، سنگ بستر، شیب دامنه، جهت دامنه، تیپ پوشش گیاهی، و وضعیت هیدرو گرافی منطقه ضروری می‌باشد [۱۰]. در مطالعه انجام گرفته از بین عوامل تاثیرگذار در طراحی جاده ارزش توده‌ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی و شیب دامنه به عنوان مهم‌ترین معیارها بیشترین مقدار وزن را به خود اختصاص داده و به ترتیب در اولویت اول و دوم قرار گرفته‌اند.

مطالعه‌ای انجام گرفته در جنگل‌های سفارود گیلان نشان داد که بیشترین اهمیت برای طراحی و ساخت شبکه جاده‌های جنگلی را فاکتورهای شیب، بافت خاک، سنگ بستر و هیدرولوژی دارد. بنابراین اهمیت شیب در طراحی شبکه جاده جنگلی نسبت به سایر عوامل بیشتر است و باید در طراحی جاده به دقت مورد توجه قرار گیرد [۱۶]. همچنین با بررسی‌های انجام گرفته در بخش نم‌خانه جنگل خیرودکنار و وزن‌دهی به لایه‌های شیب، جهت جغرافیایی و خاک‌شناسی مشخص شد که عامل شیب بیشترین وزن بعد از آن خاک‌شناسی و در آخر جهت جغرافیایی قرار دارد. وزن شیب نسبت به جهت حدود ۴/۲۸ برابر و نسبت به خاک‌شناسی ۳/۸۹ برابر محاسبه شد. در نتیجه اهمیت شیب در طراحی شبکه جاده‌های جنگلی نسبت به دو فاکتور فوق بیشتر است و باید در طراحی جاده‌ها به دقت مورد توجه قرار گیرد [۸]. در همین راستا احمدی، ۱۳۸۱ نیز از بین فاکتورهای فوق عامل شیب را مهم‌تر ارزیابی کرد. همچنین صادقی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای نیز اذعان داشته‌اند که عبور جاده از توده‌های حاصلخیز و مناطقی که دارای موجودی سرپای بیشتری دارد مناسب‌تر است. همچنین بعضی از گونه‌های درختی و توده‌ها از لحاظ غنای ژنتیکی



هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

بسیار نادر و یا در حال انقراض می‌باشند هر گونه دخالت در رویشگاه حایز اهمیت نیست. و هرچه نوع تیپ درختی مرغوبتر باشد برای بهره‌برداری و شبکه جاده جنگلی مناسب‌تر است.

برای تحقق اهداف مدیریتی در جنگل نیاز به احداث جاده‌های جنگلی امری انکارناپذیر است. که از بین عوامل موثر در طراحی جاده ارزش توده‌ها از نظر حفظ ذخایر ژنتیکی و شیب دامنه بیشترین تاثیر را در طراحی داشته و جزء مهم‌ترین عوامل محسوب می‌شود، بنابراین گونه‌هایی که از نظر غنای ژنتیکی اهمیت زیادی دارند و تعداد آنها در جنگل نادر می‌باشد نباید دستخوش دخالت شدید قرار گیرند. همچنین افزایش شیب باعث افزایش هزینه و تخریب در اثر احداث جاده می‌شود. در شیب‌های بالا خاکبرداری باید با وسایلی مانند بیل مکانیکی انجام گیرد، هرچه جنگل از نقاطی کم شیب عبور کند هزینه‌ها، عملیات خاکبرداری و خاکریزی کاهش می‌یابد. تاثیرات منفی عملیات جاده‌سازی بر پوشش گیاهی و محیط‌زیست به هنگام ساخت و نگهداری از جاده‌ها نمایان می‌شود. عدم تطبیق فعالیت‌های عمرانی با اصول فنی، باعث خسارات و صدمات جبران ناپذیری می‌گردد. که با مطالعات دقیق و با نظارت کارشناسان محیط زیست می‌توان جاده‌های جنگلی را طوری طراحی کرد که کمترین تخریب و صدمه به درختان و توده بیولوژیکی و رویشگاه وارد گردد. در نتیجه علاوه بر معیارهای فنی، معیارهای محیط زیستی نیز از اهمیت بالایی برخوردارند و در طراحی جاده‌های جنگلی باید در نظر گرفته شوند.

منابع و مراجع

- [۱] احمدی، هما؛ مسیریابی اصول زیست‌محیطی با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.
- [۲] اصغری‌پور، محمدجواد؛ تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- [۳] امانی، منوچهر؛ برنامه ملی جنگلداری (اقدام ملی)- برنامه‌ریزی منطقه‌ای جنگلداری- جهت‌دهی کلی مدیریت پایدار جنگل- های شمال، جنگل و مرتع، شماره سی و هفت، ۱۳۷۹، صفحات ۳۱-۲۰.
- [۴] سبحانی، هوشنگ؛ دستورالعمل تعیین محل‌های دپو و شبکه بندی مسیرهای چوبکشی سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، ۴۵ صفحه ۱۳۸۵.
- [۵] صادقی، مریم، لطفعلیان، مجید، و حسینی، سید عطاالله؛ جاده جنگلی و آسیب‌های زیست محیطی، نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، جلد اول، شماره ۳، ۱۳۹۱، صفحات ۴۰-۳۱.
- [۶] صلواتی دزفولی، عبدالامیر و محسنی ساروی، محسن؛ اثرات جاده‌سازی در حریم رودخانه‌ها، ملاحظات زیست‌محیطی و هیدرولیکی، راهنمای آموزش و طراحی، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۸۴، ۵۰۴ صفحه.
- [۷] فیروزان، امیرحسین؛ طراحی شبکه جاده‌های جنگلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، هماهنگ با شیوه جنگل‌شناسی تک‌گزینه در سری دو شاندرمن، پایان‌نامه دکتری، رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۵، ۱۴۹ صفحه.
- [۸] عبدی، احسان، مجنونیان، باریس و درویش صفت، علی اصغر؛ ارزیابی گزینه‌های شبکه جاده جنگلی از نظر هزینه ساخت به روش چند معیاری در محیط GIS، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره چهل و چهار، تابستان ۱۳۸۷، صفحات ۲۷۹-۲۸۹.



دانشگاه تهران
دانشکده محیط زیست
دانشگاه تهران

سازمان حفاظت محیط زیست

وزارت صحت، معن و تجارت

معاونت خدمات شهری و محیط زیست
سازمان محیط زیست و توسعه پایدار

انجمن مهندسی محیط زیست ایران

هشتمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست
The 8th National Conference & Exhibition on Environmental Engineering

[9] Austen, E., Hanson, A. Identifying wetland compensation principles and mechanisms for Atlantic Canada using a Delphi method approach, , Vol 28, Number 3, 2008, pp. 640-655.

[10] Brinker, R.W. Forest road and construction associated water diversion devises, Albanian cooperative extension system, 1995, ANR 916.

[11] Ezzati, S., Najafi, A. Compilation of GIS and environmental techniques in primary forest road locating, GIS conference , Vol 8, Number2, 2009, pp. 151-162.

[12] Grace III, J.M. Forest road sideslopes and soil conservation techniques, Journal of soil and water conservation, Vol 559 Number1, 2000, pp. 96-101.

[13] Gumus, H., Acar, H. and Toksoy, D, Functional fotrst road network planning by consideration of ennironmental impact assessment for wood harvesting. Environmental Monitoring and Assessment Vol 142, Number 1-3,2007, pp. 109-116.

[14] Hwang, C.L., Yoon, K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and applications, A state of the art survey, Springer, 1981.

[15] Mohammadi samani, k., Hosseiny, S.A., Lotfalian, M. and Njafi, A. Planning road network in mountain forests using GIS and Analytic Hierarchical Process, Caspian Jornal of Environmental sciences, 8(2): 151-162, 2010.

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

[17] Newnhan, R.M. Road plan: A tool for designing forest road network, Jornal of forest engineering, Vol 6 Number 12, 1995, pp. 17-26.