

ارزیابی پایداری زیست محیطی در نواحی شهری با استفاده از فن تصمیم‌گیری چند معیاره تخصیص خطی (مطالعه موردی: شهر بندرترکمن)

سید رضا حسین‌زاده* - دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، گروه جغرافیا، مشهد، ایران
رضا خسروی بیگی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
مصطفی ایستگلدی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
رضا شمس‌الدینی - کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

پذیرش نهایی: ۹۰/۹/۲۵

دریافت مقاله: ۹۰/۲/۲۷

چکیده

ارزیابی پایداری زیست محیطی، به عنوان یکی از مهمترین ابزار در فرآیند برنامه‌ریزی توسعه پایدار بوده و لذا توجه به آن در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به تغییرات همه‌جانبه و سریعی که در شهرهای ایران از چند دهه گذشته شروع و در حال انجام است، ارزیابی پایداری زیست محیطی شهرها برای دستیابی به یک برنامه‌ریزی شهری مناسب و در عین حال همگام با متغیرهای محیط طبیعی ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل هدف این مقاله روشی مناسب و جامع برای انتخاب شاخص‌ها و سنجش و ارزیابی میزان پایداری زیست محیطی در شهرهاست و شهر بندرترکمن بعنوان نمونه مطالعاتی انتخاب شده است. در ابتدای مقاله به بیان ادبیات موضوع در زمینه ارزیابی پایداری زیست محیطی پرداخته شده و سپس روش تصمیم‌گیری چند معیاره تخصیص خطی در نواحی پنجگانه شهری بندرترکمن آزمون، معرفی و تحلیل گردیده است. از آنجایی که هدف اصلی تحقیق ارزیابی و اولویت‌بندی پایداری زیست محیطی در نواحی شهری می‌باشد، نتایج بدست آمده از گام‌های مختلف مدل تخصیص خطی در قالب برنامه‌ریزی صفر و یک نشان می‌دهد که از بین نواحی پنجگانه بندر ترکمن، ناحیه ۵ در اولویت نخست و نواحی ۱، ۴، ۳ و ۲ در اولویت‌های بعدی از نظر پایداری زیست محیطی قرار گرفتند. با این تفاسیر آگاهی از وضعیت پایداری زیست محیطی نواحی مختلف شهری و شناخت وضع موجود می‌تواند نقش مهمی در ارتقای مدیریت و برنامه‌ریزی و تخصیص بهینه منابع جهت بهبود رفاه ساکنین و حل مشکلات آنها داشته باشد.

واژگان کلیدی: پایداری زیست محیطی، ارزیابی، تصمیم‌گیری چند معیاره، تخصیص خطی، بندر ترکمن

۱. مقدمه

موضوع پایداری زیست محیطی طی سه دهه پایانی قرن بیستم به طور ویژه‌ای مورد توجه بسیاری از افراد بخصوص محققین و دولت‌ها بوده و از آنجایی که شهرها امروزه بعنوان مهمترین عوامل مؤثر بر پایداری زیست محیطی به شمار می‌روند تقاضا برای توسعه پایداری شهری و شهرهای پایدار مهمترین چالش فراوری بشریت در قرن بیستم و یکم است. به عبارت دیگر امروزه به طور فزاینده‌ای فرصت‌ها و چالش‌های اصلی جهان در شهرها متجلی گردیده و رشد شتابان شهرنشینی در چند دهه گذشته و گسترش فعالیت‌های صنعتی، زیرساخت‌های شهری را کاهش و در مقابل ضایعات زیست محیطی را به شدت افزایش داده است. شهرهایی که به سرعت رشد کرده به دلیل تخریب محیط طبیعی در حال حاضر خود با بحران‌های زیست محیطی متعددی مواجه شده‌اند و کلان شهرهای ایران نمونه‌های بارز آن هستند (حسین‌زاده، ۲۰۰۴). از آنجا که هرگونه فعالیتی برای ارتقای کیفیت زندگی و توسعه انسانی در محیط زیست تحقق می‌یابد، لذا وضعیت محیط زیست و منابع آن از نظر پایداری یا ناپایداری بر فرآیند توسعه تأثیرگذار خواهد بود. بر این اساس، هر بحثی درباره توسعه بدون توجه به مفهوم پایداری زیست محیطی، ناتمام تلقی می‌شود. با این اوصاف اگر توسعه پایدار هدف نهایی ما به شمار رود و پایداری زیست محیطی شرط لازم برای تحقق توسعه پایدار باشد، در این صورت ما نیازمند ابزار و روش‌هایی هستیم تا به کمک آنها بتوانیم حرکت به سوی پایداری زیست محیطی را اندازه بگیریم (بریمانی، ۱۳۸۹: ۱۲۷). برای نیل به این مقصود، ارزیابی پایداری زیست محیطی در وضع موجود، به عنوان مهمترین ابزار در فرآیند برنامه‌ریزی توسعه پایدار قابل طرح و بررسی است. این ارزیابی، نوعی ارزیابی بوم شناختی است که در سطوح مختلف به طور متوالی انجام می‌شود و به دنبال ارائه چارچوبی است که در آن ارزیابی اثرات برنامه‌ها، راهبردها و سیاست‌ها بر محیط زیست به صورت جامع مورد ارزیابی، سنجش و تحلیل قرار گرفته و در نهایت راهکارهایی را برای کاهش فشار بر محیط زیست ارائه دهد (سنگاچین، ۱۳۸۷: ۱۶). لذا فراهم سازی بستری مناسب جهت ارزیابی و سنجش پایداری زیست محیطی در فرآیند برنامه‌ریزی و توسعه به ویژه توسعه شهری لازم و ضروری می‌باشد. در واقع بدون وجود چنین بستری، بحث توسعه پایدار به ویژه در شهرها، بحثی بی‌مورد و بیهوده خواهد بود. در این مقاله ضمن مروری کوتاه بر ادبیات پایداری زیست محیطی و سنجش و ارزیابی آن، به ارائه چارچوب و روشی مناسب و جامع جهت انتخاب شاخص‌ها و سنجش و ارزیابی میزان پایداری زیست محیطی در نواحی مختلف شهر بندر ترکمن پرداخته می‌شود. در واقع تحقیق حاضر در صدد دستیابی به این سؤال می‌باشد: میزان پایداری زیست محیطی در نواحی شهری بندر ترکمن چگونه است؟ این مقاله یافته‌های خود را با استفاده از روش‌های تحلیل چند معیاره و در قالب مدل تخصیص خطی جهت ارزیابی و سنجش میزان پایداری زیست محیطی در نواحی مختلف شهر بندر ترکمن ارائه می‌دهد.

۲. مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱. ارزیابی پایداری زیست محیطی و روش‌های آن

ارزیابی میزان پایداری منعکس کننده اندازه‌گیری و سنجش و به طور فزاینده به عنوان مهمترین ابزار جهت تغییر شرایط در راستای توسعه پایدار می‌باشد. در واقع ارزیابی پایداری ابزاری است که تصمیم گیران و سیاست گذاران را قادر می‌سازد تا اقدامات مناسب برای پایداری هر چه بیشتر جامعه را انجام دهند. هدف از ارزیابی پایداری آن است که از سهم بهینه طرح و فعالیت‌ها در توسعه پایدار اطمینان حاصل شود (Pope & Annandale, 2004:596). در این بین ارزیابی تأثیرات زیست محیطی روشی است که هدف آن حصول اطمینان از تصمیماتی است که ممکن است تأثیر قابل توجهی در محیط زیست داشته باشد. در واقع ارزیابی تأثیرات زیست محیطی اندازه‌گیری جنبه‌های مختلف محیط زیست در ارتباط با نحوه تصمیمات و سیاستگذاری‌ها می‌باشد (Tukker, 2000:440).

ارزیابی پایداری زیست محیطی نشانگر اقدامات مادی و غیر مادی است که اطلاعاتی کلیدی در مورد تأثیرات محیط زیست، رعایت مقررات، روابط ذی‌نفعان و سیستم‌های سازمانی فراهم می‌آورد و نشانگر تعاریفی از اثربخشی و بهره‌وری اقدامات انجام گرفته در محیط زیست می‌باشند (Henri & Journeault, 2008:166). این نوع ارزیابی آثار مثبت و منفی طرح بر محیط را مورد تأکید قرار می‌دهد و شیوه‌ای است که متخصصان برای توصیف و تحلیل آثار عمده فعالیت‌های محیطی به کار می‌گیرند تا از طریق شناخت عوامل مؤثر در اثرگذاری محیطی به ویژه آثار منفی را به حداقل برسانند. موضوع مورد تأکید در این زمینه ظرفیت نگهداشت منطقه‌ای برای جامعه انسانی است که به صورت حداکثر میزان مصرف منابع و خروج و تصفیه پسماندی به طور مشخص در یک منطقه، برنامه‌ریزی معین بدون لطمه زدن، آسیب‌رساندن تصاعدی بر یکپارچگی، وحدت اکولوژیکی و بهره‌وری زیستی، پایدار می‌ماند (بدری و افتخاری، ۱۳۸۲: ۱۹).

ارزیابی پایداری زیست محیطی شامل ارزیابی تأثیرات مستقیم از پروژه در محیط زیست با توجه به جایگزین‌ها و تلاش برای کاهش اثرات زیانبار زیست محیطی می‌باشد (Sutcliffe, et al, 2009: 6).

ارزیابی پایداری به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر مجموعه‌ای از ابزارهای ارزیابی می‌باشد (Ness, et al, 2007:499). این ابزارها در قالب چارچوب‌های ارزیابی توسعه پایدار قابل استفاده می‌باشند. چارچوب‌های ارزیابی در انتخاب ابزارهای مناسب و کارآمد و سهولت استفاده از آنها مؤثر و مفید می‌باشند. چارچوب‌های ارزیابی از یک سو جهت بررسی جنبه‌های مختلف سیاستگذاری در راستای کنترل تغییرات پایداری و از سوی دیگر

برای ارائه راهنمایی جهت اجرای ارزیابی جامع و یکپارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند. براساس مطالعات صورت گرفته به طور کلی چهار دسته از چارچوب‌های ارزیابی قابل ملاحظه می‌باشند: ارزیابی آثار زیست محیطی (EIA)^۱، ارزیابی راهبردی محیط زیست (SEA)^۲، ارزیابی تأثیر (IA)^۳ و ارزیابی یکپارچه پایداری (ISA)^۴.

۲-۲. چارچوب انتخاب شاخص‌ها

شاخص‌ها به عنوان واژه‌های دارای مفهوم ضمنی، وسیله‌ای هستند که ارزیابی پیشرفت‌های آینده را فراهم می‌آورند و از طرفی دیگر، مقصد و هدف را بیان می‌کنند (Patrick, 2002: 5). شاخص‌ها معمولاً ارزیابی عددی هستند که اطلاعات کلیدی در مورد سیستم‌های طبیعی، اجتماعی و اقتصادی را ارائه می‌دهند. آنها فراتر از داده‌های ساده می‌روند تا روندها یا روابط علت و معلولی را نشان دهند. شاخص‌ها دارای سه هدف کلیدی به شرح زیر می‌باشند:

۱. بالا بردن سطح آگاهی و درک
 ۲. اطلاع رسانی جهت تصمیم‌گیری
 ۳. اندازه‌گیری پیشرفت به سوی اهداف تعیین شده
- شاخص‌ها به طور فزاینده به عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری پیشرفت به سوی توسعه پایدار در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای، محلی و سازمان می‌باشند (2001:68). هدف شاخص‌ها ارائه یک ابزار برای راهنمایی سیاست‌های پایداری، از جمله نظارت بر ارزیابی و نتایج آنها و ارتباط با عموم مردم می‌باشد. شاخص‌ها باید داده‌هایی را جهت حصول اطمینان از سیاست‌های زیست محیطی و اقتصادی در آینده ارائه دهند (Nader, et al, 2008:77).
- تحقق ارزیابی پایداری به ویژه ارزیابی پایداری زیست محیطی به وسیله مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌ها میسر خواهد بود. بر این اساس شاخص‌های زیست محیطی به عنوان عناصر عملیاتی و نماینده پدیده‌های سازمانی جهت ارزیابی و سنجش پایداری می‌باشند (Henri & Journeault, 2008:166). شاخص‌های زیست محیطی باید به گونه‌ای انتخاب شوند که دارای شرایط زیر باشند:

- منعکس کننده وضعیت منابع زیست محیطی در جهت درک پویایی سیستم‌های زیست محیطی بوده و ارتباط بین مؤلفه‌های مختلف محیط زیست را مشخص نمایند.

1. Environmental Impact Assessment
2. Strategic Environmental Assessment
3. Impact Assessment
4. Integrated Sustainability Assessment

- تسهیل تجزیه و تحلیل ارزیابی و سنجش بین اهداف (توسعه و حفاظت از محیط زیست) را تسهیل نمایند.
- به تدوین سیاست‌های تصمیم‌گیری و تخصیص منابع کمک نمایند (2008:520, Perotto, et al). رهیافت‌های مختلفی جهت انتخاب شاخص‌های توسعه پایدار ایجاد شده‌اند که این مفاهیم تحت تأثیر چارچوب‌هایی هستند که در آنها شاخص‌هایی سازمان یافته‌اند. چارچوب‌های مفهومی برای شاخص‌های توسعه پایدار فراهم‌کننده دقت و وضوح اندازه‌گیری، دستیابی به اهداف مورد انتظار ارزیابی و تعریف و انتخاب نوع شاخص مورد نیاز می‌باشد (Ayres, et al, 2010:10). بنابراین انتخاب چارچوب مفهومی انتخاب شاخص‌ها گامی اساسی در ارزیابی پایداری زیست محیطی می‌باشد (Tukker, 2000:440). چارچوب‌های مختلفی در حال حاضر در حوزه‌های مختلف توسعه پایدار و در قالب‌های مختلف با توجه به هدف ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به کار اخیر OECD^۱ چارچوب‌های اندازه‌گیری توسعه پایدار باید بیانگر:
- ادغام و یکپارچگی ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی توسعه پایدار
- چارچوب مفهومی
- اطلاعات کلیدی مورد نیاز برای ارزیابی و سنجش توسعه پایدار از طریق انتخاب شاخص‌ها
- ارتباط روشن و دقیق بین شاخص‌های مختلف و بین شاخص‌ها و سیاست‌ها باشند (Kee & Haan, 2007:2). با توجه به مباحث صورت گرفته نمونه‌ای از چارچوب‌هایی که در سال‌های اخیر جهت انتخاب شاخص‌های ارزیابی پایداری زیست محیطی تدوین شده است به شرح جدول (۱) می‌باشد:

پروژه‌های علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. چارچوب‌های مفهومی ارائه شده از شاخص‌های زیست محیطی

نویسنده/ سال	نام چارچوب: طبقه بندی شاخص	هدف اولیه/ هدف سیستم
Friend and Rapport (1979)	فشار، فشار، واکنش	آمارهای محیطی؛ اندازه گیری منابع محیطی
UN (1984)	FDES: چارچوبی برای توسعه آمارهای محیطی؛ آمار موضوع	آمارهای محیطی؛ اندازه گیری منابع محیطی
Hamilton (1991)	PEP، فرایند اقتصادی جمعیت؛ ذخیره، فرآیند، عکس‌العمل	آمار محیطی/ محیطی، اجتماعی و اقتصادی
OECD (1993)	PSR: فشار، وضعیت، واکنش	مروری بر عملکرد محیطی کشورها / محیطی
Barber (1994)	EMAP: چارچوب شاخص: شرایط، فشار	تخمین شرایط منابع اکولوژیکی ملتها / محیطی
Bartelmus (1994)	FISD، چارچوبی برای شاخص‌های توسعه پایدار: آمار موضوع	آمار توسعه پایدار/ محیطی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی
RIVM (1994, 1995)	DPSIR: مدل نیرو فشار وضع موجود تأثیر واکنش	ارزیابی محیطی/ محیطی شامل: سلامتی اکوسیستم‌ها و مواد
USEPA (1995)	PSR/E: فشار، وضعیت، واکنش/ تأثیر	تولید نظام اطلاعاتی جامع از محیط/ محیط شامل سلامتی انسان و رفاه
UN (1996, 2001)	DSR: فاکتور، وضعیت، واکنش	ایجاد شاخص توسعه پایدار برای تصمیم‌گیران در سطح ملی/ محیطی/ محیطی، اجتماعی و اقتصادی
Dixon et al (1996); Segnestam (1999)	چارچوب شاخص: ورودی، خروجی، نتیجه تأثیر	سنجش و ارزیابی پروژه‌های بانک جهانی در ارتباط با موضوعات محیطی/ پروژه
Azzone and Noci (1996)	چارچوب جامع شاخص‌های عملکردی: وضعیت، خط مشی، EMS، تعادل زیست بوم	ارزیابی عملکرد محیطی شرکت‌ها/ سازمان، شرکت
Rotmans and Vries (1997)	PSIR: فشار، وضعیت، تأثیر، واکنش	ارزیابی پایداری/ محیطی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی
وزارت محیط‌فدرال (۱۹۹۷)	شاخص‌های ترکیبی محیطی: عملکرد محیطی، مدیریت محیطی، شرایط محیطی	ارزیابی عملکرد محیطی شرکت‌ها/ سازمان، شرکت
کارگروه تدوین شاخص‌های توسعه پایدار ایالات متحده (۱۹۹۸)	چارچوب SDI: بدهی‌های بلند مدت، فرآیندها، نتایج فعلی	توسعه مجموعه تجربی شاخص‌های پایداری به عنوان جستجو برای مولفه‌های کلیدی اقتصاد، محیط و رفاه ایالات متحده/ محیطی، اجتماعی، اقتصادی
Meadows (1998)	چارچوبی برای شاخص‌های توسعه پایدار: سرمایه طبیعی، سرمایه ساخته شده و سرمایه انسانی، سرمایه انسانی و سرمایه اجتماعی، رفاه	ارزیابی توسعه پایدار/ محیطی، اجتماعی، اقتصادی
Personne (1998)	تفسیر PER: فشار، وضعیت، واکنش	تفسیر ارزیابی عملکرد محیطی/ سازمان، تفسیر
ISO (1999)	ISO 14031: شاخص‌های عملکرد محیطی، شاخص‌های شرایط محیطی	ارزیابی عملکرد محیطی سازمانی/ سازمان خصوصی باغومی در هر اندازه و نوع
سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۱۹۹۹)	شاخص‌های سلسله مراتبی	ارزیابی محیطی/ محیطی شامل: سلامتی انسان و اکوسیستم
USEPA (1999)	چارچوب شاخص تأثیرات محیطی حمل و نقل: فعالیت، نتیجه،	شناسایی تأثیرات محیطی حمل و نقل/ بخش حمل و نقل
EEA (2000)	شاخص‌های یکپارچه بخش محیط: عملکرد اجتماعی اقتصادی بخش محیط، عملکرد بخش بوم بهره وری اجرای بخش کنترل ارزیابی یکپارچه و تأثیرات رهیافت	به منظور ارائه یک سیستم منسجم از شاخص‌های یکپارچه و تضمین هماهنگی بین شاخص‌ها/ بخش، رهیافت بخشی
Hyman and Leibowitz (2001)	JSEM: مدل تعادل ساختار قضاوت پایه	ارزیابی محیطی/ محیطی
FSU/USEPA (2001)	مدل CAPRM: اداری- محیطی	ارزیابی محیطی/ محیطی
Hertin et al, (2001)	تفسیر شاخص‌های رهیافت یکپارچه: عنوان، یکپارچگی، فرآیند	کنترل توسعه پایدار و ادغام محیطی در درون رهیافت تفسیری/ بخش تفسیر، صنعت
Berkhout et al, (2001)	چارچوب شاخص MEPI: فیزیکی، بوم بهره وری، تأثیر	ارزیابی عملکرد محیطی صنایع/ بخش صنعت
Marsanich (nd)	شاخص‌های محیطی FEEM EMAS: مدیریت محیطی، مطلق محیطی، عملکرد محیطی، تأثیر ظرفیت، تأثیر محیط	برقراری ارتباط بین عملکردهای زیست محیطی شرکت‌ها و بیابانه محیط زیست EMAS/ سازمان

منبع: Ramos, et al , 2004:53-54

بنابر این چارچوب‌هایی که در بالا از آنها بحث شد می‌تواند از جهات مختلف برای سازمان‌هایی که ارزیابی پایداری را در مأموریت خود در نظر گرفته‌اند، مفید واقع شود و زمینه را برای توسعه شاخص‌ها و پیشبرد اهداف در راستای ارزیابی پایداری فراهم کند (Mihyeon Jeon, et al, 2005:40). براساس مطالعات صورت گرفته در چارچوب موجود گزیده‌ای از شاخص‌هایی که متناسب با منطقه مورد مطالعه بود انتخاب شد. شاخص‌های پایداری زیست محیطی در تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۲. شاخص‌های پایداری زیست محیطی

سیستم	ابعاد اصلی	مؤلفه	معیار	شاخص	
پایداری زیست محیطی	منابع و خدمات محیط	منابع زمینی	زمین	تغییر کاربری اراضی	
				اراضی آلوده‌شده ناشی از مواد زائد	
				میزان مواد زائد تولیدشده (روزانه/تن)	
		خدمات محیط	کیفیت هوا	منابع آب	رضایت از کیفیت آب آشامیدنی
					تخلیه زائدات انسانی و صنعتی به آبهای آزاد و سطحی
					پیشگیری از آلودگی آب
					غلظت آلاینده‌ها در هوا
	خدمات محیط	کیفیت منظر	اکوسیستم‌های حساس	مناظر دارای ارزش طبیعی	
				اعتبارات هزینه‌شده برای حفاظت از مناظر با ارزش	
				تخریب مناظر زیبا (با تغییر کاربری‌ها)	
				مناظر دارای قابلیت گردشگری	
				تراکم جمعیت در مناطق ساحلی	
				پایبندی به مراقبت از محیط سکونتگاهی	
				تغییرات کاربری اراضی در مناطق ساحلی	
سلامت محیط	بهداشت محیط	مخاطرات طبیعی	میزان تخلیه فاضلاب و مواد زائد به مناطق ساحلی		
			اعتبارات هزینه شده برای پاکسازی سواحل		
			مدیریت مناطق ساحلی		
انرژی	منابع انرژی	مصرف انرژی	رضایت از دفع زباله		
			رضایت از دفع فاضلاب		
			مقاومت مسکن و ابنیه در برابر زلزله		
			برنامه‌های پیشگیرانه از سیلاب		
			میزان مصرف انرژی‌های حامل (برق)		
			میزان مصرف انرژی‌های حامل (آب)		
			میزان مصرف انرژی‌های حامل (گاز)		
			میزان مصرف انرژی‌های حامل (سوخت بنزین)		
			هزینه‌های مصرف انرژی‌های حامل		

۳. روش شناسی تحقیق

همان طور که در مقدمه مقاله نیز ذکر شد هدف از تدوین این مقاله شناسایی مؤلفه و شاخص‌های اصلی پایداری زیست محیطی در قالب چارچوب جامع و نظامند و بعد بکارگیری ابزاری جامع و یکپارچه جهت ارزیابی و سنجش پایداری در نواحی شهری مورد مطالعه بود. از این رو تنها ابزاری که می‌تواند این اهداف را تحقق بخشد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در قالب چارچوب اندازه‌گیری ارزیابی یکپارچه پایداری می‌باشد. ارزیابی یکپارچه^۱ فرآیندی است میان رشته‌ای که بین دانش و عمل در سیاست عمومی و زمینه‌های سیاست‌گذاری ارتباط ایجاد می‌کند و در راستای شناسایی، تجزیه و تحلیل و ارزیابی فرآیندهای طبیعی و انسانی و تأثیرات متقابل بین آنها عمل کرده و در نتیجه اجرا و پیاده‌سازی استراتژی‌ها و سیاست‌ها را در ارتباط با آنها تسهیل می‌کند.

در واقع ارزیابی یکپارچه علمی است فرانظمی که اطلاعات مربوط به قلمروهای دارای مشکل را شناسایی و آن را برای یادگیری اجتماعی و فرآیندهای تصمیم‌گیری در اختیار سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار می‌دهد (deRidder, 2006:21). ارزیابی پایداری یکپارچه^۲ فرآیندی است چرخشی که شامل: مشارکت میدانی، تجسم، تجربه، یادگیری و تفسیر مشترک از پایداری در زمینه خاص می‌باشد و با رویکردی یکپارچه در جهت شناسایی راه حل برای مشکلات ناپایداری توسعه است. برای حل پیچیدگی توسعه پایدار، ارزیابی پایداری یکپارچه مفاهیم با مقیاس و دامنه وسیع را بکار می‌گیرد، از جمله سرمایه، جریان و عوامل، با در نظر گرفتن افق‌های زمانی مختلف که ممکن است در یک نسل ادامه یافته باشد. بنابراین ارزیابی پایداری یکپارچه دارای یک بعد شناختی، یک بعد فرآیندی و یک بعد تحلیلی می‌باشد. این ویژگی تجزیه و تحلیل سیستم‌های یکپارچه و یک فرآیند مشارکتی شامل مجموعه‌ای از ذی‌نفعان مربوطه و کاربران را به همراه دارد (Jordan, 2008:24-25). به طور خلاصه ارزیابی پایداری یکپارچه می‌خواهد این اصول الزامی شود:

- برای توسعه یک درک کل‌نگر و یکپارچه جهت شرح فرآیندها فراهم سازد،
- شکل‌دهی یکپارچه به ارزیابی پایداری در میان روش‌های متنوع ارزیابی،
- ترکیب گزینه‌های جایگزین متعدد در چارچوب یک راهبرد واحد و منسجم با یکدیگر،
- یکپارچه‌سازی فرآیند ارزیابی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی (Brinsmead, 2005:17).

1. Integrated Assessment

2. Integrated Sustainability Assessment

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ که به اختصار MCDM نیز گفته می‌شود، به عنوان محور اصلی زیر مجموعه ارزیابی پایداری یکپارچه، رویکردی رسمی برای ایجاد اطلاعات و ارزیابی تصمیم‌گیری در مسائل متعدد و اهداف متناقض به شمار می‌رود. MCDM می‌تواند به کاربران در درک نتایج ارزیابی یکپارچه از جمله ارزیابی اهداف سیاست‌گذاری و استفاده از این نتایج در یک نظام و روش‌های اتخاذ سیاست‌های پیشنهادی در راستای توسعه پایدار کمک کند (Bell, et al, 2003:209). در واقع روش تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند ارزیابی یکپارچه از پروژه‌ها، جایگزین‌ها یا گزینه‌ها برای رتبه‌بندی یا انتخاب، تعیین اولویت در میان مجموعه‌ای از پروژه‌ها و گزینه‌های بهم پیوسته می‌باشد. روش تصمیم‌گیری چند معیاره رویکرد ساختاری برای تعیین اولویت در میان گزینه‌های کلی می‌باشد.

دلیل استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره در ارزیابی یکپارچه پایداری این است که تجزیه و تحلیل اطلاعات ذهنی و عینی را در یک چارچوب منحصر به فرد فراهم می‌سازد (Panthi & Bhattarai, 2005:17). با توجه به مطالب فوق چنین به نظر می‌رسد که، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ابزاری مناسب جهت رتبه‌بندی یا انتخاب یک یا چند جایگزین در مجموعه‌ای از شاخص‌های موجود با توجه به ویژگی چند بعدی و اغلب معیارهای متناقض آنها باشد (Prato & Herath, 2007:628). در حوزه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مجموعه بزرگی از ابزارها جهت کمک به برنامه‌ریزان و سیاستگذاران جهت حل مشکلات تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن نقطه نظرهای اغلب متناقض وجود دارد (Mota, et al, 2009:187). از جمله می‌توان به تکنیک‌های ELECTRE، AHP، LINMAP، SAW، TOPSIS، روش تخصیص خطی^۲، PROMETHEE I و Compromise Programming، II و دیگر روش‌ها اشاره کرد (Turskis, 2008:226). این روش‌ها برای حل مشکلات گوناگون و با اهدافی متفاوت به کار گرفته می‌شوند. به همین منظور در تحقیق حاضر از روش تخصیص خطی استفاده شده است، این روش در زیرگروه هماهنگ قرار دارد. زیرگروه هماهنگ سومین زیرگروه از مدل‌های جبرانی در MADM^۳ است که خروجی آن‌ها به یک مجموعه از رتبه‌ها بوده به نحوی که هماهنگی لازم را به مناسب‌ترین وجه صورت تأمین خواهد نمود. این زیرگروه شامل روش‌های ELECTRE و تخصیص خطی می‌باشد که جهت آشنایی به ترتیب در ذیل به آنها اشاره می‌شود (اصغرپور، ۱۳۸۷).

1. Multi-Criteria Decision-Making Methods

2. Linear Assignment

3. Multi-Attribute Decision-Making Methods

۱. روش ELECTRE

در این روش گزینه‌هایی که هیچ ارجحیتی از نظر ریاضی به یگدیگر ندارد، با استفاده از مقایسه‌های غیر رتبه‌ای و زوجی مورد ارزیابی قرار گرفته و گزینه‌های غیر مؤثر حذف می‌شوند.

۲. روش تخصیص خطی

در این روش گزینه‌های مفروض از یک مسأله بر حسب امتیازات آنها از هر شاخص موجود رتبه‌بندی شده و سپس رتبه نهائی گزینه‌ها از طریق یک فرآیند جبران خطی مشخص خواهند شد. فرآیند حل به گونه‌ای است که نیازی به مقیاس در آوردن شاخص‌های کیفی و کمی نخواهد بود (جبل عاملی و دیگران، ۱۳۸۵).

در این تحقیق به منظور تعیین اوزان شاخص‌ها از روش آنتروپی شانون و برای الویت بندی نواحی پنج گانه از الگوریتم تخصیص خطی استفاده شده است. که در ادامه مراحل الگوریتم تخصیص خطی و آنتروپی شانون شرح داده شده است.

روش تخصیص خطی: در این فن با استفاده از اولویت هر یک از گزینه‌ها در هر یک از شاخص‌ها به یک مدل برنامه‌ریزی صفر- یک دست خواهیم یافت و از حل مدل به الویت گزینه‌ها می‌توان دست یافت. روش تخصیص خطی دارای ویژگی‌های زیر می‌باشد:

- این روش با استفاده از یک رتبه بندی ساده موجب تبادل در بین شاخص‌ها گردیده و از محاسبات پیچیده می‌پرهیزد.

- این روش نیازی به یکسان سازی مقیاس‌های اندازه گیری ندارد و شاخص‌ها می‌توانند از هر مقیاس باشند.

- روش فوق بدون آن که نیازی به اطلاعات وسیع داشته باشد جبرانی بودن را داراست.
- روش فوق را می‌توان برای تجزیه و تحلیل سوالات موجود از مقیاس رتبه‌ای (از یک پرسش‌نامه) بکار برد.

- تکنیک‌های دیگر در روش تصمیم گیری چند معیاره هم به شاخص‌ها و هم به گزینه‌ها به صورت همزمان برای انجام محاسبه احتیاج دارند در صورتی که در تخصیص خطی بدون وجود گزینه می‌توان شاخص‌ها و عوامل را رتبه‌بندی نمود (تاج الدین، ۱۳۸۲: ۸۵).

الگوریتم این روش به شرح زیر است :

مرحله ۱: تشکیل ماتریسی که سطرهای آن بیانگر رتبه‌ها و ستون‌های آن بیانگر شاخص‌ها باشد. با توجه به رتبه هر گزینه در هر شاخص، مؤلفه‌های ماتریس با A_{ij} بیان می‌گردد. این مرحله را مرحله رتبه بندی گزینه‌ها می‌نامند.

به طور مثال فرض کنید در یک مسأله، رتبه بندی سه گزینه A_1 ، A_2 و A_3 با توجه به پنج شاخص x_1 تا x_5 انجام می‌گیرد. با توجه به رتبه هر گزینه در هر شاخص، ماتریس مرحله ۱ به صورت زیر تشکیل می‌شود:

جدول ۳. ماتریس رتبه بندی گزینه ها

شاخص رتبه i	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
رتبه اول	A_2	A_3	A_3	A_1	A_2
رتبه دوم	A_3	A_2	A_2	A_2	A_1
رتبه سوم	A_1	A_1	A_1	A_3	A_3

مرحله دوم: ماتریس $m \times m$ با توجه به بردار مفروض W استخراج می‌شود. عناصر این ماتریس که سطرهای آن گزینه و ستون‌های آن رتبه می‌باشد، از مجموع وزن‌هایی بدست می‌آید که آن گزینه با توجه به آن شاخص حاصل کرده است. در مثال فوق ماتریس Y یک ماتریس 3×3 است.

مرحله ۳: براساس ماتریس بدست آمده از مرحله ۲، جواب بهینه بدست می‌آید. جواب بهینه به کمک هر یک از روش‌های حمل و نقل یا برنامه‌ریزی صفر و یک حاصل می‌شود. مدل برنامه‌ریزی صفر و یک به صورت زیر می‌باشد (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱: ۱۴۲-۱۴۱).

$$\text{Max } W = \sum_i \sum_j y_{ij} w_{ij}$$

$$\sum_{i=1}^m y_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=1}^m y_{ij} = 1$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر گزینه } i \text{ به رتبه } j \text{ اختصاص یابد} \\ 0 & \text{اگر گزینه } i \text{ به رتبه } j \text{ اختصاص داده نشود} \end{cases}$$

روش آنتروپی شانون: وقتی که داده‌های یک ماتریس تصمیم‌گیری به طور کامل مشخص شده باشند، روش آنتروپی می‌تواند برای ارزیابی وزن‌ها به کار رود. آنتروپی یک مفهوم بسیار با اهمیت در علوم طبیعی و اجتماعی و نیز در تئوری اطلاعات است. آنتروپی در نظریه اطلاعات یک معیار عدم اطمینان است که به وسیله توزیع احتمال مشخص P_i بیان می‌شود. اندازه‌گیری این عدم اطمینان به صورت زیر بیان شده است.

(۱)

$$E_i = S(P_1, P_2, \dots, P_n) = -k \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad i = 1, 2, \dots, m$$

در این رابطه k یک مقدار ثابت است. از آنجا که رابطه فوق در محاسبات آماری مورد استفاده است به نام آنتروپی توزیع احتمال P_i نامیده می‌شود. واژگان آنتروپی و عدم اطمینان در یک مفهوم به کار می‌روند.

در یک ماتریس تصمیم‌گیری P_{ij} می‌تواند برای ارزیابی گزینه‌های مختلف به کار رود. در ماتریس تصمیم‌گیری زیر m گزینه و n شاخص مدنظر می‌باشند.

جدول ۴. ماتریس تصمیم‌گیری

$D =$		x_1	x_2	...	x_n
	A_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
	A_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}

	A_m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{mn}

نتایج ماتریس بالا برای شاخص j (P_{ij}) به شرح زیر می‌باشد:

(۲)

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}$$

آنتروپی E_j به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

(۳)

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad ; \quad \forall j$$

k و بعنوان مقدار ثابت به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

(۴)

$$K = \frac{1}{\ln(m)}$$

که مقدار E_j را بین صفر و یک نگه می‌دارد.

در ادامه d_j (درجه انحراف) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (j) چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد. هر چه مقادیر اندازه‌گیری شده شاخصی به هم نزدیک باشند نشان دهنده آن است که

گزینه‌های رقیب از نظر آن شاخص تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند، لذا نقش آن شاخص در تصمیم‌گیری باید به همان اندازه کاهش یابد.

(۵)

$$d_j = 1 - E_j$$

سپس مقدار وزن W_j به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

(۶)

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

اگر تصمیم‌گیرنده از قبل وزن خاصی (φ_j) برای هر شاخص J در نظر گرفته باشد در این صورت وزن جدید W_j به شرح زیر محاسبه می‌شود: (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱: ۱۴۵-۱۴۳).

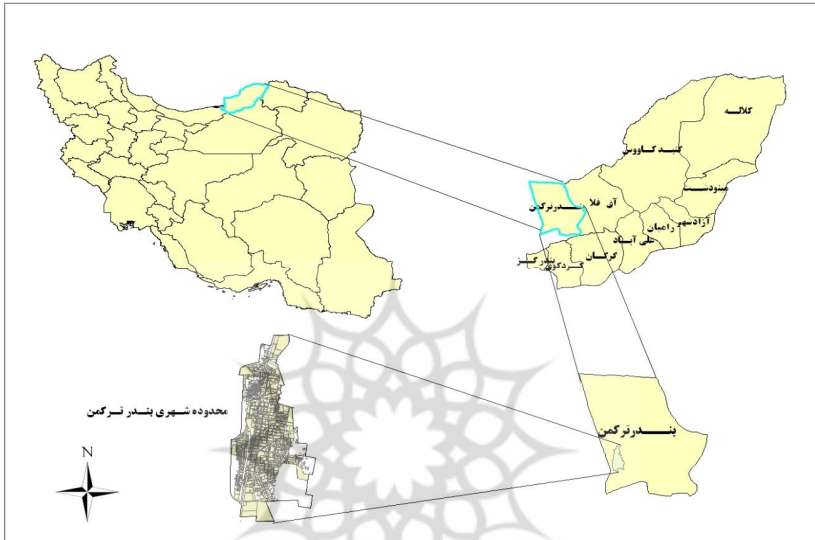
(۷)

$$W_j = \frac{\varphi_j d_j}{\sum_{j=1}^n \varphi_j d_j}$$

در تحقیق حاضر از روش اسنادی و کتابخانه‌ای و مراجعه به ادارات و سازمان‌های مختلف در جهت گردآوری اطلاعات بخش تئوریکی استفاده شده است. اما جمع‌آوری اطلاعات اصلی پژوهش، با استفاده از مطالعات میدانی (تکمیل پرسش‌نامه، مشاهدات و بررسی میدانی) صورت گرفته است. فرآیند تحقیق بدین صورت است که برای عملیاتی کردن روش‌شناسی از طریق معیارهای بدست آمده از مطالعه ادبیات مسئله، پرسش‌نامه‌ای طراحی و در ۵ ناحیه در بین مردم به روش تصادفی طبقه‌ای توزیع گردید. حجم نمونه از کلیه نواحی مورد مطالعه شهر بندر ترکمن بر اساس فرمول کوکران در قالب طبقات جمعیتی نواحی تعیین شد. بر این اساس در مجموع ۳۸۰ نفر (سرپرست خانوار) به عنوان نمونه مورد مصاحبه قرار گرفتند. انتخاب جامعه آماری در داخل نواحی نیز از طریق نمونه‌گیری خوشه‌ای و بر اساس جمعیت نواحی به عمل آمد.

۴. محدوده مورد مطالعه

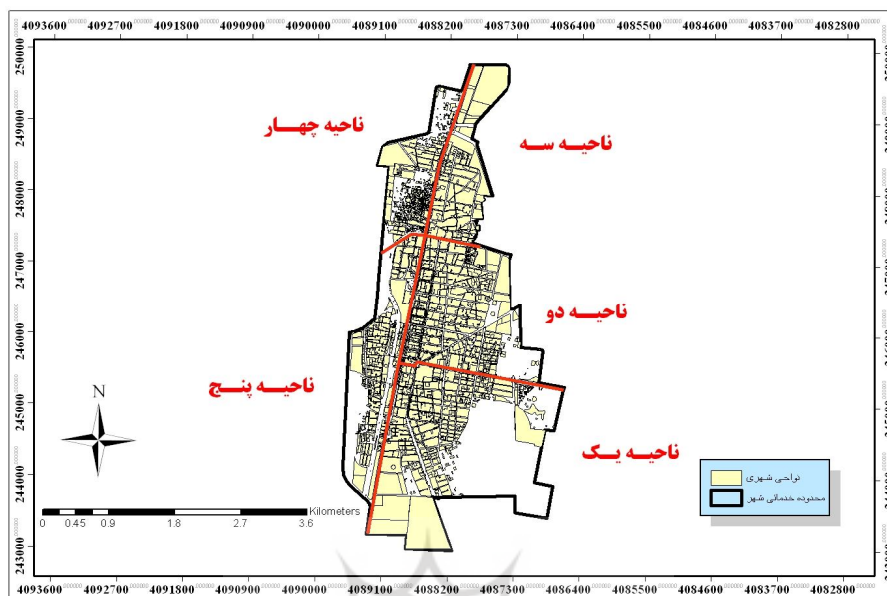
بندر ترکمن در ساحل جنوب شرقی دریای خزر و در جلگه‌ی پست و هموار گرگان در فاصله ۴۰ کیلومتری شمال غرب گرگان واقع شده است. این شهر در $36^{\circ} 53' 30''$ عرض شمالی و $54^{\circ} 04' 15''$ طول شرقی سطحی معادل ۱۱۹۶ هکتار را می‌پوشاند (شکل ۱).



شکل ۱. جایگاه محدوده مورد مطالعه در تقسیمات کشوری

بندر ترکمن از جمله شهرهای نوپنیا در شمال کشور با آغاز دوره‌ی رضاشاه، به عنوان پایانه‌ی شمالی خط آهن سراسری در نظر گرفته شد که مکمل آن بندر امام خمینی (شاهپور) در ساحل خلیج فارس بود. از آن جا که بنیاد و برپایی این شهر به دستور رضاخان صورت گرفته بود تا قبل از پیروزی انقلاب اسلامی، بندرشاه نامیده می‌شد و بعد از آن طی تصویب نامه شماره ۵۵۲۷۴ مورخ ۱۳۵۸/۶/۲ دفتر تقسیمات کشوری وزارت کشور به بندر ترکمن تغییر نام یافت (شفقی و دیگران، ۱۳۸۳: ۹-۱۱) و امروزه نیز به عنوان مرکز شهرستان با جمعیت ۴۷۲۱۳ نفر چهارمین شهر استان گلستان می‌باشد.

شهر بندر ترکمن براساس مطالعات طرح جامع به پنج ناحیه تقریباً همگن تقسیم گردیده که ارزیابی و اولویت بندی پایداری زیست محیطی در این مقاله در داخل نواحی پنجگانه فوق انجام شده است (شکل ۲).



شکل ۲. تقسیم بندی نواحی پنج گانه شهر بندر ترکمن

۵. یافته‌ها

۵-۱. اوزان شاخص‌ها با بکارگیری روش آنتروپی شانون

در این قسمت نتایج بدست آمده از کاربرد روش آنتروپی شانون برای تعیین اوزان شاخص‌ها آورده شده است. در این مطالعه نواحی با A_i $i = 1, 2, 3, 4, 5$ و شاخص‌ها با x_j $j = 1, 2, \dots, 26$ به صورت جداول (۴) و (۵) نشان شده است.

جدول ۴. نام و کد نواحی

کد نواحی	نواحی
A_1	ناحیه ۱ (فرمانداری)
A_2	ناحیه ۲ (مرکز شهر)
A_3	ناحیه ۳ (پشت راه آهن شرقی)
A_4	ناحیه ۴ (پشت راه آهن غربی)
A_5	ناحیه ۵ (استقلال)

جدول ۵. نام و کد شاخص‌ها

کد زیرمعیارها	شاخص	ردیف	کد زیرمعیارها	شاخص	ردیف
X ₁₄	تغییرات کاربری اراضی در مناطق ساحلی	۱۴	X ₁	تغییر کاربری اراضی	۱
X ₁₅	میزان تخلیه فاضلاب و مواد زائد به مناطق ساحلی	۱۵	X ₂	ارضی آلوده‌شده ناشی از مواد زائد	۲
X ₁₆	اعتبارات هزینه شده برای پاکسازی سواحل	۱۶	X ₃	میزان مواد زائد تولیدشده (روزانه/تن)	۳
X ₁₇	مدیریت مناطق ساحلی	۱۷	X ₄	رضایت از کیفیت آب آشامیدنی	۴
X ₁₈	رضایت از دفع زباله	۱۸	X ₅	تخلیه زائدات انسانی و صنعتی به آبهای سطحی	۵
X ₁₉	رضایت از دفع فاضلاب	۱۹	X ₆	پیشگیری از آلودگی آب	۶
X ₂₀	مقاومت مسکن و ابنیه در برابر زلزله	۲۰	X ₇	غلظت آلاینده‌ها در هوا	۷
X ₂₁	برنامه‌های پیشگیرانه از سیلاب	۲۱	X ₈	منظر دارای ارزش طبیعی	۸
X ₂₂	میزان مصرف انرژی‌های حامل (برق)	۲۲	X ₉	اعتبارات هزینه‌شده برای حفاظت از مناظر با ارزش	۹
X ₂₃	میزان مصرف انرژی‌های حامل (آب)	۲۳	X ₁₀	تخریب مناظر زیبا (با تغییر کاربری‌ها)	۱۰
X ₂₄	میزان مصرف انرژی‌های حامل (گاز)	۲۴	X ₁₁	منظر دارای قابلیت گردشگری	۱۱
X ₂₅	میزان مصرف انرژی‌های حامل (سوخت بنزین)	۲۵	X ₁₂	تراکم جمعیت در مناطق ساحلی	۱۲
X ₂₆	هزینه‌های مصرف انرژی‌های حامل	۲۶	X ₁₃	پایبندی به مراقبت از محیط سکونتگاهی	۱۳

ماتریس تصمیم‌گیری این تحقیق از پنج گزینه (نواحی پنج‌گانه) و ۲۶ شاخص تشکیل شده و قسمتی از این ماتریس همراه با امتیازات گزینه‌ها در هر شاخص به صورت زیر می‌باشد:

جدول ۶. قسمتی از ماتریس تصمیم‌گیری

شاخص‌ها گزینه	X ₁	X ₂	X ₃	....	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	.....	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆
A1	۲/۵۸	۲/۰۱	۲/۹۱	...	۲/۳۴	۲/۳۸	۲/۴۴	۲/۳۳	۱/۹۹	...	۲/۱۰	۲/۲۸	۲/۱۷
A2	۱/۵۳	۲/۵۲	۳/۲۰	...	۲/۳۴	۲/۳۹	۲/۱۰	۲/۲۲	۱/۷۰	...	۲/۹۵	۲/۹۳	۲/۰۲
A3	۱/۶۲	۳/۱۹	۳/۱۳	...	۱/۹۶	۲/۳۵	۱/۵۰	۲/۲۵	۱/۶۵	...	۲/۹۰	۳/۴۲	۲/۰۴
A4	۱/۵۵	۲/۵۳	۳/۰۸	...	۲/۲۰	۲/۴۱	۱/۶۱	۲/۵۳	۱/۴۵	...	۲/۶۹	۳/۲۷	۲/۹۶
A5	۲/۵۷	۲/۰۸	۲/۴۱	...	۲/۶۲	۲/۲۰	۲/۲۳	۲/۸۴	۱/۵۴	...	۲/۹۳	۲/۳۰	۲/۰۵

در شکل زیر قسمتی از ماتریس P_{ij} آورده شده است. این ماتریس با استفاده از رابطه ۲ حاصل شده است.

جدول ۷. قسمتی از ماتریس P_{ij}

شاخص ها گزینه	X_1	X_2	X_3	.....	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	.....	X_{24}	X_{25}	X_{26}
A1	۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۲۰	...	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۴	...	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۱
A2	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۲	...	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۰	...	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۲۰
A3	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۱	...	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۰	...	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۲۰
A4	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۱	...	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۱۷	...	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۹
A5	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۱۶	...	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۲۲	۰/۱۸	...	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰

آنتروپی هر شاخص (E_j)، درجه انحراف (d_j) و اوزان شاخص ها (W_j) با استفاده از روابط ۵، ۴ و ۶ عبارتند از :

جدول ۸. اوزان کسب شده برای شاخص ها با استفاده از روش آنتروپی شانون

شاخص ها	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
E_j	۰/۹۸۰۷	۰/۹۸۸۷	۰/۹۹۷۰	۰/۹۹۶۷	۰/۹۸۷۹	۰/۹۹۳۹	۰/۹۷۵۵	۰/۹۵۶۹	۰/۹۸۴۱	۰/۹۸۶۶	۰/۹۸۹۳	۰/۹۹۷۲	۰/۹۹۱۹
d_j	۰/۰۱۹۳	۰/۰۱۱۳	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۳۳	۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۶۱	۰/۰۲۴۵	۰/۰۴۳۱	۰/۰۱۵۹	۰/۰۱۳۴	۰/۰۱۰۷	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۸۱
W_j	۰/۰۷۲۸	۰/۰۴۲۶	۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۲۳	۰/۰۴۵۵	۰/۰۲۲۹	۰/۰۹۲۴	۰/۱۶۲۲	۰/۰۵۹۹	۰/۰۵۰۴	۰/۰۴۰۴	۰/۰۱۰۴	۰/۰۳۰۷
شاخص ها	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}
E_j	۰/۹۷۵۰	۰/۹۹۸۶	۰/۹۹۶۳	۰/۹۹۶۵	۰/۹۹۰۲	۰/۹۹۵۸	۰/۹۹۲۵	۰/۹۶۹۲	۰/۹۹۷۳	۰/۹۹۸۴	۰/۹۹۹۳	۰/۹۹۹۲	۰/۹۹۹۸
d_j	۰/۰۲۵۰	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۹۸	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۷۵	۰/۰۳۰۸	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۲
W_j	۰/۰۹۴۳	۰/۰۰۵۱	۰/۰۱۲۸	۰/۰۱۳۴	۰/۰۳۶۸	۰/۰۱۵۸	۰/۰۲۸۲	۰/۱۱۶۲	۰/۰۱۰۳	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۰۶

اوزان شاخص ها در در جدول فوق در ردیف W_j آورده شده است.

۲-۵. نتایج تجزیه و تحلیل رتبه بندی نواحی با استفاده از الگوریتم تخصیص خطی

در این تحقیق رتبه بندی ۵ ناحیه با توجه به ۲۶ شاخص صورت گرفت. مراحل الگوریتم تخصیص خطی در این تحقیق و نتایج رتبه بندی ۵ ناحیه در ادامه آورده شده است. مرحله ۱. ماتریس رتبه بندی گزینه ها که در جدول (۹) ارائه گردیده است.

جدول ۹. قسمتی از ماتریس رتبه بندی گزینه ها

شاخص ها رتبه	X_1	X_2	X_3	....	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	.....	X_{24}	X_{25}	X_{26}
اولین	A1	A1	A5	...	A3	A1	A3	A2	A1	...	A4	A2	A4
دومین	A5	A2	A1	...	A4	A5	A4	A3	A2	...	A3	A4	A2
سومین	A3	A5	A4	...	A1	A4	A2	A1	A3	...	A5	A1	A3
چهارمین	A4	A3	A3	...	A2	A2	A1	A4	A5	...	A2	A5	A5
پنجمین	A2	A4	A2	...	A5	A3	A5	A5	A4	...	A1	A3	A1

مرحله ۲. ماتریس $m*m$ در مسئله رتبه بندی این تحقیق یک ماتریس $5*5$ می‌باشد و به صورت زیر حاصل شده است. عناصر این ماتریس که سطرهای آن ۵ ناحیه و ستون‌های آن رتبه‌ها می‌باشد، از مجموع وزن‌هایی بدست می‌آید که آن ناحیه با توجه به آن شاخص کسب کرده است.

جدول ۱۰. ماتریس $m*m$

رتبه i \ گزینه j	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
ناحیه ۱	۰/۳۰۲	۰/۵۳۰	۰/۰۵۴	۰/۰۹۴	۰/۰۲۰
ناحیه ۲	۰/۱۲۳	۰/۱۰۷	۰/۲۵۶	۰/۱۵۴	۰/۳۶۰
ناحیه ۳	۰/۱۲۰	۰/۰۶۹	۰/۲۳۹	۰/۵۳۷	۰/۰۳۴
ناحیه ۴	۰/۰۲۶	۰/۱۳۱	۰/۳۵۹	۰/۱۹۷	۰/۲۸۸
ناحیه ۵	۰/۴۲۹	۰/۱۶۳	۰/۰۹۲	۰/۰۱۸	۰/۲۹۸

مرحله ۳. براساس ماتریس بدست آمده در مرحله قبلی، مدل برنامه‌ریزی صفر و یک در این تحقیق به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max } W = 0.302 y_{11} + 0.53 y_{12} + 0.054 y_{13} + 0.094 y_{14} + 0.02 y_{15} + 0.123 y_{21} + 0.107 y_{22} + 0.256 y_{23} + 0.154 y_{24} + 0.36 y_{25} + 0.12 y_{31} + 0.069 y_{32} + 0.239 y_{33} + 0.537 y_{34} + 0.034 y_{35} + 0.026 y_{41} + 0.131 y_{42} + 0.359 y_{43} + 0.197 y_{44} + 0.288 y_{45} + 0.429 y_{51} + 0.163 y_{52} + 0.092 y_{53} + 0.018 y_{54} + 0.298 y_{55}$$

St.

$$y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} + y_{15} = \text{محدودیت‌های گزینه}$$

$$y_{21} + y_{22} + y_{23} + y_{24} + y_{25} = 1$$

$$y_{31} + y_{32} + y_{33} + y_{34} + y_{35} = 1$$

$$y_{41} + y_{42} + y_{43} + y_{44} + y_{45} = 1$$

$$y_{51} + y_{52} + y_{53} + y_{54} + y_{55} = 1$$

$$y_{11} + y_{21} + y_{31} + y_{41} + y_{51} = 1$$

محدودیت‌های رتبه

$$y_{12} + y_{22} + y_{32} + y_{42} + y_{52} = 1$$

$$y_{13} + y_{23} + y_{33} + y_{43} + y_{53} = 1$$

$$y_{14} + y_{24} + y_{34} + y_{44} + y_{54} = 1$$

$$y_{15} + y_{25} + y_{35} + y_{45} + y_{55} = 1$$

$$y_{ij} = 0, 1 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5$$

با حل مدل برنامه‌ریزی صفر و یک فوق نتایج زیر حاصل شد:

$$y_{51}=1, y_{12}=1, y_{43}=1, y_{34}=1, y_{25}=1$$

و با توجه به نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی فوق، پنج ناحیه به صورت جدول زیر رتبه بندی شدند:

جدول ۱۱. اولویت بندی نواحی براساس پایداری زیست محیطی

اولویت	نواحی	ردیف
۱	ناحیه ۵	۱
۲	ناحیه ۱	۲
۳	ناحیه ۴	۳
۴	ناحیه ۳	۴
۵	ناحیه ۲	۵

به طور کلی ناحیه ۵ در اولویت نخست و نواحی ۱، ۴، ۳ و ۲ در اولویت‌های بعدی از لحاظ پایداری زیست محیطی قرار دارند.

۶. نتیجه گیری

یافته‌های تحقیق نشان داد ناحیه ۵ در اولویت نخست و نواحی ۱، ۴، ۳ و ۲ در اولویت‌های بعدی از لحاظ پایداری زیست محیطی قرار دارند. با این اوصاف رعایت و در نظر گرفتن تمامی دستورالعمل‌های ارزیابی و به ویژه ارزیابی پایداری اعم از انتخاب شاخص‌های مؤثر در پایداری در قالب چارچوب‌های تدوین شده، انتخاب ابزار جامع و یکپارچه در قالب چارچوب‌های تدوینی برای ارزیابی و اولویت بندی پایداری و در نهایت انتخاب تکنیکی مناسب جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نقش مهمی در تبیین بهتر واقعیت‌های موجود در نواحی مورد مطالعه در فرآیند توسعه پایدار جهت برنامه‌ریزی دارد.

۷. منابع

۱. آذر، عادل و رجب‌زاده، علی، ۱۳۸۱، **تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM)**، نشرنگاه‌دانش، چاپ اول.
۲. اصغر پور، محمد جواد، ۱۳۸۷، **تصمیم‌گیری‌های چند معیاره**، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. بدری، سیدعلی و عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری، ۱۳۸۲، **ارزیابی پایداری: مفهوم و روش**، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۹.
۴. بریمانی، فرامرز و اصغری لفقانی، صادق، ۱۳۸۹، **تعیین شدت ناپایداری زیست محیطی سکونتگاه‌های روستایی سیستان با استفاده از مدل ارزیابی چند معیاری**، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹.
۵. پور اصغر سنگاچین، فرزاد و زحمت کش ممتاز، جواد، ۱۳۸۷، **ارزیابی راهبردی محیطی زیستی رهیافتی جهت ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار در ایران**، نشریه علمی محیط و توسعه، شماره ۲.
۶. تاج‌الدین، ایرج، ۱۳۸۲، **شناخت و اولویت بندی پیش نیازهای استمرار استانداردهای کیفی در صنایع کشور**، فصل‌نامه مدیریت فردا، شماره ۲.
۷. جبل‌عاملی، محمد، رضائی‌فر، آیت و لنگرودی، علی، ۱۳۸۵، **رتبه بندی ریسک پروژه با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چند شاخصه**، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران، شماره ۷.
۸. سربابی، محمد حسین و اسکندری ثانی، محمد، ۱۳۸۹، **سنجش و تحلیل پایداری اجتماعی در کلان شهرهای مذهبی جهان اسلام؛ کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام**، دانشگاه زاهدان.
۹. شفق، سیروس، سربابی، اصغر و رحیم بردی، انامرادنژاد، ۱۳۸۳، **روند تحولات جمعیت بندر ترکمن طی سال‌های ۷۵-۱۳۳۵ و افق آینده آن**، مجله جغرافیا و توسعه، سال ۲، شماره ۳، تابستان ۸۳.
10. Ayres, H., et al., 2010, **Development of a Conceptual Framework for Sustainability Indicators Used in Structure Planning**, Land Environment and People Research Report, No 13.
11. Bell, M., 2003, **the use of multi-criteria decision-making methods in the integrated assessment of climate changes: implications for IA practitioners**, Socio-Economic Planning Sciences, 37, PP. 289-316.
12. Brinsmead, T., 2005, **Integrated Sustainability Assessment: Identifying Methodological Options**, Joint Academies Committee on Sustainability, National Academies Forum, Australia.
13. De Ridder, W., 2006, **Tool use in integrated assessments: Integration and synthesis report for the Sustainability A-Test project**, Netherlands Environmental Assessment Agency, Netherlands.
14. Henri, J & Journeault, M., 2008, **Environmental performance indicators: An empirical study of Canadian manufacturing firms**, Journal of Environmental Management, 87, PP. 165-176.
15. Hosseinzadeh, S.R., 2004, **Environmental crises in Metropolises of Iran**. Sustainable city book. Wit Press. England.
16. Jordan, A., 2008, **What roles are there for sustainability assessment in the policy process?**, Int. J. Innovation and Sustainable Development, University of Durham, UK.
17. Kee, P & de Haan, M., 2007, **Accounting for Sustainable Development**, Division of Macro-economic Statistics and Dissemination Development and support department, Statistics Netherlands.
18. Mihyeon Jeon, C., et al., 2005, **Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics**, Journal of infrastructure, 37.
19. Mota, C., et al., 2009, **A multiple criteria decision model for assigning priorities to activities**, International Journal of Project Management, 27, PP. 175-181.
20. Nader., 2008, **Environment and sustainable development indicators in Lebanon: A practical municipal level approach**, Ecological Indicators, 8, PP. 771-777.

21. Nessa, B., 2007, **Categorizing tools for sustainability assessment**, Ecological Economics, 60, PP. 498 – 508.
22. Panthi, K., 2008, **A Framework to Assess Sustainability of Community-based Water Projects Using Multi-Criteria Analysis**, Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice, Karachi, Pakistan.
23. Patrick, R., 2002, **Developing sustainability indicators for rural residential areas: The public transit connection**, Simon Fraser University, United State.
24. Perotto, E., et al., 2008, **Environmental performance**, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study, Journal of Cleaner Production, 16, PP. 517-530.
25. Pope, J., 2004, **Conceptualizing sustainability assessment**, Environmental Impact Assessment Review, 24, PP. 595 - 616.
26. Prato, T., 2007, **Multiple-criteria decision analysis for integrated catchment management**, Ecological Economics, 63, PP. 627 - 632.
27. Ramos, T., et al., 2004, **Environmental indicator frameworks to design and assess environmental monitoring programs**, impact Assessment and Project Appraisal, 10, PP. 47-62.
28. Sutcliffe, L., et al., 2009, **Development of a framework for assessing sustainability in new product development**, International conference on engineering design, Stanford university, Stanford, CA, USA.
29. Tukker, A., 2000, **Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment**, Environmental Impact Assessment Review, 20, PP. 435-456.
30. Turskis, Z., 2008, **Multi-Attribute contractors ranking method by applying ordering of feasible alternatives of solutions in terms of prefer ability technique**, Technological and economic development Baltic Journal on Sustainability, 14, PP. 224-239.
31. Veleva, V., 2001, **Indicators of sustainable production**, Journal of Cleaner Production, 9, PP. 447-452.