



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پهنه بندی وضعیت کیفی محیط زیست استان اصفهان با استفاده از ارزیابی چند معیاره

پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست

مدینه نوروزی

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا سفیانیان

دکتر محمود رضا همای

بشکروقدردانی

خداوند این عزت مرا بس است که بنده تو باشم و این افتخار بر ایم بس است که تو پروردگار منی، تو چنانی که من می خواهم مرا چونان که تو خواهی.

به نام یکتایی که سیده دمان سرد، جسم ناتوان آفریدگان خویش را از صبح صادق توانایی و گرمای طلوع محبتش نورانی نموده و در برابر، تنها نگاه عاشقانه خود از پشیمان آسمان به اقطار می نشیند.

بایاد او که در تمام محطه محطه عبورم از راه عمر و به خصوص سخت ترین گذرگاه های آن مراد در حریر حیات و شفقت خود مهربانانه در برگرفته و توانایی ام داد و اقرار ناتوانی می کنم در برابر بی همبستگی که لطافت بخشیش خود را پرده ستر ناپسای ام قرار داد.

اکنون که در سایه الطاف و مهربانی های الهی آموخته های خود را تدوین نموده ام، بر خود لازم می دانم از تمام عزیزانی که به هر نحوی مرا یاری رسانند، قدر دانی و سپاسگذاری نمایم.

از خانواده خوب و عزیزم که مایه امید و سرمایه زندگیم هستند به خاطر تمامی پشتیبانی ایشان قدر دانی میکنم، تمام تلاش من برای سربلندی آنهاست.

از جناب آقای دکتر سفینیان به پاس تمام محبت ها و راهنمایی ایشان در طول تحصیل در این دانشکده سپاسگذارم.

از جناب آقای دکتر همامی که از راهنمایی های ایشان در مراحل اجرای پایان نامه بهره بردم، ممنونم.

از سرکار خانم دکتر فخران که زحمت بازخوانی پایان نامه مرا بر عهده داشتند و جناب آقای دکتر مرادی و جناب آقای دکتر جعفری که زحمت داوران پایان نامه را بر عهده گرفتند بشکروقدردانی می کنم.

از تمام دوستان و عزیزانی که در طول این پایان نامه به هر نحو از لطف و بزرگواریشان بهره مند بودم و توانستم اوقات خوب و خوشی را در کنار آنها سپری کنم صمیمانه بشکروقدردانی می کنم.

از خداوند متعال به روزی و موفقیت را برای تمام این عزیزان آرزو مندم.

آرامش‌ترین و امن‌ترین آغوش دنیا

لطف بهاران و شکوه صبر و ایمان

پدر و مادر عزیزم

آموزگارانی که برایم زندگی؛ بودن و انسان بودن را معنا کردند

حال این برک سبزی است تخمه درویش تقدیم آمان...

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات

و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه

(رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

عنوان	شماره صفحه
چکیده.....	۱
فصل اول: مقدمه و کلیات	
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- اهداف.....	۳
۳-۱- ضرورت تحقیق.....	۴
فصل دوم: تعاریف و بررسی منابع	
۱-۲- آنالیز تصمیم گیری چندمعیاره.....	۵
۲-۲- روشهای آنالیز تصمیم گیری چندمعیاره.....	۶
۲-۲-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).....	۷
۲-۲-۲- فرآیند تحلیل شبکه (ANP).....	۷
۳-۲- مراحل ارزیابی چند معیاره.....	۷
۲-۳-۱- تعیین معیارهای تصمیم گیری.....	۷
۲-۳-۲- استانداردسازی معیارهای ارزیابی.....	۸
۳-۳-۲- وزن دهی معیار.....	۹
۴-۳-۲- تلفیق معیارها.....	۱۲
۴-۲- سامانه اطلاعات جغرافیایی.....	۱۳
۵-۲- ارزیابی چندمعیاره و GIS.....	۱۴
۲-۵-۱- مطالعات انجام شده در رابطه با ترکیب آنالیز چندمعیاره با GIS.....	۱۴
۲-۶- وضعیت کیفی محیط زیست (حساسیت زیست محیطی).....	۱۷
۲-۶-۱- مطالعات انجام شده در ارتباط با ارزیابی وضعیت محیط زیست.....	۱۷
۲-۷- آسیب پذیری به زمین لغزش.....	۲۱
۲-۸- آسیب پذیری به خشکسالی.....	۲۲
۲-۹- منابع آلاینده صنعتی.....	۲۳
۲-۹-۱- آلودگی هوای ناشی از صنایع.....	۲۶
۲-۱- پسماند.....	۲۷
فصل سوم: مواد و روش ها	
۱-۳- منطقه مورد مطالعه.....	۲۸
۲-۳- مدل ارزیابی چند معیاره.....	۲۹
۳-۳- مخاطرات طبیعی.....	۳۰

۳۰	..... ۱-۳-۳- آسیب پذیری به زمین لغزش
۳۳	..... ۲-۳-۳- آسیب پذیری به خشکسالی
۳۵	..... ۴-۳- آلودگی های زیست محیطی
۳۵	..... ۱-۴-۳- شاخص آلودگی هوا
۴۰	..... ۲-۴-۳- شاخص بار آلودگی صنایع
۴۳	..... ۳-۴-۳- وضعیت مدیریت پسماندها
۴۵	..... ۵-۳- شاخص وضعیت اکولوژی
۴۶	..... ۶-۳- شاخص تراکم جمعیت
۴۷	..... ۷-۳- تهیه نقشه نهایی کیفیت زیست محیطی
۴۷	..... ۱-۷-۳- استانداردها و معیارها
۴۸	..... ۲-۷-۳- وزندهی معیارها
۴۸	..... ۳-۷-۳- ترکیب لایه های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی کیفیت زیست محیطی

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴۹	..... ۱-۴- نتایج حاصل از معیار مخاطرات طبیعی
۴۹	..... ۱-۱-۴- نتایج حاصل از شاخص آسیب پذیری به خشکسالی
۵۲	..... ۲-۱-۴- نتایج حاصل از شاخص آسیب پذیری به زمین لغزش
۵۷	..... ۲-۴- نتایج حاصل از معیار آلودگی های زیست محیطی
۵۷	..... ۱-۲-۴- نتایج حاصل از شاخص آسیب پذیری به آلودگی هوا
۶۶	..... ۲-۲-۴- نتایج شاخص آلودگی صنایع (هوا، آب، پسماند و صوت)
۷۰	..... ۳-۲-۴- شاخص پسماند
۷۴	..... ۳-۴- نتایج شاخص وضعیت اکولوژیکی
۷۸	..... ۴-۴- نتایج حاصل از شاخص تراکم جمعیت
۷۸	..... ۵-۴- نتایج حاصل برای تهیه نقشه نهایی کیفیت زیست محیطی
۷۸	..... ۱-۵-۴- تلفیق نشانگرهای آسیب پذیری از طریق روش ترکیب خطی وزنی

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۴	..... ۱-۵- نتیجه گیری کلی
۸۷	..... ۲-۵- پیشنهادات
۸۸	..... پیوست
۹۰	..... منابع

فهرست جداول

شماره صفحه

عنوان

۱۱	جدول ۱-۲- حالات مختلف برای مقایسه زوجی و مقادیر عددی آن
۳۴	جدول ۱-۳- رابطه بین بافت خاک و مقدار رطوبت نگهداری شده
۳۶	جدول ۲-۳- انتشار آلاینده های مختلف هوا برای وسایل نقلیه بنزینی
۳۹	جدول ۳-۳- طبقات اقلیم در روش دومارتن
۴۷	جدول ۴-۳- طبقات مربوط به معیارهای ارزیابی کیفیت محیط زیست
۵۳	جدول ۱-۴- مقاومت انواع سنگ ها به زمین لغزش
۵۳	جدول ۲-۴- واحدهای زمین شناسی باحساسیت بالا به زمین لغزش در استان اصفهان
۵۴	جدول ۳-۴- طبقات و کدهای حساسیت زیرمعیارهای زمین لغزش
۶۳	جدول ۴-۴- آمار خوردروهای شهر اصفهان
۶۷	جدول ۵-۴- مجتمعها و حوزههای عمده صنعتی استان به تفکیک شهرستانهای استان
۷۰	جدول ۶-۴- محاسبه ضریب آلودگی صنایع مختلف در استان اصفهان
۷۲	جدول ۷-۴- وضعیت مدیریت پسماند شهرستانهای استان اصفهان

فهرست اشکال

شماره صفحه

عنوان

- شکل ۳-۱: ارتباط بین معیارها و زیرمعیارها با هدف مطالعه..... ۲۹
- شکل ۴-۱ الف-وزن نسبی نشانگرهای آسیب پذیری، ب- معیارهای اقتصادی اجتماعی، ج- معیارهای فیزیکی ۵۰
- شکل ۴-۲- نقشه شاخص آسیب پذیری به خشکسالی در مرز شهرستان، ۵۱
- شکل ۴-۳- نقشه شاخص آسیب پذیری به خشکسالی در مرز اکولوژیکی..... ۵۲
- شکل ۴-۴-وزن نسبی زیرمعیارهای زمین لغزش ۵۵
- شکل ۴-۵-نقشه پهنه بندی خطرزمین لغزش در مرز شهرستان های استان اصفهان ۵۵
- شکل ۴-۶-نقشه پهنه بندی خطرزمین لغزش در استان اصفهان..... ۵۶
- شکل ۴-۷ الف-وزن نسبی عوامل انسانی، ب-وزن نسبی عوامل هواشناسی..... ۵۸
- شکل ۴-۸ الف-موقعیت شهرک های صنعتی و مناطق مسکونی، ب-وضعیت پارامترهای هواشناسی موثر بر آلودگی هوا ۵۹
- شکل ۴-۹- نقشه وضعیت آلودگی هوا در شهرستانها..... ۶۰
- شکل ۴-۱۱- توزیع نامتوازن صنایع در سطح شهرستانهای استان اصفهان..... ۶۸
- شکل ۴-۱۲-وزن نسبی مربوط به آلودگی گروههای مختلف صنایع..... ۶۹
- شکل ۴-۱۳-نقشه پهنه بندی بار آلودگی صنایع در شهرستانها..... ۶۹
- شکل ۴-۱۴-مقایسه وضعیت مدیریت پسماندها(عادی-پزشکی-صنعتی-ویژه و کشاورزی)در شهرستان ها ۷۳
- شکل ۴-۱۵-نقشه وضعیت اکولوژیکی در شهرستانها..... ۷۵
- شکل ۴-۱۶-نقشه تراکم جمعیت در شهرستانها..... ۷۷
- شکل ۴-۱۷-سلسله مراتب معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها و چگونگی ارتباط آنها بایکدیگر ۷۸
- شکل ۴-۱۸-وزن نسبی معیارها در نرم افزار expert choice..... ۷۹
- شکل ۴-۱۹-نتایج روش AHP الف)نقشه کیفیت زیست محیطی ، ب)درصد وضعیت شهرستانها..... ۸۰
- شکل ۴-۲۰-نتایج وزن برابر الف)نقشه کیفیت زیست محیطی ، ب)درصد وضعیت شهرستانها..... ۸۱
- شکل ۴-۲۱-نتایج روش ANP الف)نقشه کیفیت زیست محیطی ، ب)درصد وضعیت شهرستانها..... ۸۲
- شکل ۴-۲۲- نقشه کیفیت زیست محیطی در مرز شهرستان ها، الف) AHP، ب) ANP..... ۸۳

چکیده

داشتن اطلاعات کافی از وضعیت محیط‌زیست و بررسی روند تغییرات محیط‌زیست نقش مهمی در شناخت و درک صحیح وضعیت موجود برای مدیریت و ارائه برنامه‌های مدیریتی دارد. در حال حاضر مهمترین مشکلات زیست‌محیطی استان اصفهان شامل آلودگی هوا، خشکسالی و کمبود بارش، توسعه صنایع بدون در نظر گرفتن استانداردهای زیست‌محیطی، پسماندها، افزایش شهرنشینی و مشکلات و پیامدهای ناشی از آن می‌باشد. تنوع و اهمیت و اثرگذاری متفاوت اطلاعات و پیچیدگی تحلیل همزمان اطلاعات موضوعی و مکانی و همچنین ضرورت برقراری نگاه یکپارچه به آنها، باعث استفاده گسترده از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی در تجزیه و تحلیل مسائل زیست‌محیطی شده است. در این پژوهش از طریق ترکیب روش MCE در محیط GIS کیفیت محیط‌زیست استان اصفهان ارزیابی شد. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل تکنیک‌هایی است که در آن مجموعه‌ای از معیارهای وابسته به یک میحث وزن‌دهی شده و سپس این معیارها به وسیله‌ی کارشناسان رتبه‌بندی می‌شوند. متدولوژی ترکیبی ارزیابی چندمعیاره (MCE) با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک روش پیشرفته برای ارزیابی کیفیت محیط‌زیست است که توانای GIS در آنالیز مکانی و توانایی MCE در آنالیز چند لایه ای را بهبود میبخشد. تعداد ۳۰ شاخص در قالب ۱۰ زیر معیار و ۴ معیار اصلی (آلودگی زیست‌محیطی، مخاطرات زیست‌محیطی، وضعیت اکولوژیکی منطقه، و تراکم جمعیت) برای ارزیابی کیفیت محیط‌زیست استان اصفهان استفاده شد. معیار آلودگی زیست‌محیطی شامل زیرمعیارهای آلودگی هوا، آلودگی صنایع و وضعیت مدیریت پسماندها، معیار مخاطرات زیست‌محیطی شامل زمین لغزش و خشکسالی، معیار وضعیت اکولوژیکی منطقه، شامل پوشش گیاهی، درصد مناطق حفاظت شده، منابع آب و گیاهان دارویی، و معیار تراکم جمعیت زیر معیاری نداشت. سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ایجاد داده های جغرافیایی و پردازش به کار رفت و فاکتورهای ورودی با استفاده از روشهای AHP و ANP وزن‌دهی شدند. برای وزن دهی از روش داده مینا و نظرات کارشناسی استفاده گردید. نتایج وزن دهی نشان داد که معیارهای آلودگی زیست محیطی و تراکم جمعیت نقش مهمی در تقلیل کیفیت زیست‌محیطی در منطقه مورد مطالعه دارند. شاخص‌ها، معیارها و زیر معیارهای ارزیابی کیفیت محیط‌زیست به لایه‌های اطلاعاتی تبدیل و پس از استاندارد سازی و وزن‌دهی لایه‌های اطلاعاتی، کلیه لایه‌ها در محیط GIS ترکیب و با استفاده از روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) نقشه کیفیت زیست‌محیطی استان اصفهان تهیه گردید. نتایج نشان داد که در مورد معیار مخاطرات طبیعی محیط‌زیست قسمت های جنوبی و غربی استان بیشتر تحت تاثیر قراردارند. در مورد معیار آلودگی های زیست محیطی قسمت های مرکزی و غربی استان پتانسیل بالایی برای آلودگی دارند. تراکم جمعیت در قسمت های مرکزی و غربی استان بالا بوده و در نهایت از نظر معیار وضعیت اکولوژیکی شهرستان های جنوبی استان وضعیت مطلوب تری دارند. در نهایت ارزیابی کیفیت محیط زیست استان اصفهان نشان داد که به طور میانگین، سهم مناطق با درجه مناسب ۱۳٪، متوسط ۳۹٪، نامناسب ۲۹٪ و کاملاً نامناسب ۱۹٪ است. کیفیت محیط‌زیست استان در قسمت‌های مرکزی و غرب و شمال غرب نامناسب و در قسمت قسمت‌های شرقی و جنوبی مناسب است. البته قسمت‌های شرقی استان نیز با مشکلاتی از قبیل ضعف در مدیریت پسماند و آسیب پذیری به خشکسالی مواجه است. این نشان می‌دهد که وضعیت محیط زیست استان اصفهان در سطح متوسط است، اما در تمام قسمت های آن یکسان نیست و سرعت تخریب محیط زیست آن در سالهای اخیر به علت فعالیت های انسانی افزایش داشته است.

کلمات کلیدی: ارزیابی چندمعیاره، سیستم اطلاعات جغرافیایی، ترکیب خطی وزن دار، کیفیت محیط زیست، استان اصفهان

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

محیط زیست طبیعی یک عنصر اساسی برای معاش انسان و متصل به اقتصاد منطقه ای همراه با پیشرفت اقتصادی است. ارزیابی چگونگی وضعیت محیط زیست برای پی بردن به وضعیت رایج منطقه در مورد میزان تحمل برای توسعه و حرکت به سمت اثرات متقابل برابر برای حمایت از محیط طبیعی، مفید است [۶۷]. در برخی محیط‌ها، طبیعت با کمترین خسران، مهیای بالاترین توسعه است و در برخی دیگر، کمترین توسعه در آن منجر به خرابی محیط زیست می‌شود [۶].

کمیسیون جهانی توسعه و محیط زیست در سال ۱۹۸۳ و در ادامه در یک گزارش تکمیلی در سال ۱۹۸۷ تعریفی از توسعه پایدار ارائه نمود. در این گزارش آمده است، توسعه پایدار توسعه ای است که بدون تهدید توانمندی‌های نسل آینده در تأمین نیازهای خود، به نیازهای نسل حاضر پاسخ گوید. در این تعریف و در راستای دستیابی به توسعه پایدار دو مفهوم کلیدی وجود دارد. یک مفهوم توجه به نیازهای عدالت محور و تأکید بر حفظ قابلیت‌های زیست محیطی را خاطر نشان می‌کند و مفهومی دیگر همواره به این مطلب اشاره دارد که نگرانی‌های ناشی از تخریب محیط زیست نمی‌توانند منجر به عدم اجرای طرح‌های توسعه در محیط زیست گردند [۶۳].

بنابراین یکی از مهمترین اقدامات برای دستیابی به توسعه پایدار آن است که قبل از اجرای هر طرح توسعه، مطالعات مختلف زیست محیطی انجام شود. شناخت از شاخص‌های زیست محیطی و تحلیل و طبقه بندی حساسیت‌های آنها و تعیین میزان آسیب پذیری هر یک، می‌تواند امکان اندازه گیری تخریب محیط زیست را در قالب انجام طرح‌های توسعه مورد سنجش قرار دهد. به علاوه از این طریق تدوین سیاست‌های کاهش و کنترل آسیب پذیری زیست- محیطی امکان پذیر می‌گردد و شرایط ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست فراهم می‌شود [۷۷].

در واقع ارزیابی محیط طبیعی یک زمینه تحقیقاتی است که به سرعت در حال پیشرفت است. به دلیل پیچیدگی کار اکثر مطالعات ارزیابی در گذشته روی برخی از جنبه‌ها تاکید داشت و زمینه‌های تحقیقاتی یک جانبه بود (تک جنبه ای). آنالیز سیستماتیک چند فاکتوری و ارزیابی یکپارچه (شامل منابع طبیعی، محیط زیست و فاکتورهای اقتصادی-اجتماعی) روش آنالیزی است که به ندرت در تمامی منطقه یافت می‌شود. برخی از پروژه‌های ارزیابی هنوز هم از ارزیابی تک منظوره برای مشکلات اکولوژیکی منطقه ای استفاده می‌کنند [۶۸].

ارزیابی وضعیت محیط‌زیست فرایند پیچیده‌ای است که انجام آن به ملاحظات همزمان چندین عامل یا معیار نیاز دارد. از آنجا که تحلیل‌های فضایی و جغرافیایی اغلب چندمتغیره و چندمعیاری هستند، برنامه ریزان و تصمیم گیران برای حل مسائل خویش با طیف وسیعی از داده‌ها و اطلاعات مواجه‌اند که استفاده، تلفیق و تحلیل آنها به سبب حجم زیاد و ماهیت‌های متفاوت، اهمیت متفاوت عوامل و حتی تغییرات در طبقات داخلی هر عامل به طور معمول بسیار پیچیده و مشکل است. تنوع اطلاعات و پیچیدگی تحلیل همزمان اطلاعات موضوعی و مکانی سبب شده است تا در مطالعات از سامانه اطلاعات جغرافیایی به شکل گسترده‌ای استفاده شود [۳].

تنوع و اهمیت و اثرگذاری متفاوت اطلاعات از یک سو و ازسوی دیگر پیچیدگی تحلیل همزمان اطلاعات موضوعی و مکانی و همچنین ضرورت برقراری نگاه یکپارچه به آنها، سبب شده است تا از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی به شکل گسترده‌ای در تجزیه و تحلیل مسائل زیست محیطی استفاده کنند. یکی از قابلیت‌های بالای سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی امکان انجام و بکارگیری ارزیابی چند معیاره بعنوان روشی برای مقایسه اهمیت مشخصه‌های مختلف نسبت به هم و تلفیق داده‌ها بنابر اهمیت شان در تصمیم گیری است [۲۵].

روش تصمیم گیری چندمعیاره شامل تکنیک‌هایی است که در آن مجموعه‌ای از معیارهای وابسته به یک مبحث وزن-دهی شده و سپس این معیارها به وسیله‌ی کارشناسان رتبه‌بندی می‌شوند. روش تصمیم گیری چندمعیاره توانایی‌های زیادی جهت کاهش هزینه‌ها و زمان و بالابردن دقت در تصمیم گیری فضایی دارد، خصوصاً هنگامیکه این روش با سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق شده و مدلی یکپارچه را تشکیل دهد، این توانایی چندبرابر می‌گردد [۱۹].

حساسیت محیطی به معنای واکنش آبی اجزای (عناصر) محیطی به تنش معین و بروز تغییرات جزئی و بخشی در شرایط اکولوژیک است. به عبارت دیگر، حساسیت محیطی درجه ای از آسیب پذیری یا سهولت تحمیل آسیب یا اثرات منفی ناشی از اجرای طرح‌های توسعه در واحدهای زیست محیطی است [۱۴].

۱-۲- اهداف

هدف عمده این تحقیق ارزیابی کیفیت محیط‌زیست استان اصفهان براساس مجموعه عوامل تاثیرگذار بوده است، به عبارت دیگر هدف از این پژوهش توصیف و تحلیل وضعیت موجود استان اصفهان از نظر زیست محیطی، در جهت تشخیص وضعیت موجود است که می‌تواند برای انجام برنامه ریزی توسعه منطقه ای مورد استفاده قرار گیرد. از دیگر اهداف تحقیق موارد زیر قابل ذکر است:

۱- کاربردی کردن ارزیابی چند معیاره MCE^۱ در مطالعات زیست محیطی

۲- تعیین کیفیت زیست محیطی منطقه مطالعه با استفاده از MCE

۱-۳- ضرورت تحقیق:

استان اصفهان با برخورداری از منابع طبیعی سرشار و موقعیت آن یکی از مناطق مهم زیست و فعالیت در کشور به شمار می رود. این استان از نظر اهمیت در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بسیار مهم تلقی می شود. اما عدم توجه به ناهمگونی ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در مناطق مختلف استان طی سالهای گذشته، رشد نامتوازن این مناطق را در برداشته است. بی توجهی به این عدم تعادلها، دسترسی به اهدافی چون استفاده بهینه از ظرفیت ها، توزیع عادلانه در آمد، توزیع متناسب جغرافیایی جمعیت و در نهایت توسعه اقتصادی استان را دشوارتر کرده است. در سالهای گذشته توسعه اقتصادی استان اصفهان (که با اتکا به بخش صنعت شکل گرفته است) در مراحل اولیه خود به مسائل زیست محیطی بی توجه بوده و به همین دلیل صدمات فراوانی را به محیط زیست استان وارد نموده است. افزایش آلودگی هوا، فاضلاب های صنعتی، تولید گازهای مخرب لایه ازن، تولید زباله های خطرناک، رشد فزاینده جمعیت در مناطق نامستعد استان، تغییر آب و هوای مناطق و کاهش زیستگاه های طبیعی از جمله اثرات سوء این اقدام است. از این رو شناخت تفاوت های منطقه ای و مطالعه ساختارها و عوامل موثر بر آن به منظور رسیدن به توسعه پایدار اجتناب ناپذیر است. در راستای نیل به اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و تامین عدالت منطقه ای بدون تردید توجه به مسائل زیست محیطی به ویژه در مناطقی که از این نظر در شرایط بحرانی قرار دارند اهمیت دارد.

در حال حاضر مشکلاتی از جمله آلودگی هوا، خشکسالی و کمبود بارش، توسعه صنایع بدون در نظر گرفتن استانداردهای زیست محیطی، پسماندها، افزایش شهرنشینی و به دنبال آن مشکلات و پیامدهای ناشی از آن، در زمره مهمترین مشکلات زیست محیطی استان می باشد. هر کدام از این مسائل روی محیط طبیعی و انسانها اثرات قابل توجهی دارند. اما اگر تمام آنها با هم در نظر گرفته شود می توان در منطقه پهنه بندی از وضعیت کیفی محیط زیست را داشته باشیم. در نظر گرفتن همه این موارد با یکدیگر اثر تشدید کنندگی یا تعدیل کنندگی آنها را بر یکدیگر مشخص می کند.

^۱.Multi-criteria Evaluation

فصل دوم

تعاریف و بررسی منابع

۲-۱- آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱

تصمیم، عمل انتخاب بین گزینه‌ها، فرضیات، مکانها و ... است و سیستم حمایت از تصمیم‌گیری بایستی فرایند تصمیم‌گیری را تحکیم بخشد. تصمیم‌گیری در مورد مسائل زیست‌محیطی فرایندی است که معمولاً با پیچیدگی، عدم قطعیت، اهداف مدیریتی چندگانه و گاهی متضاد و ترکیب انواع مختلف و متنوع از داده‌ها، شناخته می‌شود، در واقع علت پیچیدگی تصمیم‌گیری در مورد پروژه‌های زیست‌محیطی، فاکتورهای اجتماعی و سیاسی، اکولوژیکی و اقتصادی موثر بر تصمیم‌گیری است [۸۶].

به نقل از مندوزا و مارتینز (۲۰۰۶)، بلتون و استوارت (۲۰۰۲) آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره چنین تعریف شده است: آنالیز چندمعیاره مجموعه‌ای از روندهای قراردادی است که با استفاده از معیارهای صریحی به فرد یا گروه‌های تصمیم‌گیر، جهت تصمیم‌گیری در یک مسئله خاص کمک می‌کند. تعریف ارائه شده نشان دهنده جنبه‌های مختلف آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره است، که آن را به چارچوبی مناسب برای مدیریت منابع طبیعی تبدیل کرده است. این جنبه‌ها عبارتند از: (۱) روندهای قراردادی و عموماً کمی (۲) حضور چندین معیار یا هدف (۳) طبیعت تصمیم‌گیری که می‌تواند فردی یا گروهی باشد [۹۵].

تئوری تصمیم‌گیری چندمعیاره به عنوان یک رشته‌ی مهم تحصیلی در اوایل دهه ۱۹۷۰ مطرح گردید. از آن زمان به بعد، تعداد تئوری‌ها و مدل‌ها جهت دستیابی به تصمیم‌گیری چندمعیاره مستدل‌تر، با نرخ سریعی رشد یافتند [۷۴]. در طول دهه ۱۹۷۰ زمینه‌های علمی مختلفی در آنالیزهای چندمعیاره شکل گرفت. در ابتدا روی (۱۹۷۱)، اولین جلسات مستقل پیرامون تحقیقات چندمعیاره را در هفتمین سمپوزیوم برنامه‌نویسی ریاضیات ارائه داد. سپس زنلی و

۱. Multi Criteria Decision Analysis

کوچران (۱۹۷۲)، اولین کنفرانس بین‌المللی تصمیم‌گیری چندمعیاره را در دانشگاه کارولینای جنوبی راه‌اندازی کردند. روی (۱۹۷۵)، اولین نشست گروه کاری یورو را در مورد تصمیم‌گیری چندمعیاره ایجاد کرد. زوینتس و تریز (۱۹۷۵)، نیز یک کنفرانس بین‌المللی پیرامون آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره برگزار نمودند. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ روش‌های زیادی در زمینه تصمیم‌گیری چندمعیاره گسترش داده شدند که اکثر آن‌ها پیرامون سیستم‌های حمایت از تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره و تصمیم‌گیری‌های گروهی است [۹۴].

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل تکنیک‌هایی است که در آن مجموعه‌ای از معیارهای وابسته به یک مبحث وزن-دهی شده و سپس این معیارها به وسیله‌ی کارشناسان رتبه‌بندی می‌شوند. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره توانایی‌های زیادی جهت کاهش هزینه‌ها و زمان و بالابردن دقت در تصمیم‌گیری فضایی دارد، خصوصاً هنگامیکه این روش با سیستم اطلاعات جغرافیایی تلفیق شده و مدلی یکپارچه را تشکیل دهد، این توانایی چندبرابر می‌گردد. تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل ارزیابی و وزن‌دهی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مختلف می‌باشد.

جاذبه و کاربرد وسیع آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره در گذشته به دلیل مطلوبیت ذاتی این آنالیز بوده است. ویژگی‌های مطلوب این روش عبارتند از:

- ۱- در نظر گرفتن معیارها و اهداف چندگانه و تضاد
 - ۲- ساختاری کردن مسئله‌ی مورد بررسی
 - ۳- ایجاد مدلی به عنوان کانون بحث
 - ۴- ایجاد تصمیم‌گیری منطقی، توجیه‌پذیر و قابل شرح
- به علاوه از دیدگاه عملی، آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:
- ۱- این روش با مخلوطی از داده‌های کمی و کیفی که شامل نظرات تصمیم‌گیران نیز هست، سروکار دارد.
 - ۲- پارچوب مدلسازی آن ساده و شفاف است.
 - ۳- به راحتی می‌توان به کمک این روش مسئله‌ی تصمیم‌گیری را به صورت ساختاری درآورد و از آن در تصمیم‌گیری گروهی استفاده کرد [۹۷].
- در کل می‌توان گفت هر فرایند تصمیم‌گیری با شناخت و تعریف مسئله تصمیم‌گیری شروع می‌شود، بعد از شناسایی و تعریف مسئله لازم است معیارهای ارزیابی تعیین شوند و سپس با استفاده از نظر کارشناسی باید وزن و ارزش معیارها را تعیین کرد و با توجه به معیارها و ارزش نسبی آنها به تصمیم‌گیری پرداخت [۴۹].

۲-۲- روش‌های آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره

در طول سال‌ها، صدها روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته شده که این روش‌ها از نظر پیشینه‌ی تئوریک، نوع سوال عنوان شده و نوع نتایج بدست آمده با یکدیگر تفاوت دارند. بعضی از این روش‌ها تنها برای یک مسئله‌ی خاص ایجاد شده و برای سایر مسائل به کار نمی‌آیند. دیگر روش‌ها همگانی بوده و در زمینه‌های مختلف به کار می‌روند. هدف از کلیه‌ی این روش‌ها تصمیم‌گیری بهتر می‌باشد [۹۱]. تعدادی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ادامه شرح داده شده است.

۲-۲-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که در اصل بوسیله‌ی ساعتی توسعه یافته، یک روش وسیع تصمیم‌گیری چندمعیاره و شاید معمول‌ترین روش در بسیاری از زمینه‌ها از جمله مدیریت منابع طبیعی باشد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دارای چندین مزیت در برنامه‌ریزی‌های چندمنظوره و مشارکتی می‌باشد. در زمان استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، اطلاعات مربوط به اهداف، تجربه کارشناس و اولویت‌های معیارها می‌تواند به طور همزمان مورد توجه قرار بگیرد. همچنین معیارهای کیفی نیز می‌تواند در ارزیابی متغیرها استفاده گردد [۱۰۶].

تحلیل سلسله مراتبی بر پایه‌ی تئوری برآورد مقیاس نسبی پایه‌گذاری شده و بر همین اساس، مقایسات جفتی معیارهای کیفی می‌توانند به مقیاس نسبی تبدیل گردند. به طور مخالف، سایر روش‌های مرتبط به ارزش‌های معیار نیاز دارند تا کمی شده و به صورت مقیاس نسبی یا فاصله‌ای اندازه‌گیری شوند [۱۰۷].

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از روش مقایسه دوتایی معیارهای تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. کلیه معیارها بایستی با دیگر معیارها به صورت دوتایی مقایسه شده و نتایج آنها به فرم ماتریس نشان داده شود. در این روش کاربر از مقیاس‌های عددی برای مقایسه گزینه‌ها استفاده می‌کند، و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را می‌توان برای مقایسه دوتایی گزینه‌ها و معیارها مورد استفاده قرار داد [۸۶].

۲-۲-۲- فرآیند تحلیل شبکه (ANP)^۲

فرآیند تحلیل شبکه فرم تکامل یافته AHP است که بسیاری از موانع ایجاد شده از روش پایه‌ای AHP را پاسخ می‌دهد. به طور اساسی ANP یک تئوری کلی از اندازه‌گیری‌های مؤثر مقیاس نسبی است که پس‌خوردها و وابستگی‌های بین معیارها را بررسی می‌کند. ایده‌ی اصلی این روش این است که فرض استقلال بین معیارها که در روش AHP وجود دارد را نادیده می‌گیرد. ANP دارای یک ساختار سلسله مراتبی بوده درحالی‌که که واکنش‌های بین معیارها را در نظر گرفته، متغیرها را طبقه‌بندی کرده و یک شبکه‌ای از اثرات را بین عناصر و شاخه‌ها در ساختار مورد بحث شکل می‌دهد. ANP از محاسبات فوق ماتریس برای بررسی واکنش‌های بین شبکه معیار و متغیرهای مورد بحث استفاده می‌کند. ساعتی بیان داشت که به طور کلی ANP نسبت به AHP بیشتر تمایل دارد تا آنچه را که در جهان واقعی بوقوع می‌پیوندد، نشان دهد. اگرچه کاربری ANP بیشتر زمان‌بر و دشوار است [۱۰۷].

۲-۳-۳- مراحل ارزیابی چند معیاره

۲-۳-۱- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری:

به ملاک‌هایی که متضمن هدف و سازنده آن هستند و تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود آنها را مد نظر قرار می‌دهد، معیار گفته می‌شود. در واقع معیارها استانداردها و قوانینی هستند که سنگ محک هدف بوده

۱ . Analytic Hierarchy Process

۲ . Analytic Network Process

و برای قضاوت استفاده می‌شوند. معیارها ممکن است کمی باشند که بتوان آنها را در قالب اعداد و ارقام بیان کرد. در این صورت روش‌های ریاضی متنوعی برای آنها وجود دارد. ولی اگر معیارها کیفی باشند، دیگر به سادگی نمی‌توان از روش‌های ریاضی استفاده کرد و تحلیل آنها روش خاص خود را می‌طلبد. در این حالت‌ها اندازه‌گیری معیارهای کیفی نیاز به یک استاندارد دارد. این معیارها باید به گونه‌ای باشند که به طرز مطلوب بیانگر طبیعت چندمعیاری تصمیم باشند [۸۵].

در انتخاب معیارهای ارزیابی قاعده عمومی بر این قرار است که این معیارها را باید در ارتباط با مسئله مورد نظر تعیین کرد. تعداد معیارهای ارزیابی به خصوصیات مسئله تصمیم‌گیری بستگی دارد. معیارهای ارزیابی برای یک مسئله خاص ممکن است از طریق بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات تحلیلی و پیمایش عقاید و آرای افراد حاصل شود. با تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، لازم است که هر معیار به صورت نقشه در پایگاه داده‌های مبنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داده شود. از لایه‌هایی که معرف معیارهای ارزیابی هستند تحت عنوان نقشه‌های معیار یاد خواهند شد [۱۰].

۲-۳-۲- استانداردسازی معیارهای ارزیابی

از آنجایی که معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند، نقشه‌های معیارها با همدیگر قابل مقایسه نیستند. از همین رو در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره لازم است که نقشه‌های معیار در قالب‌های متناسب و قابل مقایسه با یکدیگر قرار گیرند. بر همین اساس قبل از آن که بتوان نقشه‌های معیار را در تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد استفاده قرار داد باید آن‌ها را به صورت استاندارد در آورد [۱۰]. از جمله روش‌های استانداردسازی:

الف-منطق بولین^۱

روش بولین دارای محدوده‌ای صریح است و ماهیت قطعی و دقیق دارد، بنابراین برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های انسانی غیر دقیق در سیستم اطلاعات جغرافیایی مناسب نیست. منطق بولین به دو صورت صحیح/ غلط و یا ۱/۰ بیان می‌شود. در منطق بولین دو نتیجه محتمل است: صفر و یک. صفر نشان‌دهنده‌ی آنست که عنصر مورد بررسی به مجموعه تعلق ندارد و یک به معنای تعلق عنصر به مجموعه است. از آنجاییکه اکثر پدیده‌های جغرافیایی در زمان و فضا تغییر می‌کنند، اعمال حدود صریح بین طبقات نامناسب است [۱۱۲].

ب-منطق فازی^۲

منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط دکتر لطفی‌زاده، استاد دانشکده علوم کامپیوتر دانشگاه کالیفرنیا در برکلی ایجاد گردید. لطفی‌زاده بیان کرد که به جای در نظر گرفتن تئوری فازی به عنوان یک تئوری منفرد، ما باید فرآیند فازی کردن را به عنوان یک روش جهت تبدیل هر تئوری از فرم گسسته به فرم پیوسته در نظر داشته باشیم. منظور لطفی‌زاده از فازی کردن، کلاس‌هایی است که هیچ نوع انتقال شدیدی در آن‌ها از عضویت تا عدم عضویت وجود ندارد [۹۸].

۱ . Boolean Logic

۲ . Fuzzy Logic

تئوری فازی به اعضای یک مجموعه اجازه می‌دهد که درجات مختلفی از عضویت را بپذیرند. صفر نشان‌دهنده‌ی عدم عضویت و یک نشان‌دهنده‌ی عضویت کامل یا ۱۰۰ درصد است. این نوع درجه‌بندی در منطق فازی با ابهامات و عدم قطعیت‌های موجود در اکثر مسائل مربوط به دنیای واقعی هماهنگ است [۶۱]. منطق فازی بر خلاف منطق بولین، امکان بررسی درجه‌ای از صحت را مابین صفر و یک می‌دهد. زمانی که منطق فازی در مورد یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد، نتایج می‌تواند خوب، بد و یا اندکی خوب یا بد باشند [۱۱۹].

اگر تمام پارامترهای مسأله به صورت مجموعه‌های فازی با مقادیر عضویت صحیح تعریف شوند، می‌توان برای تلفیق پارامترها از عملگرهای فازی استفاده نمود. نوع عملگر مورد استفاده بستگی به نحوه‌ی تأثیرپذیری فاکتورهای مختلف از یکدیگر و یا اثر نهایی عملگر روی مجموعه‌ی پارامترها دارد.

اثر برخی عملگرهای فازی افزایشی و برخی کاهش‌ی است، یعنی درجه عضویت نهایی هر پیکسل را بسیار کاهش یا افزایش می‌دهند. عملگرهای فازی شامل اشتراک فازی^۱، اجتماع فازی^۲، ضرب فازی^۳، جمع فازی^۴ و گامای فازی^۵ می‌باشد [۴۰].

در ارزیابی‌های چندمعیاره معمولاً از مجموعه‌های فازی برای استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود. نوع تابع مورد استفاده وابسته به روابط بین معیارها و مجموعه تصمیم‌گیری و نیز اطلاعات موجود می‌باشد. در اکثر موارد، توابع خطی یا S شکل کافی هستند [۶۹].

۲-۳-۳- وزن‌دهی معیار

معیارهای مورد استفاده در فرایند ارزیابی دارای اهمیت یکسانی نیستند و دارای تأثیر وزن‌های مختلفی می‌باشند. لذا در فرآیند ارزیابی بایستی اهمیت نسبی هر کدام از معیارها مشخص گردد. بر اساس آن ضرائب ویژه‌ای به عنوان وزن در تجزیه و تحلیل اطلاعات اعمال می‌شود [۷]. روش‌های مختلفی برای وزن‌دهی به معیارها وجود دارد که در ادامه به معرفی آن‌ها پرداخته می‌شود.

الف- روش رتبه‌بندی^۶:

رتبه‌سازی وزن‌ها در یک نظم ترتیبی ساده‌ترین روش تعیین اهمیت آن‌ها می‌باشد. در این روش، رتبه‌بندی هر معیار موردنظر بر حسب اولویت تصمیم‌گیران صورت می‌پذیرد. در این راستا هم از رتبه‌بندی مستقیم (که در آن نمره یک معرف بیشترین اهمیت، نمره ۲ بیانگر اهمیت درجه ۲ و... است) و هم از رتبه‌بندی معکوس (که در آن کمترین اهمیت با نمره ۱، اهمیت ماقبل آخر با نمره ۲ و... مشخص می‌شود) می‌توان استفاده کرد.

۱ . Fuzzy AND

۲ . Fuzzy OR

۳ . Fuzzy Algebraic Product

۴ . Fuzzy Algebraic Sum.

۵ . Fuzzy Operation Gamma

۶ . Ranking

ب-روش درجه‌بندی:

استفاده از روش‌های درجه‌بندی (نسبت‌دهی) مستلزم آن است که تصمیم‌گیر به برآورد وزن‌ها بر پایه یک مقیاس از پیش تعیین شده بپردازد (به عنوان مثال از مقیاسی که دامنه آن از صفر تا صد قرار دارد استفاده کند). رویکرد مبتنی بر تخصیص امتیاز^۱ یکی از ساده‌ترین روش‌های درجه‌بندی است. این روش مستلزم آن است که تصمیم‌گیر به تخصیص ۱۰۰ امتیاز در میان معیارهای موردنظر بپردازد. این روش بر پایه امتیازات منظور شده‌ای است که دامنه آن از صفر تا صد متغیر است و در آن نمره صفر بیانگر آن است که می‌توان از معیار موردنظر صرف‌نظر کرد در حالی که نمره ۱۰۰ بیانگر آن است که در یک وضعیت تصمیم‌گیری فقط لازم است که یک معیار مورد توجه قرار گیرد. هرچه یک معیار امتیاز بیشتری دریافت کند، اهمیت نسبی آن معیار نیز بیشتر خواهد بود.

ج-روش مبتنی بر تحلیل موازنه‌ای - جایگشتی:

در این روش از برآوردهای مربوط به روابط موازنه‌ای - جایگشتی که تصمیم‌گیران مایل به طرح آن‌ها در بین دوه - دوی گزینه‌ها هستند استفاده می‌شود. روابط موازنه‌ای - جایگشتی معرف یک مجموعه منحصر به فرد از وزن‌هایی‌اند که این امکان را که تمام گزینه‌های با ارجحیت برابر در روابط موازنه‌ای - جایگشتی از ارزش یا مطلوبیت کمی یکسانی برخوردار باشند، میسر می‌کنند. در این رویکرد لازم است که تصمیم‌گیر در یک زمان به مقایسه دو گزینه (که A و B گفته می‌شود) در ارتباط با دو معیار بپردازد و گزینه‌های ارجح را تعیین کند. تصمیم‌گیر باید به طور مشخص تعیین کند که ارجحیت را به گزینه A می‌دهد یا گزینه B یا این که نسبت به این دو معیار بی تفاوت است. اگر تعداد زیادی از این گونه قضاوت‌ها مطرح شود می‌توان استنباط کرد که تصمیم‌گیر باید به چه میزان وزن نسبت به معیارهای مختلف در نظر داشته باشد. پیش فرض حساسی که در این روش مطرح است این است که آن دسته از روابط موازنه‌ای - جایگشتی که تصمیم‌گیران مایل به طرح آن‌ها در میان دو معیارند، مستقل از سطوح دیگر معیارها هستند [۴۹].

د-روش مبتنی بر مقایسه دو به دو:

این روش توسط ساعتی در سال ۱۹۸۰ در متن یک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۲ ارائه شد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک روش ریاضی جهت تعیین اهمیت و تقدم معیارها در فرآیند تحلیل و ارزیابی است. روش مذکور شامل مراحل زیر است:

۱- تعریف و سازمان‌دهی معیارها در یک سلسله مراتب (تشکیل ماتریس معیارها): این ساختار نمایش گرافیکی از مسئله است که در ابتدایی‌ترین سطح آن، هدف تصمیم‌گیری است. سطوح میانی معیارهای مؤثر بر تصمیم‌گیری و سطح آخر گزینه‌های تصمیم‌گیری هستند. تعداد سطوح بستگی به پیچیدگی مسئله و درجه جزئیات دارد [۵۰].

۱- Point allocation approach

۲- Analytic Hierarchy Process

۲- ارزیابی و مقایسه دو به دو از اهمیت نسبی عناصر در هر سطح سلسله مراتبی: پس از تحلیل و ایجاد ساختار سلسله مراتبی، ماتریس مقایسه زوجی عناصر یا معیارها تشکیل می‌گردد. درایه‌های این ماتریس با استفاده از پرسش‌نامه و نظر متخصصان تکمیل می‌شود. به منظور ترکیب نظرات کارشناسان مختلف، جواب‌ها با استفاده از میانگین هندسی به یک جواب تبدیل می‌شود. دامنه اهمیت نسبی برای مقایسه دوتایی معیارها، همان‌طور که در جدول ۱-۲ آمده است بین اعداد ۱ تا ۹ می‌باشد [۹۶].

جدول ۱-۲- حالات مختلف برای مقایسه زوجی و مقادیر عددی آن

شدت اهمیت	اهمیت
۱	اهمیت برابر
۲	اهمیت برابر تا متوسط
۳	اهمیت متوسط
۴	اهمیت متوسط تا اهمیت قوی
۵	اهمیت قوی
۶	اهمیت قوی تا اهمیت خیلی قوی
۷	اهمیت خیلی قوی
۸	اهمیت خیلی قوی تا اهمیت فوق‌العاده قوی
۹	اهمیت فوق‌العاده قوی

۳- نرمال سازی و تعیین الویت‌ها:

برای به دست آوردن الویت‌ها از مفهوم نرمال سازی و میانگین موزون استفاده می‌شود. یعنی گزینه‌های مختلف را بر اساس نتایج به دست آمده از نظر هر معیار با یکدیگر مقایسه نموده و آن‌ها را توسط میانگین وزنی نرمال نموده، سپس اطلاعات به دست آمده از این طریق را در ماتریسی که سطر و ستون آن را گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهند مرتب کرده و با استفاده از مفهوم میانگین وزنی، وزن‌های به دست آمده برای هر کدام از معیارها را در ماتریس‌های ستونی نرمال شده قبلی، ضرب کرده، نتایج حاصله را به صورت سطری با هم جمع و در نهایت این جمع با بقیه گزینه‌ها مقایسه شده، الویت هر گزینه مشخص می‌گردد [۷]. برای محاسبه وزن نسبی معیارها، ابتدا همه ارزش‌های هر ستون ماتریس جمع می‌شوند. سپس هر عدد ستون به جمع کل هر ستون تقسیم شده و در نهایت میانگین ردیف‌ها محاسبه می‌شود که این عدد همان وزن معیار می‌باشد.

۴- تخمین نرخ سازگاری (CR):^۱ برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری استفاده می‌شود که بر مبنای رویکرد ویژه تئوری گراف محاسبه می‌شود [۴۶]. نرخ سازگاری مکانیسمی است که بیان می‌دارد تا چه اندازه می‌توان به وزن‌های به دست آمده اعتماد کرد. به عبارت دیگر همواره در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه نمود و نسبت به خوب یا بد بودن و یا قابل قبول بودن و مردود بودن تصمیم قضاوت کرد. اگر در قضاوت‌ها معیار a مهمتر از معیار b و معیار b مهمتر از معیار c نشان داده شود، بایستی قضاوت

۱. Consistency Rate