

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
۱	چکیده
۲	فصل اول: کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- منطقه حفاظت شده
۵	۳-۱- زون بندی
۵	۱-۳-۱- تعاریف زون ها بر اساس طرح مدیریت فائو (۱۹۸۸)
۶	۴-۱- ارزیابی
۷	۵-۱- مدل های تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM)
۷	۱-۵-۱- مدل های جبرانی
۸	۲-۵-۱- مدل های غیر جبرانی
۸	۶-۱- سامانه اطلاعات جغرافیایی
۹	۷-۱- کاربرد GIS در ارزیابی توان سرزمین
۹	۸-۱- اهداف تحقیق
۱۰	فصل دوم: تعاریف و مرور منابع
۱۰	۱-۱-۲- سامانه اطلاعات جغرافیایی و پشتیبانی تصمیم گیری
۱۱	۲-۱-۲- تحلیل تصمیم گیری چند معیاره (MCDA)
۱۱	۳-۱-۲- تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)
۱۲	۲-۲- روش های تصمیم گیری چند معیاره
۱۲	۱-۲-۲- روش نزدیک به حد ایده ال
۱۲	۲-۲-۲- روش تسلط تقریبی
۱۲	۳-۲-۲- روش ارزیابی چند معیاره
۱۳	۴-۲-۲- فرایند تحلیل شبکه
۱۴	۵-۲-۲- روش تحلیل سلسله مراتبی
۱۵	۳-۲- مراحل اجرای روش AHP
۲۰	۱-۳-۲- مزایای فرایند سلسله مراتبی
۲۱	۲-۳-۲- محدودیت های فرایند تحلیل سلسله مراتبی
۲۳	۴-۲- GIS و روشهای MCDM
۲۵	۵-۲- معرفی روش بولین
۲۵	۶-۲- معرفی روش ترکیب خطی- وزنی
۲۸	۷-۲- مرور منابع استفاده از ارزیابی چندمعیاره در ارزیابی توان مناطق
۲۹	۱-۷-۲- مطالعات داخلی

۳۱	..... مطالعات خارجی ۲-۷-۲
۳۴	..... فصل سوم: مواد و روش ها
۳۴	..... ۱-۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه
۳۵	..... ۲-۳- معرفی منطقه حفاظت شده قرخود
۳۶	..... ۳-۳- تعیین هدف
۳۶	..... ۴-۳- روش کار
۳۷	..... ۱-۴-۳- تعیین معیارهای موثر برای هر یک از زون‌ها و تهیه پایگاه داده
۳۷	..... ۲-۴-۳- تعریف معیار اصلی، فرعی و ایجاد ساختار سلسله مراتبی
۴۲	..... ۳-۴-۳- استاندارد سازی معیارها
۴۲	..... ۴-۴-۳- تعیین وزن معیارها با استفاده از روش AHP
۴۲	..... ۵-۴-۳- ترکیب و تلفیق نقشه های معیارها براساس روش ترکیب خطی- وزنی (WLC)
۴۴	..... ۶-۴-۳- عملیات آمایش زون ها (زون بندی منطقه)
۴۷	..... فصل چهارم: نتایج
۴۷	..... ۱-۴- ارزیابی توان منطقه حفاظت شده قرخود برای حفاظت با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)
۵۳	..... ۲-۴- ارزیابی توان منطقه حفاظت شده قرخود برای تفرج گسترده با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)
۵۵	..... ۳-۴- ارزیابی توان منطقه حفاظت شده قرخود برای تفرج متمرکز با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)
۶۰	..... ۴-۴- ارزیابی توان منطقه حفاظت شده قرخود برای زون بازسازی با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)
۶۱	..... ۵-۴- ارزیابی توان منطقه حفاظت شده قرخود برای زون تاریخی- فرهنگی با روش ترکیب خطی وزنی (WLC)
۶۲	..... ۶-۴- عملیات آمایش زون ها
۶۳	..... فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۶۳	..... ۱-۵- زون بندی منطقه حفاظت شده قرخود برای زون حفاظت
۶۶	..... ۲-۵- زون بندی منطقه حفاظت شده قرخود برای زون تفرج گسترده و متمرکز
۶۷	..... ۳-۵- زون بندی منطقه حفاظت شده قرخود برای زون بازسازی
۶۸	..... ۴-۵- زون بندی منطقه حفاظت شده قرخود برای زون تاریخی- فرهنگی
۶۸	..... ۵-۵- زون بندی منطقه حفاظت شده قرخود (عملیات آمایش)
۶۹	..... ۶-۵- پیشنهادات
۷۱	..... پیوست ۱
۷۵	..... منابع و مراجع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۷	شکل ۱-۲ ساختار سلسله مراتبی برای انتخاب بهترین مکان کشاورزی.....
۲۶	شکل ۲-۲ تابع S شکل.....
۲۶	شکل ۳-۲ تابع J شکل.....
۲۷	شکل ۴-۲ توابع خطی.....
۲۷	شکل ۵-۲ توابع تعریف شده توسط کاربر.....
۳۵	شکل ۱-۳ نقشه استان خراسان شمالی و موقعیت منطقه حفاظت شده قرخود (نقشه ترکیب رنگ کاذب (FCC) مربوط به سنجده TM.....
۳۷	شکل ۲-۳ مراحل انجام کار.....
۳۸	شکل ۳-۳ معیارها و زیرمعیارهای مربوط به زون حفاظت.....
۳۹	شکل ۴-۳ معیارها و زیرمعیارهای مربوط به زون های بازسازی و فرهنگی - تاریخی.....
۳۹	شکل ۵-۳ معیارها و زیرمعیارهای زون تفرج متمرکز.....
۳۹	شکل ۶-۳ معیارها و زیرمعیارهای زون تفرج گسترده.....
۴۸	شکل ۱-۴ نقشه کنتورهای حضور گونه های شاخص منطقه قرخود تهیه شده از اکستشن HRT.....
۵۰	شکل ۲-۴ نقشه های فازی معیارهای مورد استفاده در تهیه زون حفاظت.....
۵۱	شکل ۳-۴ نقشه رتبه ای شده زون حفاظت منطقه حفاظت شده قرخود.....
۵۱	شکل ۴-۴ زون امن تعیین شده برای منطقه حفاظت شده قرخود بر اساس طرح جامع.....
۵۲	شکل ۵-۴ زون امن تعیین شده برای منطقه حفاظت شده قرخود بر اساس این مطالعه.....
۵۲	شکل ۶-۴ نقشه زون صرفا حفاظتی در منطقه قرخود.....
۵۳	شکل ۸-۴ نقشه های محدودیت الف) نقشه محدودیت فاکتور جاده (فاصله ۱۰۰۰ متری) ب) نقشه محدودیت فاکتور فاصله از مناطق مسکونی (فاصله ۱۰۰۰ متری).....
۵۵	شکل ۹-۴ نقشه های فازی معیارهای مورد استفاده در تهیه زون تفرج گسترده.....
۵۵	شکل ۱۰-۴ نقشه رتبه ای شده زون گسترده منطقه حفاظت شده قرخود.....
۵۸	شکل ۱۱-۴ نقشه های فازی معیارهای مورد استفاده در تهیه زون تفرج متمرکز.....
۵۹	شکل ۱۲-۴ نقشه محدودیت زون تفرج متمرکز (کنتور ۵۰ درصد حاصل از اکستشن HRT).....
۵۹	شکل ۱۳-۴ نقشه رتبه ای زون تفرج متمرکز منطقه حفاظت شده قرخود.....
۶۰	شکل ۱۴-۴ نقشه های فازی معیارهای مورد استفاده در تهیه زون بازسازی.....
۶۱	شکل ۱۵-۴ نقشه رتبه ای زون بازسازی منطقه حفاظت شده قرخود.....
۶۲	شکل ۱۶-۴ نقشه رتبه ای زون تاریخی- فرهنگی منطقه حفاظت شده قرخود.....
۶۲	شکل ۱۷-۴ زون بندی نهایی منطقه حفاظت شده قرخود.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳	جدول ۱-۱- شش طبقه اصلی مناطق حفاظت شده (IUCN، ۱۹۹۴).....
۷	جدول ۱-۲- امتیاز مناطق ۱ و ۲ برای معیارهای تفرج، محصول، نادر بودن.....
۱۶	جدول ۱-۲- حالات مختلف برای مقایسه زوجی و مقادیر عددی آن.....
۱۷	جدول ۲-۲- ماتریس مقایسه زوجی معیارها (مرحله اول).....
۱۸	جدول ۲-۳- ماتریس مقایسه زوجی معیارها (مرحله دوم و سوم).....
۱۸	جدول ۲-۴- ماتریس وزن نسبی هر گزینه نسبت به هر معیار.....
۲۰	جدول ۲-۵- ماتریس شاخص RI بنا به تعداد n.....
۴۵	جدول ۳-۱- تعیین وزن لایه های پنج گانه به روش AHP.....
۴۵	جدول ۳-۲- تعیین مساحت برای هر زون.....
۴۷	جدول ۴-۱- طبقه بندی توان حفاظت.....
۴۸	جدول ۴-۲- متغیرهای مورد استفاده در زون حفاظت و تعیین وزن آن ها به روش AHP.....
۵۴	جدول ۴-۳- متغیرهای مورد استفاده در زون تفرج گسترده و تعیین وزن آن ها به روش AHP.....
۵۶	جدول ۴-۴- متغیرهای مورد استفاده در زون تفرج متمرکز و تعیین وزن آن ها به روش AHP.....
۶۰	جدول ۴-۵- متغیرهای مورد استفاده در زون بازسازی و تعیین وزن آن ها به روش AHP.....
۶۴	جدول ۵-۱- مقایسه مساحت زون حفاظت مناطق حفاظت شده قمیشلو و قرخود بر اساس دو معیار اصلی.....
۶۴	جدول ۵-۲- مقایسه طبقات حفاظتی مناطق حفاظت شده قمیشلو و قرخود.....
۶۵	جدول ۵-۳- مقایسه زون های حاصل از مطالعه حاضر و مطالعه طرح جامع.....
۶۸	جدول ۵-۴- آماری از نقشه نهایی زون بندی.....
۶۹	جدول ۵-۵- درصد مساحت زون های چند منطقه حفاظت شده.....

فهرست نمودار

صفحه

عنوان

نمودار ۵-۱- وسعت زون ها منطقه حفاظت شده قرخود..... ۶۸

چکیده

مناطق حفاظت شده اساساً برای حفظ تنوع زیستی دایر شده‌اند و زون‌بندی رویکردی است برای دستیابی به این هدف. زون‌بندی فرایندی است که از طریق آن تعارضات مناطق تحت حفاظت کاهش یافته و صدمات وارد شده به مناطق به تاخیر افتاده و فرصت لازم را برای اتخاذ تدابیر لازم فراهم می‌کند. منطقه حفاظت شده قرخود که برای این مطالعه حاضر انتخاب گردید با ۴۳۰۰۰ هکتار در استان خراسان شمالی واقع شده است. برای زون‌بندی این منطقه از روش آنالیز چندمعیاره (MCE) مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی معیارها از روش ترکیب خطی- وزنی (WLC) برای تلفیق لایه‌ها، استفاده گردید. روش AHP شامل چندین مرحله است: ۱. ایجاد ساختار سلسله‌مراتبی برای هر یک از زون‌ها ۲. انجام مقایسات زوجی معیارهای هر زون ۳. محاسبه وزن اجزا ساختار و گزینه‌ها ۴. اندازه‌گیری شاخص سازگاری برای هر زون.

نتایج حاصل نشان داد که AHP می‌تواند برای تعیین اهمیت نسبی همه فاکتورهای ساختار نسبت به هم و اهمیت نسبی مناطق منتخب نسبت به هر فاکتور استفاده شود. نقشه‌های فاکتورهای مختلف مربوط به هر زون تهیه شد و پس از ضرب هر یک از فاکتورها در وزن مربوط به خود، با استفاده از روش ترکیب خطی- وزنی (WLC) اقدام به تهیه نقشه مربوط به هر زون شد که نقشه حاصل مربوط به هر زون اعدادی بین ۰ تا ۲۵۵ را دربر می‌گیرد که عدد صفر و ۲۵۵ به ترتیب نشان‌دهنده کمترین و بیشترین تناسب می‌باشد. جهت رویهم‌گذاری نقشه‌ها و تهیه نقشه نهایی زون‌بندی از دستور Weighted Overlay استفاده شد و نقشه حاصل پس از اصلاحات به نقشه نهایی زون‌بندی منطقه حفاظت شده قرخود تبدیل گردید. نقشه زون‌بندی نهایی منطقه شامل ۶ زون است. زون امن، حفاظت، تفرج گسترده، تفرج متمرکز، تاریخی- فرهنگی و بازسازی به ترتیب ۷۰۰۰، ۲۶۰۳۰، ۳۳۶۰، ۴۵۳۱، ۱۴۴ و ۱۹۱۸ هکتار از منطقه قرخود که برابر با ۱۶، ۶۱، ۷/۷، ۱۰/۵، ۰/۳ و ۴/۵ درصد از کل منطقه می‌باشند را شامل شدند.

نتایج مطالعه حاضر و سایر مطالعات مشابه ممکن است از نظر تئوری بسیاری از مشکلات مربوط به مناطق حفاظت شده را حل کند اما مادامیکه به مرحله اجرا درنیایند ما همچنان شاهد هدررفت منابع اکولوژیک خواهیم بود.

کلمات کلیدی: زون‌بندی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، منطقه حفاظت شده، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، آمایش و ترکیب خطی- وزنی

فصل اول کلیات

۱-۱- مقدمه

کره زمین در طول تاریخ تکاملی خود شاهد وقوع پنج انقراض بزرگ بوده است. اولین انقراض بزرگ در دوره اوردووسین (۵۰۰ میلیون سال قبل) منجر به نابودی ۵۰ درصد جانوران شد و به عقیده دانشمندان، افزایش جمعیت و گسترش زیستگاه‌های انسانی موجب آخرین انقراض خواهد شد بطوریکه در دو قرن اخیر جمعیت انسان از ۱ میلیارد به ۶ میلیارد و وسعت زیستگاه‌های انسانی از ۱۰ به ۲۵ درصد گسترش یافته است و در واقع عصر حاضر را بدلیل نابودی گونه‌های متعدد و در فهرست تهدید قرار گرفتن هزاران گونه دوره انقراض ششم می‌نامند. نتیجه این روند افزایش مصرف، منابع طبیعی و کاهش تنوع زیستی است به طوریکه میزان انقراض در قرن بیستم ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر نرخ انقراض طبیعی گونه‌ها شده است [۷۵]. این موضوع سبب شده است تا انسان به منظور استفاده از ارزش‌های طبیعی و سودمند و ذاتی طبیعت اقدام به حفاظت آن کند که نتیجه چنین تلاشی منجر به پیدایش ۱۰۲،۰۰۰ منطقه با عناوین مختلف حفاظتی در سطح بین‌الملل شده است که در مجموع ۱۰ درصد از کل خشکی‌های زمین را در بر می‌گیرند [۸۵] که امروزه آن‌ها تنها امید برای جلوگیری از روند رو به انقراض گونه‌های در معرض خطر و بومی می‌باشند [۶۶].

۱-۲- منطقه حفاظت شده

مناطق حفاظت شده اساساً برای حفظ تنوع زیستی دایر شده اند. آن‌ها مبنای واقعی تمام استراتژی‌های حفاظتی هستند که در راستای نگهداری عملکرد اکوسیستم‌های طبیعی عمل می‌کنند تا پناهگاه و مأمنی برای گونه‌ها و حفظ جریان‌های اکولوژیکی که در جریان‌های سخت و شدید چشم اندازهای خشکی و آبی قادر به زیستن و تداوم نیستند، فراهم نمایند [۶۶].

در راستای تلاش برای درک و توصیف بهتر رویکردهای متفاوت، اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (آی‌یوسی‌ان^۱) بر اساس اهداف مدیریتی، مناطق حفاظت شده را در شش کلاس، که یکی از آن‌ها به دو زیر کلاس تقسیم می‌شود، طبقه‌بندی نموده است که در جدول ۱-۱ به صورت خلاصه بیان شده است.

جدول ۱-۱- شش طبقه اصلی مناطق حفاظت شده (IUCN، ۱۹۹۴)

نام طبقه	تعریف	هدف اولیه
ذخیره گاه طبیعت محدود شده Ia	ناحیه یا سرزمین خشکی و یا دریایی که اکوسیستم‌ها، چهره‌های زمین‌شناسی یا فیزیولوژیکی و یا گونه‌های برجسته یا معرف و شاخص را دارا باشد،	حفاظت ناحیه‌ای، ملی و جهانی از اکوسیستم‌ها، گونه‌ها و یا سیماهای مهم زمین‌شناختی که این ویژگی‌ها اساساً در عدم حضور انسان محقق می‌شوند.
نواحی رام نشده Ib	ناحیه بزرگی از زمین و/یا دریا که بدون تغییر و اصلاح یا با اصلاحات خیلی کم، ویژگی‌ها و توانایی‌های طبیعی آن دست‌نخورده و حفظ شده می‌باشد، فاقد اسکان دائمی و عمده	برای حفاظت طولانی مدت از یکپارچگی اکولوژیکی ناحیه‌ای که تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی نیست، فارغ از زیرساخت‌های انسانی است و جایی است که نیروها و جریان‌های طبیعی چیره هستند.
پارک ملی II	منطقه حفاظت شده‌ای که عمدتاً برای حفظ اکوسیستم و اهداف تفریحی مدیریت می‌شود.	برای حفاظت از تنوع زیستی که در طول آن ساختارهای اکولوژیکی و جریان‌های محیطی تحت حمایت قرار می‌گیرند، و اهداف آموزشی و تفریحی را توسعه می‌دهد.
اثر طبیعی III	ناحیه‌ای که شامل یک یا چند سیمای طبیعی یا طبیعی/فرهنگی ویژه که دارای ارزش منحصر به فرد و برجسته‌ای به خاطر نادر بودن ذاتی، نماینده بودن یا ویژگی‌های زیبا شناختی یا اهمیت فرهنگی آنها است، می‌باشد.	حفاظت از سیماهای ویژه و برجسته طبیعی و تنوع زیستی و زیستگاه‌های وابسته به آن.
مناطق تحت مدیریت برای حفاظت از زیستگاهها IV	ناحیه‌ای از زمین و/یا دریا منوط به دخالت فعال برای دستیابی به اهداف مدیریتی از قبیل اطمینان از صیانت از زیستگاه‌ها و/یا پرداختن به شرایط لازم گونه‌های ویژه.	نگهداری، حفاظت و ترمیم گونه‌ها و زیستگاه‌ها

¹ International Union for Conservation of Nature (IUCN)

نام طبقه	تعریف	هدف اولیه
V	ناحیه ای از زمین، با ساحل و دریا در صورت مقتضی، جایی که تعامل بین انسان و طبیعت در طول زمان یک ناحیه از ویژگی های متمایز با ارزش های مهم زیباشناختی، اکولوژیکی و/یا فرهنگی را بوجود آورده است و همچنین دارای تنوع زیستی غالباً بالا می باشد.	برای حفاظت و حمایت منظرهای خشکی و آبی مهم و طبیعت وابسته به آن و سایر ارزش هایی که بوسیله تعامل انسان و طبیعت از طریق اعمال مدیریت سنتی ایجاد می شود.
VI	ناحیه ای شامل سیستم های طبیعی برجسته بکر، برای تضمین دراز مدت حفاظت و نگهداری از تنوع زیستی، درحالی که به طور همزمان یک جریان از تولیدات و خدمات طبیعی برای پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می کند.	برای حفاظت از اکوسیستم های طبیعی و استفاده پایدار، زمانی که حفاظت و استفاده پایدار به طور همزمان مفید هستند.

اهداف متداول در تمامی ۶ طبقه مناطق حفاظت شده:

۱. حفاظت از اجزاء، ساختار، عملکرد و پتانسیل تکاملی مربوط به تنوع زیستی
 ۲. کمک و مشارکت در استراتژی های حفاظتی ناحیه ای (از قبیل هسته امن، زون بافر، کریدورها)
 ۳. نگهداری و حفظ تنوع چشم انداز و زیستگاه و اکوسیستم ها و گونه های وابسته
 ۴. دارا بودن یک نظارت منصفانه و شفاف در منطقه حفاظت شده
- اولین تعریف مناطق حفاظت شده توسط آیوسی ان در سال ۱۹۶۹ ارائه شد:
- منطقه حفاظت شده منطقه ای از خشکی یا آب است که به طور خاص برای حفظ و نگهداری از تنوع زیستی و منابع طبیعی و فرهنگی همراه آن تعیین شده و از طریق قانونی یا شیوه های رایج سنتی حفاظت و مدیریت می شود [۶۶]. این مناطق نشان دهنده با ارزش ترین نمونه های برگزیده و بسیار متنوعی از تنوع زیستگاه ها و رویشگاه ها در شرایط طبیعی و به عبارتی جلوه های آفرینش هستند که حفاظت از آن ها مرکزیت فعالیت های محیط زیستی را تشکیل می دهد [۶۶].
- عمده دلایلی که آیوسی ان جهت حفظ و حراست از مناطق طبیعی ارائه می کند عبارتند از:

- حفظ گونه ها و تنوع ژنتیکی
- حفظ سیماهای طبیعی و فرهنگی ویژه
- حفظ و نگهداری از ویژگی های سنتی و فرهنگی
- حفظ دست نخوردگی
- تفریح و توریسم
- الگویی جهت مقایسه تطبیقی با مناطقی که مورد تخریب واقع شده اند.
- استفاده پایدار از منابع و اکوسیستم های طبیعی
- پژوهش علمی و آموزش [۱۱، ۴۱، ۵۶].

۱-۳- زون‌بندی^۲

زون‌بندی روشی است که از طریق آن تعارضات مناطق تحت حفاظت کاهش یافته و صدمات وارد شده به مناطق به تاخیر افتاده و فرصت لازم را برای اتخاذ تدابیر لازم فراهم می‌کند [۱۴]. به عبارت دیگر زون‌بندی یک نوع تصمیم‌گیری است که به طور ذاتی مطابق با اهداف چند گانه‌ای که دنبال می‌کنیم، نیازمند ارزیابی ویژگی‌های متعدد زمین است که در این پروسه می‌بایست ارزیابی از ویژگی‌های زمین، مفاهیم علمی و دقیق را شامل شود [۷۱].

در مجموع در مناطق تحت حفاظت اهداف ذیل برای زون بندی قابل ذکرند:

۱. فراهم آوری زمینه حفظ و حراست از زیستگاه‌ها، اکوسیستم‌ها و فرآیندهای اکولوژیکی حیاتی و معروف
 ۲. تفکیک فعالیت‌های تعارض آمیز انسانی از یکدیگر و جلوگیری از اثرات آن‌ها بر یکدیگر و به هسته‌های طبیعی از طریق ایجاد سپرهای ضربه گیر
 ۳. حفظ کیفیت طبیعی و فرهنگی مناطق تحت حفاظت به موازات استفاده‌های انسانی در کنار یکدیگر
 ۴. حفظ و نگهداری برخی از مناطق در شرایط طبیعی و دست نخورده برای استفاده‌ها و اهداف آموزشی، پژوهشی و پایشی
 ۵. ترمیم یا بازسازی برخی از سیماهای اکولوژیکی به صورت طبیعی (احیای اکولوژیکی) یا با مداخله انسان که برای دستیابی به اهداف حفاظت ضروری اند.
 ۶. حفظ و نگهداری برخی مناطق برای برنامه‌های استفاده عمومی، تفرج و تفسیر
 ۷. تقلیل تعارضات منطقه برای دستیابی به اهداف حفاظت [۴۲].
- در مناطق حفاظت شده و پناهگاه‌های حیات وحش که لزوماً باید اهداف حفاظت را در جوار فعالیت‌های گوناگون انسانی تضمین کنند، نوع زون بندی بی شباهت به ذخیره‌گاه‌های زیستکره و پارک‌های ملی ساحلی-دریایی نیست [۵۰].

نوع و تعداد زون‌ها به عوامل زیر وابسته است:

- اهداف و اولویت‌های مدیریتی آن مکان
 - کیفیت و تنوع منابع طبیعی و فرهنگی و درجه‌ای از تغییرات، که تحمل کرده اند.
- نوع استفاده‌ای که از قبل تعیین شده است (بسیاری از استفاده‌ها با یکدیگر تعارض دارند و باید از نظر جغرافیایی از هم جدا شوند) [۶۱].

لازم به ذکر است که زون‌بندی رایج در ایران برگرفته از زون‌بندی FAO می‌باشد [۶۳].

۱-۳-۱ - تعاریف زون‌ها بر اساس طرح مدیریت فائو (۱۹۸۸)

الف- زون امن^۳: معمولاً پهنه‌هایی، انتخاب می‌شوند که طبیعی و کمتر دست خورده و حساسیت زیاد به استفاده-های انسانی داشته و یا ارزش و اهمیت بالایی از نظر حفاظتی دارند. ورود مردم عادی به این منطقه ممنوع بوده و هرگونه دست اندازی به آن غیر قابل قبول است.

ب- زون حفاظت شده^۴: از نظر خصوصیات، بسیار شبیه زون امن است با این تفاوت که حساسیت آن کم‌تر است. متخصصین برای پژوهش می‌توانند به آن وارد شوند و بعضی انواع توسعه، نظیر جاده خاکی یکطرفه جهت دسترسی

² Zoning

³ Strict Nature Reserve

⁴ Protected Zone

به آن با احتیاط‌های لازم قابل قبول می‌باشد. در شرایط ایده‌آل، این زون به گونه‌ای انتخاب می‌شود که به صورت یک حلقه، پیرامون زون امن قرار گرفته و ضربه استفاده‌های انسانی در محیط اطراف را خنثی نماید.

ج- زون تفرج گسترده^۵: از حساسیت کمتری نسبت به استفاده‌های انسانی برخوردار است و می‌تواند انواع تفرج گسترده را در حد قابل قبول تحمل کند. انواع این تفرج شامل پیاده‌روی و تماشای مناظر، عکس برداری، تماشای پرندگان، صید ماهی و نظایر آن می‌تواند باشد. در شرایط ایده‌آل، این زون، چون حلقه‌ای ضربه‌گیر به دور زون حفاظت‌شده، مستقر می‌شود تا اثرات انسانی را به منطقه امن به حداقل برساند و خود نیز این اثرات را از بیرون خنثی کند.

د- زون تفرج متمرکز^۶: کم‌ترین حساسیت را نسبت به استفاده‌های انسانی داشته و بیش‌ترین مقاومت را داراست. انواع تفرج متمرکز معمول، می‌تواند شامل خورگشت (پیک نیک)، اردو زنی (کمپینگ) و نظایر آن باشد. این زون به گونه‌ای تعیین می‌شود که فاصله قابل قبولی از زون‌های امن و حفاظتی داشته و اثر منفی بر آن‌ها نداشته باشد. و- زون فرهنگی^۷: کلیه آثار و ابنیه تاریخی، فرهنگی و مذهبی جزء ارزش‌های منطقه بوده و لازم است از آن‌ها حفاظت به عمل آید تا بازدیدکنندگان بتوانند به نحو احسن از آن‌ها استفاده کنند.

ی- زون بازسازی^۸: این زون آن دسته از اراضی محدوده داخل منطقه را که در اثر معرفی گونه‌های گیاهی و جانوری غیر بومی، بهره‌برداری از جنگل‌ها، حریق، کشاورزی، اسکان و نظایر آن از بین رفته یا دگرگون شده‌اند را در بر می‌گیرد.

بهبودی و پیشرفت خوب و مهمی که در دهه اخیر صورت گرفته، افزایش اصول حرفه‌ای و متکی بر علوم روز در انتخاب مناطق حفاظت شده با استفاده از تکنیک‌هایی از قبیل آمایش سرزمین است [۶۶] اما مناطق حفاظت شده که در واقع محصول آمایش سرزمین می‌باشند زمانی قادر به دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده در طبقه‌بندی IUCN هستند که یک بار دیگر تحت طرح‌ریزی محیط‌زیست قرار گرفته و طی فرایند ارزیابی توان محیط‌زیستی، زون بندی شوند [۵۳].

۱-۴- ارزیابی

ارزیابی اکولوژیک، سنجش موجودی و توان بالقوه سرزمین با ملاک‌ها و معیارهای مشخص و از پیش طرح‌ریزی شده است. این مطالعات به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین در تمام نقاط جهان به کار گرفته می‌شود. این امر به دلیل ضرورت انتخاب و بهره‌برداری بهینه پتانسیل اکولوژیک سرزمین در قالب مطالعات برنامه‌ریزی و مدیریت زیست محیطی به منظور حصول اصل توسعه پایدار است [۲۴]. اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا بدان جاست که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژیک مناسب برای اجرای کاربری خاصی باشد (حتی در صورت نیاز اقتصادی-اجتماعی به وجود آن کاربری) اجرای آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه نمی‌گردد، بلکه تخریب بیشتر محیط را نیز موجب می‌شود [۴۶، ۵۵، ۵۸]. حال زون-بندی با فراهم کردن نیازهای فضایی لازم برای حضور فعالیت‌های متفاوت و گاه متضاد این امکان را به وجود می‌آورد که هر منطقه‌ای در هر طبقه‌ای قرار می‌گیرد به اهداف چند جانبه خود بدون هر گونه تعارضی با یکدیگر دست

⁵ Extensive Recreation Zone

⁶ Intensive Recreation Zone

⁷ Cultural Zone

⁸ Restoration zone

یابند و در کل براساس زون بندی، اهداف مدیریت برنامه ریزی می شود و طرح مدیریت به عنوان سند فعالیت مناطق حفاظت شده، موجودیت آن ها را در درازمدت تضمین می کند [۷۴، ۵۳، ۴۳].
 امروزه یکی از مهم ترین ابزارهای که ما را در دستیابی به این مهم کمک می کند، سامانه اطلاعات جغرافیایی^۹ (GIS) می باشد که با بهره گیری از قابلیت های بالای این ابزار و تکنیک های قوی آن که می توانند معیارهای متفاوت (و گاه متضاد) را در کنار یکدیگر قرار دهند، قادر خواهیم بود تا به تصمیم گیری برای تعیین محدوده های مورد نظر بپردازیم.

۱-۵-۰-۱ مدل های تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM)^{۱۰}

این مدل ها اندازه گیری چندین معیار جدا را برای رسیدن به یک انتخاب از میان تعدادی گزینه انجام می دهند. همه تصمیمات بیشتر از یک معیار به نوعی مدل ارزیابی چند معیاره را بکار می برند.
 مدل های ارزیابی چند معیاره شامل دو مدل اساسی هستند: مدل های جبرانی و مدل های غیرجبرانی [۹۱، ۹۷].

۱-۵-۰-۱-۱ مدل های جبرانی

در این مدل همه معیارها براساس مقیاس نسبی یا فاصله ای اندازه گیری شده و قابل مقایسه هستند بطوری که افت در یک معیار می تواند با افزایش در معیار دیگر جبران شود [۹۷] و مزیت روش های متعلق به این مدل سادگی آنهاست که با رفتار تصمیم گیرنده و محدود بودن اطلاعات او مطابقت دارد [۲۵].
 به عنوان مثال دو منطقه ۱ و ۲ در جدول ۱-۱ که با ۳ معیار مقایسه شده اند با مدل جبرانی دارای ارزش نهایی برابر هستند و ارزش نهایی هر دو ۳ است [۹۷].

جدول ۱-۲- امتیاز مناطق ۱ و ۲ برای معیارهای تفرج، محصول، نادر بودن

جمع کل	تفرج	محصول	نادر بودن
۳	۰	۰	۳
۳	۱	۱	۱

- انواع مدل های جبرانی:

الف- مدل ارزشی قابل انتظار:

نوعی مدل جبرانی است که برای رتبه بندی مناطق کاربرد زیادی دارد. در این روش تصمیم گیرنده بطور ذهنی هر گزینه را برای هر معیار طبقه بندی می کند. به عنوان مثال سه منطقه برای نادر بودن به صورت ۱، ۲، ۳ و برای تنوع به صورت ۳، ۱، ۲ طبقه بندی شده اند. معیارها هم رتبه بندی شده اند. مثلاً رتبه نادر بودن: ۱ و رتبه تنوع: ۲ در نظر گرفته شده است. رتبه هر منطقه برای هر معیار انفرادی در رتبه معیار ضرب می شود. مثلاً با رتبه ۲ برای تنوع امتیاز ۴ می گیرد. سایر ارزش ها هم در هر منطقه محاسبه انجام گرفته و سپس کل این امتیازات برای هر منطقه جمع و در نهایت این مجموع برای رتبه بندی مناطق استفاده خواهد شد [۵].

⁹ Geographic Information System

¹⁰ Multiple Criteria Decision Making

ب- فرایند تحلیل سلسله مراتبی^{۱۱} (AHP):

فرایند تحلیل سلسله مراتبی نوعی دیگر از مدل‌های جبرانی است که برای تصمیم‌گیری مسائل پیچیده استفاده می‌شود. AHP مسائل پیچیده را به مسائل فرعی یا عواملی که مستقیماً مسئله را تحت تاثیر قرار می‌دهند، تجزیه می‌کند. این فاکتورها را در مقابل هم بطور همزمان و براساس اهمیت‌شان در تصمیم‌گیری وزن دهی می‌کند [۶۸]. از انواع مدل‌های جبرانی می‌توان به^{۱۲} Assignment Linear, Electre, ^{۱۳}SAW, ^{۱۴}Topsis, ^{۱۵}MRS, ^{۱۶}MDS و... اشاره نمود [۴].

۱-۵-۲- مدل‌های غیر جبرانی

از این مدل‌ها زمانی استفاده می‌شود که معیارها در مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری شوند که در نتیجه معیارهای مختلف قابل قیاس با یکدیگر نباشند. در این حالت گزینه‌ها باید معیار به معیار ارزیابی شوند [۹۷]. این مدل اجازه توازن بین صفات را نمی‌دهد یعنی ضعف یک صفت با نقاط قوت صفات دیگر جبران نمی‌شود [۵]. به طور مثال برای اخذ گواهینامه سه معیار مهم مطرح است که قابل جبران نیستند، این سه معیار عبارتند از توانایی چشم، پذیرش در امتحان آئین‌نامه و پذیرش در آزمون رانندگی، که قوی بودن در هیچکدام از این معیارها باعث ضعف جبران دیگری نمی‌شود [۴]. از جمله انواع این مدل می‌توان به روش حذفی، روش تسلط و روش لکسیکوگرافی و نیمه لکسیکوگرافی اشاره نمود.

۱-۶- سامانه اطلاعات جغرافیایی

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS یک بانک اطلاعاتی نسبتاً نوین است که وجه تمایز آن با یک بانک اطلاعات معمولی، فراگیر بودن و هوشمند بودن نسبی آن است. فراگیر است از آن‌رو که اطلاعات گرافیکی (مکانی) و غیرگرافیکی (توصیفی مقداری) مربوط به زمینه‌های گوناگون یکجا در آن جمع شده است. هوشمند است از آن جهت که قادر به انتخاب، تلفیق و تحلیل داده‌هاست. به عبارت دیگر GIS مجموعه‌ای متشکل از اطلاعات تصویری (نقشه‌ها) و اطلاعات توصیفی و رقمی مربوط به عوارض زمین است. این دو گروه از اطلاعات رابطه منسجمی دارند و این مجموعه در واقع مدل ساده‌ای از واقعیت است.

به طور خلاصه GIS، مجموعه‌ای مرتبط از سخت‌افزارها و روش‌ها است که به کمک آن می‌توان عمل وارد کردن، ذخیره، تلفیق، تحلیل و بازیابی اطلاعات چند موضوعی جغرافیایی را برای حل مسائل برنامه‌ریزی و مدیریت (تصمیم‌گیری) انجام داد. به عبارت دیگر در سیستم اطلاعات جغرافیایی، پدیده‌های (عوارض) روی زمین و اطلاعات مربوط به آن پدیده‌ها یکجا و بصورتی منسجم جمع شده اند [۲۳].

¹¹ Analytic Hierarchy Process

¹² Elimination et choice translating reality

¹³ Simple – Additive – Weighting method

¹⁴ Technique for order-preference by similarity to ideal solution

¹⁵ Marginal Rate of Substitution of Attributes

¹⁶ Multidimensional – Scaling – with ideal - Points

۷-۱- کاربرد GIS در ارزیابی توان سرزمین

تا پیش از پیشرفت قابل لمس GIS ارزیابی داده‌ها برای برنامه‌ریزی به یاری نقشه‌های دستی تولید شده از عکس-های هوایی و یا به طور مستقیم بر روی عکس‌های هوایی انجام می‌پذیرفت و از این رو اطمینان به نتایج تحلیل‌های مربوط را با تردید روبرو می‌ساخت. رفته رفته با دسته‌بندی داده‌های زمینی بصورت کدهای حرف-عددی، از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی تفسیر اتوماتیک عکس‌های هوایی برای شناسایی یا نقشه‌سازی موضوعی منابع اکولوژیکی آغاز گردید. تا این زمان هنوز ارزیابی توان اکولوژیکی برای کاربری‌ها به عنوان بخش میانی برنامه‌ریزی سرزمین به عمل نمی‌آمد و اصولاً دانشی تحت این عنوان به استثنای تعیین قابلیت اراضی برای کشت و کار وجود نداشت. مروری عملی بر به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی در جهان نشان می‌دهد که در طراحی و توسعه این سامانه در سال ۱۹۶۳ در کانادا آغاز شد و در سال ۱۹۶۵ بصورت اجرایی درآمد. تامپسون برای اولین بار کاربرد این سامانه را جهت نقشه‌سازی، ارزیابی و برنامه‌ریزی سرزمین در سمپوزیوم ارزیابی سرزمین (که به همت CSIRO و یونسکو در اوت ۱۹۶۸ در شهر ملبورن استرالیا برگزار شد) ارائه نمود [۴۵، ۱۴].

از آنجایی که زون‌بندی به عنوان یکی از اولین گام‌ها در جهت شناخت و برنامه‌ریزی و مدیریت منابع مناطق تحت حفاظت است و انجام آن نیازمند توجه به عوامل متعدد است که مستقیماً آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند لذا جهت بررسی عوامل مهم در فرایند زون‌بندی امتیازدهی آن‌ها براساس اهمیتشان از روش AHP در این تحقیق استفاده شد. جهت تولید نقشه زون‌بندی منطقه از روش ترکیب خطی- وزنی استفاده گردید و کلیه اطلاعات با کمک سامانه-اطلاعات جغرافیایی (GIS) پردازش و تهیه گردید.

۸-۱- اهداف تحقیق

- زون‌بندی منطقه حفاظت شده فرخود به منظور تدوین برنامه‌های مربوط به آن‌ها برای مدیریت و اعمال کارکردهای چندجانبه و مجاز مربوط به آن‌ها
- تفکیک فعالیت‌های تعارض آمیز انسانی از یکدیگر و جلوگیری از اثرات آن‌ها بر یکدیگر
- شناسایی انواع نظارت‌ها و تدابیر مدیریتی
- بررسی و تعیین مهم‌ترین معیارهای مشخص شده و وزن آن‌ها برای هر یک از زون‌ها
- شناسایی مناطق با درجات مختلف قابلیت برای هر یک از زون‌ها
- شناسایی مناطق مختلف برای طرح‌ریزی و طراحی مکان بازدیدکننده
- تشویق دولت‌ها و سایر مالکان و مدیران مناطق حفاظت شده برای این که سیستم‌های مناطق حفاظت شده خود را با دامنه‌ای از اهداف مدیریتی سازگار با شرایط جهانی و محلی توسعه دهند.
- فراهم‌آوری اطلاعات پایه و جامع منطقه و ایجاد بانک اطلاعاتی (پایگاه داده) در GIS
- استفاده از قابلیت‌های GIS در ارزیابی و آنالیزهای مکانی منطقه
- پهنه‌بندی منطقه با استفاده از روش‌های جدید علمی

فصل دوم

تعاریف و مرور منابع

۲-۱- تعاریف

۲-۱-۱- سامانه اطلاعات جغرافیایی و پشتیبانی تصمیم‌گیری

سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری^{۱۷} (DSS) که ترکیبی از سامانه اطلاعات جغرافیایی و پشتیبانی تصمیم‌گیری است، اولین بار در دهه ۱۹۷۰ میلادی به وجود آمد، ولی تلاش برای توسعه این سامانه تا اواخر دهه ۱۹۸۰ بسیار اندک است. در طی دهه ۱۹۹۰ با تغییرات به وجود آمده در فن آوری علوم رایانه ای اعم از نرم افزار و سخت افزار، گرایش به سمت توسعه این سامانه‌ها در برنامه‌ریزی نیز افزایش یافت. سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری روشی است که به دنبال ادغام کردن زمینه‌های مختلف علوم با علوم رایانه ای است [۱۷].

این شاو^{۱۸} و کارور^{۱۹} چهار فایده‌ی اصلی را برای استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره یکپارچه شده در بستر GIS متصور هستند:

- این روش تجزیه و تحلیل‌های پیچیده را به منظور انجام بر روی حجم زیادی از معیارهای متفاوت ممکن می‌سازد.

¹⁷ Decision Support System

¹⁸ Open Shaw

¹⁹ Carver

- این روش قضاوت‌های ارزشی را به منظور یکپارچه کردن در تحلیل، بوسیله وزن‌دهی فاکتورها را ممکن می‌سازد.
- این روش یک چارچوب سیستماتیک برای تحلیل فراهم می‌کند.
- این روش همه‌ی مزیت‌های استفاده از یک پایگاه داده‌ی GIS را دارا می‌باشد [۶۰].

۲-۱-۲- تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA)

به طور کلی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره با مجموعه گزینه‌هایی سروکار دارند که برپایه یک سری معیارها ارزیابی می‌شوند. این معیارها اغلب ناهمگون و گاهی متضاد هستند [۱۴]. تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) یکی از انواع روش‌های رایج می‌باشد که بوسیله سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS) به منظور سنجش مسیرهای متفاوت در اجرای یک عمل بر اساس فاکتورهای متعدد و همچنین مشخص کردن بهترین مسیر پیاده‌سازی و اجراء می‌شود [۸۴]. به عبارت دیگر MCDA مجموعه‌ای از روش‌های تحلیلی است که به تصمیم‌گیرنده در حل مسائل پیچیده و دارای ساختار ضعیف و ناقص کمک می‌کند [۳۹، ۴۹] و این کار با تقسیم مسئله به قطعه‌های کوچکتر و ارزیابی هر قطعه به صورت جدا و سپس ترکیب این قطعات برای رسیدن به یک ارزیابی کلی انجام می‌شود و در حقیقت هدف MCDA دادن خدمات در تصمیم‌گیری است نه اتخاذ تصمیم [۱۵]. اولین شرح کامل از MCDA در سال ۱۹۷۶ توسط کنی^{۲۰} و ریفا^{۲۱} ارائه شد [۷۸].

۳-۱-۲- تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)

با توجه به ماهیت مساله مکان‌یابی، معیارها و شاخص‌های کیفی فراوانی وجود دارند که بوسیله روابط ریاضی قابل بیان نیستند و استفاده از روش‌های (مدل‌ها) تصمیم‌گیری چند معیاره، ما را قادر به تحلیل ساده‌تر این شاخص‌ها خواهد کرد. در واقع به منظور در نظر گرفتن تمام معیارها که ویژگی‌های متفاوتی دارند و گاه متضاد، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) استفاده می‌کنیم. روش‌های MCDM از دهه ۱۹۸۰ به بعد کاربرد وسیعی در زمینه‌های مختلف مهندسی و مدیریت داشته‌اند [۱۸].

ساددین و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای که برای زندگی گیاهی بر اساس سناریوهای مدیریتی بر اساس MCDM انجام دادند به این نتیجه رسیدند که این روش (MCDM) به عنوان یک ابزار توانمند و با ارزش به منظور نشان دادن سیستم تالاب به صورت یک سیستم یکپارچه و نیز ترکیب کردن خروجی‌های مدل‌ها و آزمون و خطا به عنوان امری ضروری در تصمیم‌گیری کاربرد دارد [۹۳].

ریست^{۲۲} و همکاران (۲۰۰۰)، استفاده از MCDM را به علت سهولت در کاربرد و شفاف‌سازی برای صاحبان ذینفع به عنوان ابزاری مفید و مناسب برای برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و محیطی، بیان می‌کنند [۷۹].

²⁰ Keeney

²¹ Raiffa

²² Risto

۲-۲-۲- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

۲-۲-۲-۱- روش نزدیک به حد ایده‌ال^{۲۳}

روش Topsis یک روش تصمیم‌گیری قوی و تکنیکی است که برای اولین بار توسط یون وهوانگ ارائه شد [۱۴]، [۹۴] و از مهم‌ترین روش‌های مربوط به MCDM می‌باشد [۷۷، ۹۵]. در این روش گزینه بر اساس شباهت به حد ایده‌ال رتبه بندی می‌شوند. بدین ترتیب که هرچه یک گزینه به حد ایده‌ال نزدیکتر و از ضد ایده‌ال دورتر باشد رتبه بیشتری می‌گیرد [۱۴] که اصل اساسی این روش می‌باشد [۹۵]. Topsis فرض می‌کند که هر معیار در ماتریس تصمیم‌گیری مطلوبیت افزایش یا کاهش یکنواخت دارد [۳۴].

اشکال اساسی این روش این است که قادر به در نظر گرفتن اولویت‌ها و ارجحیت‌های ذهنی تصمیم‌گیر و همچنین ریسک‌پذیری/ریسک‌گریزی تصمیم‌گیر نیستند [۵۲]. اما این روش در زمانی که تصمیم‌گیری بر اساس چندین شاخص کمی و کیفی انجام می‌شود بسیار مفید است [۱۴].

۲-۲-۲-۲- روش تسلط تقریبی^{۲۴}

روش تسلط تقریبی توسط بنایون^{۲۵} بوجود آمد. در این روش به جای رتبه‌بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم "غیر رتبه‌ای"^{۲۶} استفاده می‌شود [۲۵]. بدین منظور که از مفهوم تسلط به صورت ضمنی استفاده می‌شود، که در آن اگرچه دو گزینه از نظر ریاضی بر یکدیگر ترجیحی ندارند اما تصمیم‌گیرنده با تعیین گزینه‌های غالب و مغلوب و حذف گزینه‌های ضعیف یکی از گزینه‌ها را بر دیگری ترجیح می‌دهد [۱۴].

می‌توان گفت که ورودی این روش بردار اوزان شاخص‌ها و خروجی آن رتبه بندی گزینه‌ها خواهد بود [۲۵]. یکی از نقاط ضعف روش فوق‌الذکر استفاده از مقادیر آستانه می‌باشد که اگرچه این مقادیر به صورت اختیاری تعیین می‌شود اما در تعیین جواب نهایی اثر مهمی دارند [۱۴].

۲-۲-۳- روش ارزیابی چند معیاره^{۲۷}

برای حفاظت معمولاً مسئله از اینجا شروع می‌شود که آیا در برابر حفاظت، سایر کاربری‌ها نیز محلی از اعراب دارند یا نه؟ به عبارت دیگر، مسئله می‌تواند از نوع ارزیابی سطح سرزمین با چند هدف باشد که در آن هم‌زمان سطح سرزمین برای چندین کاربری علاوه بر حفاظت ارزیابی می‌شود. در اصطلاح ارزیابی به این نوع مسئله ارزیابی چند هدفه (Multi-Objective Evaluation) گفته می‌شود.

مسئله دیگر این است که آیا برای ارزیابی تناسب تنها در نظر گرفتن یک فاکتور و پیراسنجه کافی است یا باید از ترکیب چند پارامتر به تناسب رسید. به این مسئله معمولاً با نگاه ترکیب چند معیار برخورد می‌شود. از این رو، ارزیابی‌های تناسب معمولاً چند معیاره هستند که معادل Multi-Criteria Evaluation است. معمولاً نیز با ترکیب چند پارامتر و در نظر گرفتن چند هدف سطح منطقه از نظر تناسب برای حفاظت اکوسیستم یا سیمای سرزمین یا جوامع زیستی گیاهی و جانوری مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲۹]. در واقع علاوه بر معیار درجه اهمیت و ارجحیت

²³ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Topsis)

²⁴ Elimination et choice translating reality (ELECTR)

²⁵ Benayoun

²⁶ Outranking

²⁷ Multicriteria Evaluation (MCE)

آن معیار نسبت به سایر معیارها نیز در فرایند ارزیابی دخیل خواهد بود. همچنین این روش بر پایه منطق فازی که در برگزیده طیفی از اعداد یا گستره‌هایی از تناسب (۱۰ تا ۲۵۵) می باشد استوار شده است [۸۹]. معیارها شاخص‌های قابل سنجش کمی، در ارتباط با اهداف تصمیم‌گیری هستند [۱۰۳]. به منظور انتخاب معیارها در ارتباط با یک مسئله خاص می‌توان از مطالعات موردی، استانداردها و اسناد دولتی مرتبط با آن هدف استفاده نمود. معیارها باید جامع و قابل اندازه‌گیری باشند. نقشه‌های معیار در دو نوع نقشه‌های فاکتور و نقشه‌های مترتب بر محدودیت مطرح می‌شوند.

نقشه‌های عامل یا فاکتور: یک نقشه عامل (فاکتور) نمایانگر توزیع فضایی صفتی است که به واسطه آن می‌توان درجه دستیابی به هدف ملازم با آن صفت را اندازه گرفت.

نقشه‌های محدودیت: محدودیت‌ها قیودی هستند که به طور طبیعی یا از سوی جوامع انسانی، بصورت استانداردها، قوانین، و... تحمیل شده و اجازه نمی‌دهند برخی از اقدامات خاص انجام پذیرد. نقشه‌های محدودیت مناطقی را مشخص می‌کنند که به هیچ‌وجه قابلیت استفاده برای یک هدف خاص را ندارند. در حوزه GIS کاربرد محدودیت ها می‌تواند بصورت حذف نقاط، خطوط، چندضلعی‌ها و پیکسل‌هایی با صفات و ویژگی‌های معین صورت پذیرد [۱۴].

حال به‌منظور در نظر گرفتن تمام معیارها که ویژگی‌های متفاوتی دارند و گاه متضاد، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) استفاده می‌کنیم. روش‌های MCDM از دهه ۱۹۸۰ به بعد کاربرد وسیعی در زمینه‌های مختلف مهندسی و مدیریت داشته‌اند [۱۸]. شاخصه برجسته این روش در این است که در آن ارزیابی رویدادهای جغرافیایی برپایه ارزش‌های معیار و اولویت تصمیم‌گیران نسبت به مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی قرار دارد [۳۹].

هایمس^{۲۸} (۲۰۰۷) اهمیت شاخص‌های عملکرد در مدیریت مناطق حفاظت شده دریایی را با استفاده از روش چند معیاره تعیین کرد. هایمس یک سلسله مراتبی از شاخص‌های عملکرد برای ذخیره‌گاه دریایی جزایر اگادی^{۲۹} معرفی کرد. روش چندمعیاره برای تعیین موقعیت‌های سازگار بین ذینفعان تصمیم‌گیری استفاده شد و داده‌ها از یک بررسی مقایسه زوجی با استفاده از AHP برای بررسی الویت‌های گروه‌های ذینفع از نظر شاخص‌های عملکرد در ارزیابی مدیریت مناطق حفاظت شده دریایی بدست آمد. نتایج نشان داد که ۵ گروه کلیدی ذینفع هیچ کدام در الویت‌بندی شاخص‌های عملکرد مشابه نیستند [۷۳].

۲-۲-۴- فرایند تحلیل شبکه^{۳۰}

فرایند تحلیل شبکه از توسعه روش AHP به وجود آمده است و از اصول آن پیروی می‌کند [۸۶، ۱۴] و امکانات گسترده‌تری را برای تصمیم‌گیری در محیط‌های پیچیده فراهم می‌نماید. در این روش نیز ابتدا یک سلسله مراتب برای شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و گزینه‌ها طرح و ماتریس‌های زوجی تشکیل می‌گردند. از برتری‌های این روش نسبت به روش AHP می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. امکان ترسیم سلسله مراتب به صورت گره و خوشه‌ای و یا دسته و ارتباط دادن منطقی آن‌ها با یکدیگر
۲. امکان ایجاد زیر شبکه برای بعضی از شاخص‌ها و انجام مقایسات زوجی در داخل زیر شبکه
۳. حل مسئله به روش سوپر ماتریس و تلفیق نتایج زیر شبکه با سطوح بالاتر سلسله مراتب [۱۴].

²⁸ Himes

²⁹ Egadi

³⁰ Analytical Network Process (ANP)

لیو^{۳۱} و لی^{۳۲} یک چارچوب جامع از ترکیب منطق فازی^{۳۳} و فرایند تحلیل شبکه فازی^{۳۴} در ارزیابی اثرات زیست-محیطی (EIA) را پیشنهاد کردند و آن را در مطالعه‌ای موردی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی پروژه خطوط پرسرعت در تایوان اعمال کردند [۸۲].

۲-۲-۵- روش تحلیل سلسله‌مراتبی^{۳۵}

از مشکلات تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان به نبودن استاندارد برای اندازه‌گیری معیارهای کیفی و نبودن واحدی برای تبدیل معیارها به یکدیگر اشاره کرد. یکی از کارآمدترین روش‌ها برای اتخاذ تصمیم صحیح و بموقع با معیارهای چندگانه، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است [۳۱، ۱۰۶]. این روش در سال ۱۹۸۰ میلادی توسط توماس ال‌ساعتی^{۳۶} ارائه گردید [۱۲، ۱۴، ۲۷، ۸۶] و یکی از مهم‌ترین و قوی‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری‌های چند معیاره مورد استفاده در پروژه‌های گزینشی است که ترکیب‌های سخت و پیچیده را بوسیله مرتب کردن فاکتورهای تصمیم‌گیری در یک ساختار سلسله‌مراتبی، ساده‌سازی می‌کند [۴۰، ۸۷] که مطالعات پیشین نیز موید توانایی بالای این روش در حل مسائل پیچیده است [۱۰۴].

مهم‌ترین نوآوری این روش، مقایسه دو به دو فاکتورها است که هنگامی نرخ‌های کمی وجود ندارند انسان از طریق این که کدام معیارها بردیگری برتری دارند به یک مقایسه دست می‌یابد که برای محاسبه این برتری‌ها نیاز به ماتریسی است که توسط کارشناسان امر تکمیل می‌گردد [۷۶] به عبارت ساده‌تر این روش امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی موجود در مسئله را می‌دهد [۳۱].

نریس و مارشال (۱۹۹۵)، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را یک نوع مخصوص آنالیز تصمیم‌گیری چند صفتی^{۳۷} معرفی کردند. روش‌های تصمیم‌گیری چند صفتی (MADA) از مقایسات زوجی به عنوان یک وسیله برای ایجاد وزن‌های فاکتورها استفاده می‌کنند و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از روش‌هایی است که اجازه تبدیل مقایسات زوجی را به وزن فاکتورها در MADA می‌دهد [۵].

ساعتی فرایند حذف پیچیدگی یک مسئله توسط AHP را از طریق انجام موارد زیر امکان‌پذیر دانسته است:

۱. مرتب کردن متغیرها بصورت سلسله‌مراتبی (اصل تجزیه)
 ۲. تعیین اهمیت نسبی هر فاکتور با تبدیل قضاوت‌های ذهنی به مقادیر عددی (مقایسه زوجی)
 ۳. تحلیل قضاوت‌ها برای تعیین بالاترین اولویت
- AHP سه نوع مقایسه را در میان عوامل یک سطح سلسله بررسی می‌کند:
۱. اهمیت^{۳۸} هر عامل نسبت به عوامل دیگر
 ۲. احتمال وقوع^{۳۹} یک عامل در مقایسه با عوامل دیگر
 ۳. ترجیح^{۴۰} تصمیم‌گیرنده در انتخاب یک عامل از میان عوامل موجود [۵، ۵۹].

³¹ Liu

³² Lai

³³ fuzzy logic

³⁴ fuzzy analytic network process

³⁵ Analytic Hierarchy Process (AHP)

³⁶ Thomas L. Saaty

³⁷ Multi Attribute Decision Analysis (MADA)

³⁸ Importance

³⁹ Likelihood

⁴⁰ Preference

فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر چهار قاعده ساده استوار است که به این ترتیب می‌باشند [۶۹، ۱۰۲].

الف- اصل دوطرفه^{۴۱}

اگر ترجیح معیار a بر معیار b برابر n باشد، ترجیح معیار b بر معیار a برابر ۱/n خواهد بود.

ب- اصل همگنی^{۴۲}

این اصل بیان می‌کند که عناصر مورد مقایسه نبایستی چندان با هم تفاوت داشته باشند، در غیر این صورت خطاهای زیادی در قضاوت‌ها مشاهده خواهد شد.

ج- اصل سنتز

اصل سوم بیان می‌کند که قضاوت‌ها یا اولویت‌های عناصر موجود در سلسله مراتب ربطی به عناصر سطوح پایین‌تر ندارد.

د- اصل انتظارات

اصل چهارم که بعدها توسط ساعتی ارائه شد بیان می‌کند که افرادی که برای عقاید خود دلیل دارند بایستی مطمئن باشند که عقاید آن‌ها به خوبی با این انتظارات تطابق دارد. اگر چه این اصل کمی مبهم به نظر می‌رسد اما بسیار اهمیت دارد، زیرا عمومیت AHP، امکان استفاده از آن را به صورت‌های مختلف امکان‌پذیر می‌سازد و استفاده از این اصل مانع به کارگیری AHP در راه‌های نامناسب نمی‌گردد.

۲-۳- مراحل اجرای روش AHP

روش مذکور شامل سه مرحله اصلی به قرار زیر می‌باشد:

الف- تعریف و سازماندهی معیارها در یک سلسله مراتب (ایجاد ساختار سلسله مراتبی معیارها)

ب- ارزیابی و مقایسه ی دوجه دو از اهمیت نسبی عناصر مرتبط در هر سطح سلسله مراتبی (مقایسات زوجی)

ج- هم‌نهادی و سنتز با استفاده از الگوریتم حل نتایج مقایسه‌های دوجه دویی در تمامی سطوح سلسله مراتب (نرمال‌سازی و تعیین اولویت‌ها) [۳۸].

الف- ایجاد ساختار سلسله مراتبی معیارها

این ساختار نمایشی گرافیکی از مسئله است که در ابتدایی‌ترین سطح آن، هدف تصمیم‌گیری است [۲]. سطوح میانی معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری و سطح آخر گزینه‌های تصمیم‌گیری هستند. تعداد سطوح بستگی به پیچیدگی مسئله و درجه جزئیات دارد [۴۲].

ب- مقایسات زوجی^{۴۳}

یک روش اندازه‌گیری پایه برای به کار بردن AHP، مقایسات زوجی است. این روش پیچیدگی مفهوم تصمیم را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد، زیرا تنها دو عنصر تصمیم‌گیری در یک زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد [۲]. پس از تحلیل و ایجاد ساختار سلسله مراتبی، ماتریس مقایسه زوجی برای گزینه‌های هر مسئله به ازای هر معیار تشکیل می‌گردد. درایه‌های این ماتریس با استفاده از دانش متخصصان تعیین می‌شود. به عبارتی، ماتریس مقایسه زوجی یکی از ابزارهایی است که دانش متخصصان را وارد تصمیم‌گیری می‌کند [۹۲] و می‌تواند به صورت فردی محاسبه شده باشد و یا تلفیقی از قضاوت کارشناسان باشد که در حالت دوم جهت ترکیب نظرات مختلف کارشناسان در قضاوتی

⁴¹ Reciprocal Axiom

⁴² Homogeneity Axiom

⁴³ Pair wise comparison