

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نهم، شماره ۳۴، تابستان ۱۳۸۰

مقایسه روشهای ارزیابی چند ضابطه‌ای در مدیریت پایدار منابع آبی مطالعه موردی: حوزه آبریز قره‌قوم خراسان

دکتر امیرحسین چیدری*، علیرضا قدیمی**

چکیده

این پژوهش در جستجوی ارائه روشهای مناسب برای برنامه‌ریزی توسعه منابع آبی در سطح منطقه‌ای در حوزه آبریز قره‌قوم خراسان است که بر نتایج چند رشته‌ای جامع و مطالعات امکانیابی توسعه منابع آبی حوزه آبریز یاد شده استوار است. در این مطالعات، پتانسیلها و محدودیتهای منابع آبی حوزه آبریز برای توسعه، مطالعه و امکانات توسعه منطقه‌ای به صورت پروژه‌های متعدد و متنوع طراحی و ارائه شده است. یکی از اصول مهم در بهره‌برداری بهینه از منابع، جستجوی روش و فرایند مناسب در فرمولبندی برنامه توسعه منابع آبی مبتنی بر این

* عضو هیئت علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

** دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی و کارشناس مؤسسه پژوهشهای برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

پروژه‌های پیشنهادی است. از آنجا که به علت محدودیت منابع، همه این پروژه‌ها در کوتاهمدت اجرا شدنی نیست، برنامه‌ریزان توسعه منابع آبی تمایل دارند با فرمولبندی آنها در قالب یک برنامه، آن دسته از پروژه‌ها را انتخاب کنند که ضمن دارا بودن بالاترین بهره‌وری از منابع موجود، مؤثرترین مشارکت را در برآورد هدفهای گهگاه متضاد گروههای ذینفع و تصمیمگیران داشته باشد. در یک فرایند تصمیمگیری عقلایی، این مسئله نوعی ارزیابی چند ضابطه‌ای (Multicriteria evaluation) و چند پروژه‌ای است. در این پژوهش ضمن معرفی روشهای یاد شده، تکنیک دیگری به نام تحلیل مطلوبیت بده - بستان (Utility Based Trade-off Analysis: UTA) معرفی می‌شود و با استفاده از دو روش یاد شده، چگونگی رسیدن به هدف اصلی این پژوهش که همانا اولویت‌بندی پروژه‌های مطلوبتر است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان نیز نتایج این دو روش با روش ارزشیابی مالی تک ضابطه‌ای منفعت به هزینه مقایسه می‌شود. این نتایج گویای آن است که روشهای ارزیابی چند ضابطه‌ای و UTA بسته به نوع مسئله تصمیمگیری اولویت‌بندی پروژه‌ای را به شیوه مطلوبتر نسبت به دیگر روشهای ارزیابی ارائه می‌دهد.

کلید واژه‌ها:

ارزیابی چند ضابطه‌ای، تحلیل مطلوبیت بده - بستان، منابع آبی، مدیریت پایدار، خراسان، حوزه آبریز قره‌قوم.

مقدمه

قرن آینده را قرن آب نامیده‌اند؛ قرن که انسان با بحران افزایش جمعیت روبه‌روست و منابع طبیعی زمین برای تأمین غذایی این جمعیت رو به رشد ناکافی می‌نماید و بخصوص بحران آب در مناطق گرم و خشک و کم باران زمین، بیشتر به چشم می‌آید. از راهکارهای مختلفی که برای افزایش این منابع پیشنهاد می‌شود، دو راه عمومی را می‌توان نام برد:

۱. افزایش میزان منابع در دسترس

۲. افزایش بهره‌وری استفاده از این منابع

در مورد اول، آنچه مشهود است محدود بودن انجام این عمل به دلیل محدودیت خود این منابع است. بدین معنا که این کار تا حدی انجام شدنی است و پس از یک حد آستانه، دیگر امکان افزایش مقدار منابع در دسترس وجود ندارد. رویه دوم، از لحاظ منطقی صحیحتر به نظر می‌رسد و این احتمال وجود دارد که با به کارگیری روشهای مختلف، در عمل، بهره‌وری استفاده از منابع را بالا برد و با حداقل استفاده، حداکثر منفعت از این برداشت به دست آید.

ایران کشوری است که از لحاظ اقلیمی در مناطق کم‌باران زمین قرار دارد و متوسط بارندگی آن به مراتب پایینتر از استانداردهای جهانی است. حدود ۹۰ درصد از خاک ایران در محدوده فلات ایران جای دارد و به طور کلی کوهستانی و نیمه خشک به شمار می‌آید. بیش از نیمی از مساحت کشور را کوهها و ارتفاعات، یک چهارم آن را صحراها و کمتر از یک چهارم آن را زمینهای قابل کشت تشکیل داده است. با وجود برخورداری از زمینهای قابل کشت در سطح وسیع (به نسبت در مقایسه با دیگر کشورها)، به دلیل محدودیت آب، این زمینها غیرقابل استفاده مانده و پیشروی صحرا و بیابان نیز هر روز تهدید بیشتری برای زمینهای زیرکشت به شمار می‌رود. از کشور پهناور ایران تنها قسمتهای مختلفی در محدوده شمالی و غربی و جنوب غربی، دارای زمینهای قابل آبیاری و کشت است و در قسمتهای مرکزی و شرق و جنوب شرقی آن، بویژه مسئله کم‌آبی بیشتر نمود دارد. افزون بر تمام موارد یاد شده، تغییر تدریجی اقلیم ایران طی ۳۰ تا ۴۰ سال گذشته، چشم‌انداز مطلوبی از بهبود وضعیت بارندگی در ایران نشان نمی‌دهد و به احتمال، در دهه‌های آینده بیشتر با این مسئله دست به‌گریبان خواهیم بود. [۱۴].

افزون بر محدودیت آب، محدودیتهای مالی و زمانی، عوامل دیگری است که امکان اجرای طرحهای متعدد پیشنهادی را در هر منطقه که برای بهره‌برداری سودمندانه‌تر و صحیحتر از منابع موجود ارائه شده است، در یک زمان فراهم نمی‌کند و در نظر گرفتن این عوامل نیز در اجرای آنها بسیار مهم خواهد بود. از این رو، جستجوی روشهای مختلفی که امکان بهره‌گیری سودمندتر از منابع محدود را با در نظر گرفتن عوامل چندگانه یاد شده فراهم سازد، یکی از ملزومات توسعه‌ای

مسئله تحقیق

استان خراسان، بزرگترین استان کشور و در برگیرنده قسمتهایی از هفت حوزه آبریز
 زرگ کشور با نامهای قره قوم (کشف رود - هریرود) در شمال شرقی، اترک در شمال و شمال غربی،
 دشت کویر در قسمتهای غربی، کال شور در مرکز، نمکزار خواف در شرق، هیرمند در قسمت
 جنوب شرقی و دشت لوت در غرب و جنوب غربی است.

حوزه آبریز قره قوم دارای دو قسمت داخلی (در ایران) و خارجی (در کشورهای همسایه
 شمال شرقی از جمله ترکمنستان) است. بخش داخلی این حوزه در شمال شرق و قسمتهایی از شرق
 استان، در برگیرنده ۱۴ دشت به نامهای: دره گز، حاتم قلعه، گنبدلی، شیرتپه، سرخس، مشهد،
 نریمانی، سنگ بست، فریمان، تربت جام، تایباد، صالح آباد، جنت آباد، موسی آباد، شهرنو، باخرز و
 کرات است و شهرهای مشهد، درگز، سرخس، فریمان، چناران، تایباد و تربت جام در این حوزه
 جای دارد. از رودهای مهم این حوزه آبریز می توان به رودهای اترک، هریرود، کشف رود و
 جامرود اشاره کرد.

پتانسیلها و امکانات توسعه ای منطقه ای در مورد منابع آبی در این حوزه آبریز شناسایی
 و مطالعه شده و به صورت مطالعات امکانیابی، گزارشهای مطالعه مقدماتی و برنامه های جامع و
 منطقه ای برای آن تدوین گردیده است. در این برنامه های جامع، ظرفیتهای و محدودیتهای حوزه
 آبریز برای توسعه، مطالعه شده و این امکانات به صورت پروژه های متعدد و متنوع در قالب
 طرحهای سدسازی، شبکه های آبیاری و پوشش نهرها طراحی و ارائه گردیده است.

به دلیل محدودیت منابع، برنامه ریزی برای تشخیص این منابع به گزینه های رقیب
 استفاده کننده از آنها، برای برنامه ریزان، با مشکلاتی همراه است؛ به گونه ای که هواره در صد
 انتخاب برنامه ای هستند که ضمن داشتن بالاترین کارایی، استفاده بهینه از منابع را در بر داشته
 باشد. افزون بر این چون تصمیمگیرندگان منحصر به فرد و یا گروه خاصی نیستند و با توجه به

دیدگاههایی که هر گروه تصمیمگیرنده، از جمله دست‌اندرکاران اجرای طرحها در سطوح ملی و استانی، وزارتی و سازمانی و دیگر نهادهای محلی از محدودیتها و هدفها دارد، دامنه این مشکل وسیعتر می‌شود؛ یعنی تصمیمگیران هدفها و اولویتهای چندگانه و ناهسانی همچون: هزینه‌های اجرای طرحها، اشتغالزایی هر طرح، درآمد ایجاد شده در صورت اجرای طرح دارند و برای تأمین نظر همه گروهها نیز باید همه هدفها و اولویتهای باقی بماند. از این رو تعیین چارچوب اصلی و اساسی به منظور برنامه‌ریزی جامع توسعه منابع آب (بویژه در مناطقی که محدودیت منابع آبی دارند) که قابلیت اجرایی داشته باشد و اعمال مدیریت پایدار منابع آب که منطبق با هدفهای چندگانه توسعه اجتماعی و اقتصادی هر منطقه باشد، ضرورت دارد. در جمع‌بندی، مسئله این تحقیق عبارت خواهد بود از: نبود چارچوبی روشن برای برنامه‌ریزی جامع توسعه منابع آب و اعمال مدیریت پایدار منابع آب به دلایل پیشگفته و در نتیجه جستجوی چارچوب اصلی و اساسی تأمین‌کننده هدفهای یاد شده و روش دستیابی به آن.

هدفهای تحقیق

برنامه‌ریزان در سطوح تصمیمگیری سازمانی و وزارتخانه‌ای در ایران همواره در جستجوی روشهای مناسب برای تدوین طرحها و راهبردها بر اساس پتانسیلهای موجود در سطح منطقه‌ای هستند. در این میان وزارت نیرو و بویژه بخش آب این وزارتخانه نیز از این امر مستثنی نیست.

در این تحقیق، ما با تعدادی از طرحهای پیشنهادی آبی در سطح حوزه آبریز قره‌قوم روبه‌رویم که اجرای تمامی آنها در یک زمان به دلایل مالی، زمانی و نبود نیروی متخصص کافی امکانپذیر نمی‌نماید. بنابراین در فضایی چندگزینه‌ای قرار داریم. از سویی، هدفهای مختلفی که در اجرای هر طرح نهفته است، فضایی چند معیاری و چند ضابطه‌ای را پیش روی تحلیلگر قرار می‌دهد، در نتیجه از سوی دیگر در یک فضای چند ضابطه‌ای عمل می‌کند.

همان‌گونه که گفته شد این تحقیق در فضایی چند معیاری و در جامعه‌ای چند سیستمی

عمل می‌کند و با هدفهای چندگانه و گاه متضاد گروههای تصمیمگیر و سیاستگذار در این فضا روبه‌روست. در نتیجه می‌توان گفت که هدف کلی تحقیق، ارائه روشی هدفمند در برنامه‌ریزی جامع توسعه منابع آبی و اعمال مدیریت پایدار منابع آب است. هدفهای جزئی این تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. بررسی تکنیکها و روشهای مختلف ارزیابی چند ضابطه‌ای^۱ (MCEM) از بعد نظری.
 ۲. مقایسه روشهای ارزیابی چند ضابطه‌ای (MCEM) با روش تحلیل مطلوبیت بده-بستان^۲ (UTA) و انتخاب مناسبترین روش برای مسئله مورد مطالعه.
 ۳. ارائه برنامه‌های مطلوب گروههای تصمیمگیرنده که پروژه‌های اولویت‌دار را برای مدیریت پایدار منابع آبی در بر می‌گیرد.
- تحلیلگر با توجه به وضعیت مسئله مورد تحقیق و با توجه به نوع اطلاعات فراهم شده از سوی تصمیمگیر و سیاستگذار از بین انواع مختلف روشهای تجزیه و تحلیل اطلاعات، روش مناسب را انتخاب و بر اساس آن نتیجه‌گیری می‌کند و توصیه‌های کارشناسی ارائه می‌دهد. این انتخاب بر اساس شناخت نسبی از روشهای ارزیابی و انتخاب مناسبترین روش با توجه به وضعیت خود مسئله خواهد بود و در نهایت تحلیلگر با توجه به یافته‌های تحقیق و بر اساس نتایج روش برگزیده، به ارائه برنامه‌ای مطلوب که نظر گروههای مختلف ذینفع در این مسئله را برآورده سازد، اقدام می‌کند.

فرضیه‌های تحقیق

فرضیه‌های این تحقیق را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. در بررسی پروژه‌های پیشنهادی - مطالعاتی آبی در حوضه آبریز قره‌قوم، از بین

1. Multi Criteria Evaluation Method
2. Utility based Trade - off Analysis

- تکنیکهای مختلف ارزیابی چند ضابطه‌ای (MCEM)، تکنیک مجموع وزنی^۱ مطلوبتر است.
۲. روش تحلیل مطلوبیت بده-بستان UTA در بررسی پروژه‌های (پیشنهادی-مطالعاتی) آبی در حوزه آبریز قره‌قوم، نسبت به تکنیک منتخب ارزیابی چند ضابطه‌ای مناسبتر است.
۳. تکنیکها و روشهای مورد مطالعه در مقایسه با روش تحلیل منفعت به هزینه کارا تر است.

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبریز قره‌قوم (هریرود - کشف‌رود) با مساحتی برابر ۴۴۱۲۰ کیلومتر مربع بین مختصات جغرافیایی ۱۲' و ۵۸' تا ۱۱' و ۶۱' طول شرقی و ۱۹' و ۳۴' تا ۳۳' و ۳۷' عرض شرقی گسترده شده است و از شمال به کشور ترکمنستان، از شرق به کشور افغانستان، از جنوب به حوزه آبریز نمکزار خواف و از غرب به حوزه آبریز دشت کویر محدود می‌گردد. حوزه آبریز قره‌قوم (هریرود - کشف‌رود) ناحیه‌ای کوهستانی و کم‌ارتفاع است که بخش عمده آن از راه رودخانه هریرود زهکشی می‌شود. رشته کوههای هزار مسجد در شمال غربی با ارتفاع حداکثر ۳۰۳۲ متر، بینالود در غرب با ارتفاع حداکثر ۳۲۴۹ متر و کوه جام در جنوب با ارتفاع ۲۹۴۲ متر، این حوزه را از حوزه آبریز رود اترک و کویر نمک جدا می‌کنند. در داخل حوزه، رشته کوههای کم‌ارتفاعی در جهت عمومی شمال غربی - جنوب شرقی قرار گرفته است که از این میان بزنگان و مزدوران، رودخانه‌های کوچک شمال حوزه را که مستقیم به خاک ترکمنستان جریان دارد، از حوزه کشف‌رود جدا می‌سازد.

نیازهای اطلاعاتی این تحقیق از بررسی و مطالعه طرحهای پیشنهادی توسعه منابع آبی در قالب پروژه‌های احداث سد، توسعه و ایجاد شبکه‌های آبیاری، طرحهای پوشش نهرها و مواردی از این دست که در گزارشهای مطالعات فازهای اولیه طرحها، مطالعات جامع و مطالعات امکانیابی بود، استخراج شد. در مرحله اول بررسی، تعداد ۷۵ طرح در محدوده‌های جغرافیایی

1. Weighted summation

شهرستانهای مشهد، چناران، فریمان، سرخس، تربت جام و تایباد انتخاب گردید و نسبت به تکمیل اطلاعات این طرحها که عموماً تشکیل دهنده اطلاعات پایه برای ارزیابی اقتصادی این طرحها بود، به دلیل اینکه اغلب آنها ارزیابی اقتصادی نشده بودند، اقدام لازم انجام گرفت. پس از جمع آوری و تکمیل اطلاعات مورد نیاز، تعدادی طرح به دلیل نداشتن توجیه اقتصادی و فنی یا ناکافی بودن اطلاعات در دسترس حذف شد و در نهایت ۳۴ طرح برای ارزیابی و اولویت بندی نهایی انتخاب گردید که مشخصات کلی آنها در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱. اسامی طرحهای مطالعه شده برای اجرای تحقیق

شهرستان	نام طرح	ردیف
تایباد	سد پساوه	۱
تایباد	سد دریند	۲
تایباد	سد مردان آباد	۳
تایباد	بند انحرافی کجاب	۴
تایباد	سد کردیان	۵
تایباد	سد سورستان	۶
مشهد	سد و شبکه آبیاری بیدک	۷
مشهد	سد بازحوض سفلی	۸
مشهد	شبکه آبیاری و بند انحرافی کلاه منار	۹
مشهد	سد گل بقرا	۱۰
مشهد	بند انحرافی باز حوض سفلی	۱۱
مشهد	سد معصوم آباد	۱۲
مشهد	سد مخزنی و شبکه آبیاری ماه نسا	۱۳
مشهد	ساماندهی رودخانه تبادکان	۱۴
مشهد	کانال انتقال آب دهشک	۱۵
مشهد	ساماندهی رودخانه خور	۱۶
مشهد	سد زاوین کلات	۱۷
مشهد	سد چرم سو	۱۸
مشهد	توسعه و ترمیم بندهای سنگانه	۱۹
مشهد	بند انحرافی چهجه	۲۰
مشهد	بهره برداری از رودخانه های زشک، جاغرق و گلستان	۲۱
مشهد	سد شاندریز	۲۲
سرخس	سد شوربجه	۲۳
تربت جام	سد سراب	۲۴
تربت جام	سد ابدال آباد	۲۵
تربت جام	سد جنت آباد	۲۶
چناران	سد و شبکه آبیاری گلنکان	۲۷
چناران	سد بهمن جان	۲۸

ادامه جدول شماره ۱

ردیف	نام طرح	شهرستان
۲۹	سد مخزنی اسجیل	چناران
۳۰	سد دولت آباد	چناران
۳۱	سد مخزنی زاوین کلات	مشهد
۳۲	سد و شبکه آبیاری شهید ایوانی	مشهد
۳۳	سد مخزنی کلاته منار	مشهد
۳۴	شبکه آبیاری و زهکشی شهید دهقان	تایباد

مأخذ: داده‌های بررسی

روش تحقیق

انتخاب روش تحقیق بستگی به وضعیت و حالت مسئله تصمیمگیری دارد. در این تحقیق با تعداد زیادی از پروژه‌های پیشنهادی توسعه آبی و خواسته‌های تصمیمگیران برای انتخاب تعدادی از پروژه‌های دارای کارایی بیشتر از بین آنها به گونه‌ای که هدفهایشان را با توجه به محدودیت منابع برآورده سازد، روبه‌رویم. این موقعیت ممکن است مسئله‌ای چند ضابطه‌ای (Multi criteria) و چند پروژه‌ای (Multi project) که با ارزیابی‌های رایج و معمول حل‌شدنی نیست، ایجاد کند. در این تحقیق پروژه‌های پیشنهادی به عنوان پایه‌ای برای تدوین و فرمولبندی گزینه‌های توسعه‌ای دیده می‌شود (بر اساس پروژه و برپایه روش پایین به بالا). در بین روشهای مختلف ارزیابی چند ضابطه‌ای و روش تحلیل مطلوبیت بده - بستان در رسیدن به این هدف تفاوتی وجود دارد که در تحقیق حاضر این مقایسه انجام خواهد گرفت و این ارزیابی بر اساس هر دو روش صورت می‌پذیرد.

برنامه‌ریزی مفهومی است بر اساس این ایده که فرایند توسعه می‌تواند زیر تأثیر قرار گیرد. به دیگر سخن، تعیین مسیرهای ممکن از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب در آینده امکانپذیر است.

مکتبها و روشهای متفاوت، مسیرها و روشهای مختلفی را برای حرکت از وضعیت موجود به وضعیت دیگر در آینده، توسعه و گسترش داده‌اند. هر یک از این مکتبها براساس فرضهای

خاصی بنا شده است. روشهای توسعه در زمینه منابع آبی و کشاورزی را می توان همچون یک برنامه ریزی توسعه عمومی در نظر گرفت.

روشهای برنامه ریزی از زوایای مختلفی در خور بررسی و توجه است. این تحقیق نکته های زیر را مورد نظر قرار می دهد:

- ارتباط بین سطوح مختلف برنامه ریزی: به طور عمده از ملی به منطقه ای و به عکس.
- الگوهای برنامه ریزی: براساس تخصیص جامع منابع^۱ یا بر مبنای پروژه^۲.
- نقش تحلیلگر و تصمیمگیر در فرایند برنامه ریزی: چرخه اطلاعات تصمیمگیر - تحلیلگر و یا تحلیلگر - تصمیمگیر.

در تمام این چشم اندازها دو حالت وجود دارد: بالا به پایین در مقابل پایین به بالا. روش برنامه ریزی بالا به پایین در اینجا به روشهایی گفته می شود که: از سطح ملی به منطقه ای (یا منطقه ای به زیر منطقه ای) می رسد؛ براساس منابع است و ارتباط به صورت تصمیمگیر - تحلیلگر است. در مقابل، روشهای پایین به بالا: از سطح منطقه ای به ملی فرض می شود (یا از سطح زیر منطقه ای به منطقه ای)؛ بر اساس پروژه است و ارتباط به صورت تحلیلگر - تصمیمگیر است.

کاربرد این دو روش با هم تفاوت دارد. روش بالا به پایین برای تدوین سیاستها و توسعه درازمدت مناسب است، در حالی که روش پایین به بالا در ابتدا برای دوره های کوتاه مدت یا جهتگیری اجرایی تر مناسبتر به شمار می رود. با توجه به این تعریفها، در تحقیق حاضر، روش پایین به بالا را برگزیدیم. این مفاهیم و روشها مورد بحث قرار گرفته و در هر مورد فرضیه های روشها نیز توضیح داده شده است.

1. Comprehensive resource allocation based
2. Project based

هر روش ارزیابی برای قضاوت در مطلوبیت طرحها یا پروژهها باید از نظر منطقی و فراگیری با طبیعت مسئله مورد توجه ارتباط داشته باشد. هر تصمیم یا مسئله انتخاب در برنامه ریزی، ویژگی خود را دارد که باید هنگام ارزیابی سیستمی مورد توجه قرار گیرد. هر نوع مسئله ارزیابی ممکن است نیاز به نوع خاصی از روشها داشته باشد.

طبقه بندیهای مختلفی از آنچه روش ارزیابی بر پایه آن بنا شده است، وجود دارد. در مورد مسائل چند ضابطه‌ای، روش حل ارزیابی می‌تواند براساس زمینه تصمیمگیری و چرخه اطلاعات باشد. برای انتخاب یک روش بهتر و مناسب، نیاز به درک مفاهیم اصلی این طبقه بندی‌هاست. در این قسمت هر یک از طبقه بندی‌ها از نظر مفهومی توضیح داده می‌شود. سپس از نظر ویژگی، نوع مسئله تحقیق در هر طبقه مشخص و تعیین می‌گردد.

۱. مسئله ارزیابی پیوسته^۱ و گسسته^۲

مسئله ارزیابی را می‌توان به دو گروه مختلف طبقه بندی کرد. دوزیر شاخه عمده از مسئله ارزیابی عبارت است از: مسائل گسسته و پیوسته. مسائل پیوسته به وضعیتی گفته می‌شود که تعداد گزینه‌های طرحها - در اصل - نامحدود است یا حداقل بسیار بالاست. در مورد مسائل گسسته (مجموعه‌ای از پتانسیلهای عمل، راه‌حل‌های ممکن یا تصمیمهای امکانپذیر) گزینه‌ها از پیش شناخته شده است و به صورت تعداد محدودی از امکانات انتخاب محدود دیده می‌شود. افزون بر این روشهای پیوسته و گسسته لزوماً مانعاً الجمع (دو به دو ناسازگار) نیستند. روشهای پیوسته ممکن است برای ایجاد زیر مجموعه‌ای از گزینه‌های ممکن به کار رود که در واقع امکان دارد به دقت به وسیله تحلیل چند ضابطه‌ای گسسته شرح داده شود (Nikjamp and ۱۹۹۰, Voodg).

1. Continuous

2. discrete

روشهای ارزیابی را می‌توان به روشهای تک ضابطه‌ای و چند ضابطه‌ای تقسیم کرد: - از دیدگاه نظری، روشهای تک ضابطه‌ای براساس معیار واحدی از کارایی است، به گونه‌ای که منجر به تعریفی نامبهم از گزینه بهینه می‌شود. بنابراین تصمیمگیرندگان در موقعیت پذیرش یا رد کردن این تک گزینه تعریف شده به عنوان بهترین گزینه، قرار خواهند گرفت. روشهای ارزیابی تک ضابطه‌ای، اغلب نقش تحلیلگر را در نتیجه کاهش کنترل تصمیمگیر بر وضعیتهای تصمیمگیری، گسترش می‌دهند. در تحلیل پروژه، تمام آثار پروژه باید قابل برآورد و اندازه‌گیری بر حسب یک واحد منحصر به فرد باشد.

- روشهای ارزیابی چند ضابطه‌ای برای ایجاد و ارزیابی بیش از یک گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد گزینه‌هایی که در نهایت به تصمیمگیر ارائه می‌شود، دامنه انتخابی بیشتر از یک راه حل «بهینه» را پدید خواهد آورد. این تعداد زیاد انتخابها به واسطه مجزا بودن معیارهای داوری، نشانه توجه تصمیمگیرندگان به ضوابط در مرحله انتخاب پروژه تا تحلیل است. در تحلیل پروژه به کمک طرحهای گزینه‌های سیستمی، دامنه انتخاب در ارتباط بین گزینه‌ها و معیارهای نسبی هدفها تعریف می‌شود (Cohon, ۱۹۷۸).

در راه حل چند ضابطه‌ای، ویژگیهای فرایند تصمیمگیری که برای طبقه‌بندی روشهای برنامه‌ریزی چند ضابطه‌ای به کار می‌رود، همان چرخه اطلاعات در فرایند و زمینه تصمیمگیری است.

در روشهای مختلف حل چند ضابطه‌ای دو نوع از چرخه اطلاعات ممکن است موجود باشد: از تصمیمگیر به تحلیلگر (بالا به پایین) و از تحلیلگر به تصمیمگیر (پایین به بالا). اختلاف عمده در این دو نوع چرخه اطلاعاتی، ترجیحات تصمیمگیر است. روشهای دارای چرخه اطلاعاتی بالا به پایین جهتگیری ترجیحاتی دارد و چرخه اطلاعاتی پایین به بالا بدون ترجیحات تصمیمگیر آغاز می‌شود. دامنه روشهای تحلیلی در وضعیت چند ضابطه‌ای را می‌توان بسته به زمینه و مفهوم تصمیمگیری و چرخه اطلاعات، به سه بخش تقسیم کرد. نمودار شماره ۱ ارتباط این

روشها را شرح می دهد. زمینه تصمیمگیری، نخستین انشعاب را در روشهای چند تصمیم گیرنده و تکنیکهای حل چند ضابطه ای ایجاد می کند. مجموعه بعدی روشها براساس چرخه اطلاعات، به تکنیکهای مولد و تکنیکهایی که ترجیحات را به هم در می آمیزد، تقسیم شده است.

روشهای ارزیابی انتخاب شده

در بین تعریفها و طبقه بندی های پیشین، در زمینه مسائل مختلف ارزیابی و روشهای حل، روش تحقیق را باید از میان روشهای ارزیابی چند ضابطه ای، گسسته، دارای چرخه اطلاعاتی پایین به بالا و تکنیکهای مولد انتخاب کرد که دلایل آن عبارت است از:

۱. این تحقیق با تعدادی از پروژه های پیشنهادی استفاده از منابع آبی به عنوان مجموعه ای از گزینه های پذیرفتنی سروکار دارد، به گونه ای که وضعیت مسئله این تحقیق یک وضعیت گسسته است.

۲. زمینه تحقیق یک گروه تصمیمگیر است که در تعیین هدفها سهم و مشارکت دارند.

۳. تصمیمگیر به جای پاسخهای بهینه، مجموعه ای از راه حل های پذیرفتنی را جستجو می کند و می خواهد معیارهای گوناگون را با واحدهای سنجش متفاوت در نظر بگیرد، بنابراین وضعیت تصمیمگیری وضعیتی چند ضابطه ای است.

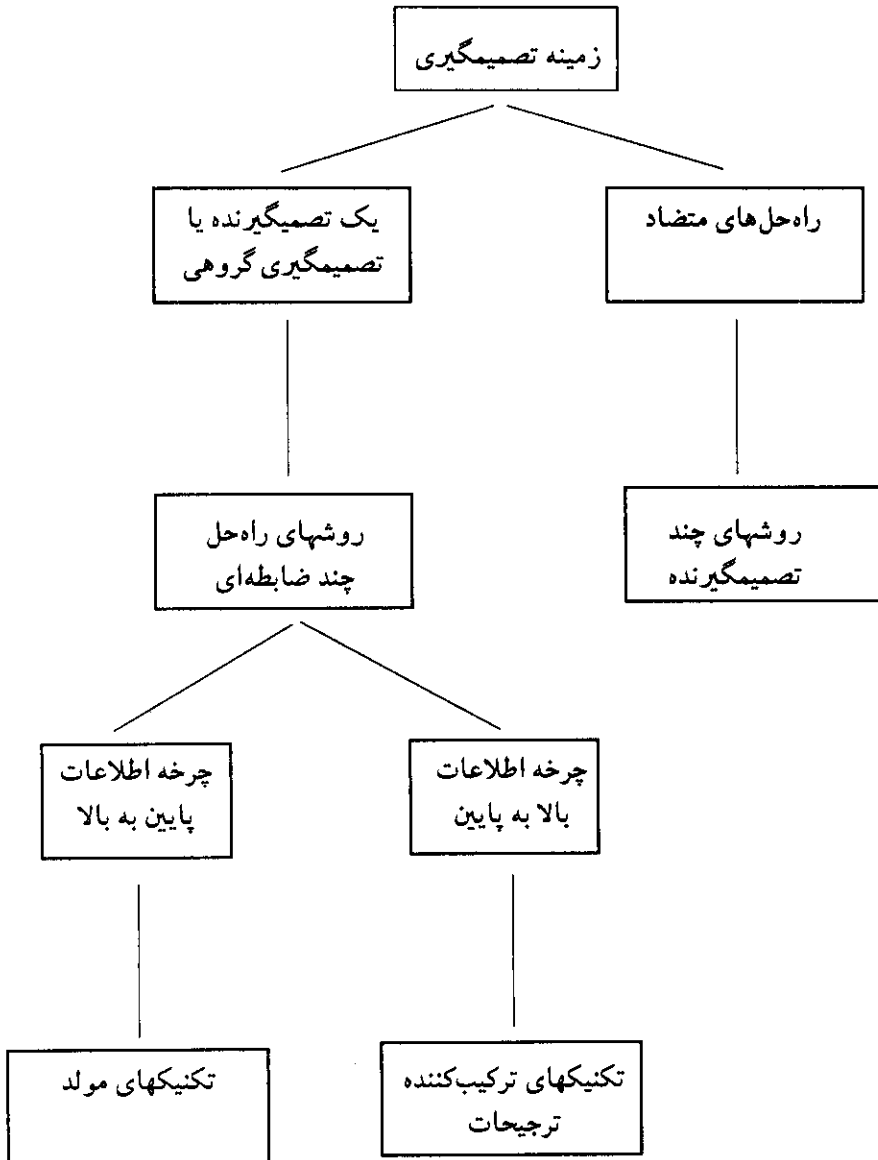
۴. تحلیلگر برای توجه به ترجیحات از پیش تعیین شده تصمیمگیر(ندگان)، مورد سؤال و بازخواست قرار نمی گیرد. بنابراین چرخه اطلاعات در تحقیق براساس تحلیلگر - تصمیمگیر استوار است.

روش تحقیق انتخابی به تکنیک مولد نزدیک خواهد بود، البته با این تفاوتها:

۱. فرایند تصمیمگیری ترکیبی از سیاستگذاری و تکنیک است.

۲. انتخاب نهایی گزینه های توسعه ای براساس مقدم بودن در دستیابی به هر هدفی استوار است.

نمودار شماره ۱. ارتباط بین روشهای چند ضابطه‌ای، (Cohon, ۱۹۷۸)



روش UTA از سوی پروفیسور وان دن تورن در سالهای ۱۹۸۴ - ۸۵ طراحی و اجرا شده است. امروزه این روش را به عنوان روش مناسب برنامه ریزی در شرایط چند ضابطه‌ای و چند پروژه‌ای به شمار می‌آورند، با این فرض که ترجیحات مقدم هدفها و منابع بر یکدیگر شناخته شده نیست. به طور کلی و نظری هدف در UTA چنین است:

توانمندی طراحی تصمیم‌گیرنده به انتخاب عقلایی در یک فضای چند بعدی که در اصل گویای امکانات انتقال کارای منابع کمیاب در برآورده ساختن هدفها، از راه دستیابی به ترجیحات سیاسی کاملاً بالقوه تصمیمگیر هم بر روی هدفها و هم منابع باشد (Toorn, ۱۹۸۴). برای دستیابی به این هدف، در UTA یک روند مبتنی بر رابطه و تأثیر متقابل بین تصمیمگیر و تحلیلگر به کار می‌رود. مفهوم مطلوبیت در روش UTA، مفهوم به نسبت جامعی است که در آن مطلوبیت و نامطلوبیت هر یک از پروژه‌ها رتبه‌بندی شده است. این رتبه‌ها براساس مجموع عملکرد نسبی پروژه‌ها در برآورد هدفها و نیاز به منابع چندگانه در رابطه با تعداد معدودی از نهایی‌ترین حد سرهای وزنی آ به دست می‌آید که گویای اهمیت نسبی هدفها از یک سو و اهمیت نسبی منابع از سوی دیگر است. این شیوه وزن دادن به هدفها و منابع برگرفته از این پیشفرض است که ترجیحات بین هدفها و منابع ناشناخته است و به کمک این تکنیک تلاش می‌شود که نهایی‌ترین امکانات و حالات برای تولید پروژه‌های دارای مطلوبیت به کار رود. منطق به کار رفته در محاسبه مطلوبیت پروژه‌ها و رتبه‌بندی آنها به شرح زیر است:

$$\theta_i^p = P \quad \text{عملکرد نسبی هدف (i) به وسیله پروژه } P = 1, 2, \dots, q$$

$$\theta_i^p = \frac{O_i^p}{p-Max O_i} \quad \text{معادله (۱)}$$

1. Utility based Trade - off Analysis
2. Exterme Weight Sets

Archive of SID

عملکرد مطلق هدف ۱ در پروژه P

بالاترین O_i^P برای $(P = ۱, ۲, \dots, q)$ O_i^{p-Max}

عملکرد نسبی منبع (j) در مورد پروژه P

$$R_j^P = \frac{r_j^p}{r_i^{p-Max}} \quad \text{معادله (۲)}$$

عملکرد مطلق منبع "j" در ارتباط با پروژه "P"

بالاترین مقدار r_j^{p-Max} برای $(P = ۱, ۲, \dots, q)$ r_j^{p-Max}

$$U^P = \sum_{i=1}^m \theta_i^P * a_i \quad \text{معادله (۳)}$$

مطلوبیت نسبی پروژه P یعنی عملکرد کل نسبی هدف پروژه P

ضریب اهمیت نسبی برای هدف i $i = ۱, ۲, \dots, m$

$$D^P = \sum_{j=1}^n R_j^P * b_j \quad \text{معادله (۴)}$$

نامطلوبیت نسبی پروژه P یعنی عملکرد کل نسبی منبع در ارتباط با پروژه P

ضریب اهمیت نسبی برای منبع j $(j = ۱, ۲, \dots, m)$

$$C^P = \frac{U^P}{D^P} \quad \text{معادله (۵)}$$

ضریب مطلوبیت که در آن پروژه P جمع منابع را به جمع هدفها تبدیل می‌کند

مرحله دوم در UTA، روندی است که در جریان آن بسته‌های مطلوب‌گزینه‌های پروژه‌ای (توسعه‌ای) ایجاد می‌شود. این گزینه‌ها مجموعه‌ای از پروژه‌های امکان‌پذیر از بعد فنی و سیاسی است.

روش به کار گرفته شده UTA در بردارنده ۳ مرحله و ۹ گام به شرح زیر است:

مرحله ۱. آماده‌سازی و ارزیابی مقدماتی پروژه‌ها؛ که خود از سه گام زیر شکل می‌گیرد:

۱.۱. تعیین و تعریف هدفها و منابع و شاخصهای اندازه‌گیری آنها

۲.۱. فرمولبندی پروژه‌ها

۳.۱. محاسبه عملکرد مطلق پروژه‌ها برای هر یک از هدفها و منابع به تفکیک

مرحله ۲. تشکیل گزینه‌های توسعه‌ای؛ که باید از دو گام زیر بگذرد:

۱.۲. رتبه‌بندی پروژه‌ها از دیدگاههای مختلف ارزشی با استفاده از نهایی‌ترین حد

سرمایه‌ی وزنی در تولید وسیعترین طیف انتخاب. حاصل این گام، سرمایه‌ی متعددی (به تعداد وزنه‌ای اعمال شده) از پروژه‌هاست که در هر سری براساس مطلوبیت جامع هدفها و منابع چندگانه، C-Value (طبق معادلات ۱ تا ۵) محاسبه و رتبه‌بندی شده است.

۲.۲. شکل دادن گزینه‌های توسعه‌ای براساس مطلوبیت تراکمی هر یک از هدفها و منابع.

عملکرد تراکمی هدفها و منابع هر یک از سرمایه‌ی رتبه‌بندی شده در گام پیشین محاسبه می‌شود. در هر سری از پروژه‌های رتبه‌بندی شده، در عملکرد تراکمی، انقطاعهایی (افت یا افزایش ناگهانی) وجود دارد. این نقاط گسسته در عملکرد تراکمی پروژه‌ها، نقاط برجسته برای تصمیمگیری است و این امکان را فراهم می‌سازد که بسته‌های پروژه‌ها زیر عنوان گزینه‌های توسعه‌ای تشکیل شود. در تعیین منظم و مبتنی بر تکنیک این نقاط، تکنیک تحلیل خوشه‌ای به کار رفته است. به کمک این تکنیک، در هر سری، پروژه‌ها به گروههای مشابه تفکیک می‌شود. سپس گروههای مشابه سرمایه‌ی متعدد ترکیب شده و مجموعه‌ای از پروژه‌ها یا گزینه‌های توسعه‌ای را تشکیل داده که براساس عملکرد تراکمی هدفها و منابع، رتبه‌بندی شده است. حاصل این گام، بسته‌های پروژه‌ها یا گزینه‌های توسعه‌ای خواهد بود که به صورت تراکمی

رتبه‌بندی شده است.

مرحله ۳. ارزیابی نهایی و توصیه‌های برنامه‌ای؛ این مرحله در برگیرنده ۴ گام به شرح زیر است:

۱.۳. رتبه‌بندی گزینه‌های توسعه‌ای براساس مطلوبیت جامع گزینه‌ها. برای دست یافتن به گزینه‌های مطلوب‌تر، شاخص مطلوبیت جامع عملکرد گزینه‌ها در حالتی که همه هدفها و منابع وزن یکسان دارند، طبق معادله ۵ محاسبه و گزینه‌ها براساس این شاخص رتبه‌بندی می‌شود.

۲.۳. انتخاب گزینه‌های مطلوب؛ گزینه‌های توسعه‌ای ایجاد شده دو ویژگی دارند:
- تکرار پروژه‌ها در گزینه‌های مختلف؛ به صورتی که یک پروژه ممکن است در چندین گزینه باشد.

- تفاوت گزینه‌ها در مطلوبیت و عملکرد جامع
در کاهش تعداد گزینه‌های توسعه‌ای و برای تفکیک گزینه‌های مطلوب از گزینه‌های نامطلوب، همه گزینه‌هایی که دارای تکرار پروژه است، با توجه به شاخص مطلوبیت جامع و حجم گزینه، حذف می‌شود. منطق این امر بدین شرح است:
با فرض اینکه ۳ گزینه توسعه‌ای زیر براساس شاخص مطلوبیتی جامع رتبه‌بندی شده است:

گزینه	پروژه‌های در بردارنده
A	۱ + ۲
B	۲ + ۳
C	۱ + ۳

با فرض بهتر بودن گزینه A از B و B از C از نظر شاخص مطلوبیت جامع، دو گزینه جدید A + B و A به وجود می‌آید که پروژه‌های ۱ + ۲ و ۱ + ۲ + ۳ را در برمی‌گیرد و دیگر نیازی به گزینه C نیست. بنابراین عملکردهای هدفها و منابع مورد نیاز این گزینه‌های جدید نیز براساس پروژه‌های در برگیرنده، محاسبه می‌شود.

۳.۳. تحلیل بده - بستان گزینه‌های مطلوب. گزینه‌های نهایی حاصل از گام پیشین، به همراه عملکرد مطلق تراکمی و عملکرد نسبی تراکمی برای تحلیل بده - بستان آماده شده است. این گزینه‌ها به گروههای مشابه (با استفاده از تکنیک خوشه‌ای) تفکیک و تحلیل بده - بستان میان گزینه‌ها در داخل گروهها و بین گروهها انجام می‌شود.

۴.۳. توصیه. این امر باید با توجه به منابع در دسترس تصمیمگیر به لحاظ سیاسی انجام گیرد. اما در این تحقیق به علت در دسترس نبودن حجم برنامه‌های موردنظر و منابع در دسترس، روش دیگری به کار رفت؛ تنها آن گزینه‌هایی که در تمامی مراحل بده - بستان جاذبه‌های فراوانی داشتند، انتخاب و توصیه شدند. سپس گزینه‌ها به صورت تراکمی - حجمی منظم شدند تا تصمیمگیرنده براساس امکانات خود بتواند گزینش کند.

تکنیکهای ارزیابی چند ضابطه‌ای

روشهای ریاضی برای ارزیابی چند ضابطه‌ای را می‌توان به چهار طبقه تقسیم کرد:

(۱) تکنیکهای اصلی که ترجیحات کمی (یعنی متریک) را برای داده‌های معین به کار می‌برد، (۲) تکنیکهای تکرر (کثرت) که اطلاعات داده شده را مستقیماً به مقیاسهای دوتایی یا اسمی تبدیل می‌کند، (۳) مدل‌های مقیاسی^۲ که اطلاعات داده شده را در یک مدل تاکسونومیک از پیش تعیین شده می‌چیند و (۴) تکنیکهای اطلاعات مخلوط که می‌تواند از هر دو نوع داده‌های کمی و کیفی استفاده کند. در اینجا روی بعضی از تکنیکهای اصلی عمده توجه می‌شود.

تکنیکهای اصلی ارزیابی چند ضابطه‌ای اطلاعاتی را که دارای ساختار زیر است، به کار می‌گیرد: فرض کنید می‌خواهیم تعداد محدودی از امکانات انتخاب i ($i = 1, 2, \dots, I$) را به وسیله تعداد محدودی از معیارهای j ($j = 1, 2, \dots, J$) ارزیابی کنیم. برای آسانی کار فرض می‌شود که شاخصهای ارزیابی، که اهمیت یک گزینه را نسبت به معیار مربوط منعکس می‌کند، به معیار کارایی e_{ij} استاندارد تبدیل شده است به گونه‌ای که $0 \leq e_{ij} \leq 1$ باشد. هدف استانداردسازی

بی واحد کردن و بی مقیاس کردن داده‌ها به صورتی است که مقداری بین صفر و یک بگیرد. عنصر e_{ij} متعلق به ماتریس کارایی با ابعاد $I \times J$ با ساختار زیر است:

$$E = \begin{bmatrix} e_{11} & \dots & e_{1j} \\ \vdots & & \vdots \\ e_{i1} & \dots & e_{ij} \end{bmatrix} \quad (۶)$$

افزون بر این، اطلاعاتی نیز در مورد اهمیت نسبی شاخصهای کارایی خاص مورد نیاز است. در اینجا مجموعه‌های گوناگونی از ترجیحات را می‌توان استفاده کرد که نشان‌دهنده تأثیر کیفیت امکانات انتخاب گوناگون به کمک ماتریس ارزیابی E است. گاهی اوقات خود ماتریس ارزیابی شکل بسیار روشنی از اختلاف عمومی بین انتخابهای گوناگون ارائه می‌نماید، به گونه‌ای که تحلیلی در مراحل بعد مورد نیاز نباشد. برای مثال زمانی که یک گزینه ممکن انتخاب، باید برگزیده شود، اگر ماتریس ارزیابی نشان دهد که به طور قطع یک گزینه وجود دارد که شاخص محدودیت در آن نسبت به بقیه «بهترین» است، این امکان انتخاب در آن مورد بر تمام امکانات انتخاب دیگر، گذشته از ترجیحاتی که در زمینه معیارهای مختلف موجود است، برتری دارد. با این حال، بعید نیست که تعدادی از معیارهای متضاد مورد استفاده قرار گیرد که تعابیر درست و صحیح از یک ماتریس ارزیابی را ناممکن سازد. در این مورد با توجه به اهمیت (ارجحیت) معیارهای گوناگون، عبارات اضافی مورد نیاز است. نظرات گوناگون در ارتباط با معیارهای ترجیحات احتمالی را می‌توان در ماتریسی به نام ماتریس ترجیحات^۱ خلاصه کرد. دوباره برای آسانی کار به طور موقت فرض می‌شود که تنها یک بردار کمی از وزنهای W با ابعاد $J \times 1$ وجود دارد که:

$$W' = (W_1, W_2, \dots, W_J) \text{ و } \sum_{j=1}^J W_j = 1 \quad (۷)$$

چند تکنیک مختلف ارزیابی چند ضابطه‌ای عبارت است از: (۱) مجموع وزنی^۱، (۲) تحلیل مطابقت کلی^۲، (۳) تکنیک شاخص دوگانه کلی^۳ و (۴) تکنیک دوباره‌سازی شاخص^۴. این تکنیکها از مجموعه بزرگی از تکنیکهای در دسترس، بعد از بررسی دقیق انتخاب شده‌اند (Voogd et al, ۱۹۸۰).

با وجود این، ممکن است تکنیکهای دیگری نیز افزون بر این تکنیکها برای اجرای ارزیابی کمی مناسب باشد.

مجموع وزنی

تکنیک مجموع وزنی در حقیقت براساس ماتریس هدفها - دستاوردهای هیل است (Hill, ۱۹۸۶). این روش از سوی برنامه‌ریزان دیگر نیز با عنوانهای مختلف به کار گرفته شده است (Stanley, ۱۹۷۴, Schimpeler and Grecco, ۱۹۶۸). تکنیک مجموع وزنی در شکل اصلی خود به صورت زیر به نظر می‌رسد:

$$S = \sum W \quad (8)$$

و یا به صورت زیر:

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ \vdots \\ S_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{11} & \dots & e_{j1} \\ \vdots & & \vdots \\ e_{1I} & \dots & e_{jI} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_J \end{bmatrix} \quad (9)$$

S_i معیار ارزیابی را برای امکان انتخاب i بیان می‌کند. اگر فرض کنیم که ارزشهای بالاتر

-
1. Weighted summation
 2. Generalized concordance analysis
 3. Generalized double index technique
 4. Rescoring technique

برای e_{ij} و W_i دلالت بر «معیار بهتر» داشته باشد، پس گزینه i بهتر از گزینه j خواهد بود اگر $S_i > S_j$.

فرضهای مهم مطرح شده در این تکنیک عبارت است از:

- وزنهای معیارها را می توان براساس یک معیار کمی قابل سنجش، برآورد کرد.
- شاخص کارایی مورد توجه را می توان براساس یک شاخص نسبی برآورد کرد.
- مجموع گیری از اطلاعات از راه جمع کردن ساده آنها انجام می شود.

فرض اول، اغلب در عمل مورد توجه قرار نمی گیرد؛ چرا که در صورت پیدا نکردن وزنهای کمی که اهمیت نسبی واحدهای گوناگون شاخص معیار را منعکس کند، به دست آوردن این اعداد بسیار مشکل است. اگر از یک روش خطی مانند رابطه ۸ استفاده شود، نه تنها ارزیابی وزنها بسیار دشوار خواهد بود، بلکه با به کارگیری روشی غیرخطی بسیار مشکلتر هم خواهد شد. در آن مورد، ممکن است وزنها برای هر گزینه به طور جداگانه به ازای هر معیار با دیگری تفاوت داشته باشند.

همچنین فرض دوم نیز در کاربرد عملی مورد غفلت قرار می گیرد. مجموع وزنی اغلب در شرایطی استفاده می شود که در آن تنها اطلاعات معمولی در دسترس است. ویژگی مطلوب تکنیک مجموع وزنی بی گمان، سادگی آن است. این روش، کاربردی دستی را بدون نیاز به استفاده از کامپیوتر فراهم می سازد.

بحث و نتیجه گیری

در این قسمت براساس اطلاعات جمع آوری شده در مورد طرحهای پیشنهادی در حوزه آبریز قره قوم و با استفاده از مدلهای ارزیابی چند ضابطه ای و روش تحلیل مطلوبیت بده - بستان (UTA) اولویت بندی طرحها را انجام می دهیم و با بهره گیری از نتایج به دست آمده از این دو روش، به مقایسه آنها با یکدیگر می پردازیم. البته برای مقایسه روشهای پیشگفته با روشهای معمولی ارزیابی مالی، نتایج اولویت بندی طرحها را براساس روش منفعت به هزینه نیز ارائه

داده‌ام. برای انجام مقایسه بین دو روش مورد تحقیق، باید در اطلاعات خام جمع‌آوری شده برای این تحلیلها تغییراتی داده شود. این تغییرها پدیدآورنده ماتریسی به نام ماتریس ارزیابی خواهد بود که در مراحل بعدی تحلیل به عنوان مبنا در نظر گرفته خواهد شد.

پس از گردآوری و تکمیل اطلاعات مورد نیاز از ۷۵ طرح، تعدادی طرح به دلیل فنی یا ناکافی بودن اطلاعات در دسترس، حذف و در نهایت ۳۴ طرح برای ارزیابی و اولویت‌بندی انتخاب شد (جدول شماره ۱).

افزون بر این برای ایجاد حالت یکنواختی می‌باید مشترکات این طرحها را تا حد امکان مشخص و متمایز کرد. این مشترکات بیشتر بر مبنای هدفهایی است که شاید به طور کلی در اجرای طرحها مورد نظر قرار گیرد. برای مثال آنچه در این تحقیق به عنوان هدفهای مشترک اجرای طرحهای توسعه منابع آبی در نظر گرفته شد، عبارت است از:

۱. افزایش سطح زیرکشت

۲. افزایش اشتغال

۳. افزایش امنیت غذایی خانوار

۴. افزایش درآمد در واحد سطح

از سویی، محدودیتها نیز باید در این جدول مشخص شود تا براساس آنها تصمیمگیری عقلایی تری انجام گیرد (جدول شماره ۲). عموماً یکی از مهمترین محدودیتها در اجرای هر طرحی، هزینه اجرای آن طرح است و اساساً هدف از انجام تحقیق حاضر این است که با استفاده از منافع مختلفی که هر طرح در منطقه خواهد داشت و در تقابل قرار دادن آن با محدودیتهایی که اجرای سهل و ساده این طرح را در منطقه و در سطح کلان با مشکل روبه‌رو خواهد ساخت، اولویت این پروژه‌ها را در تخصیص منابع محدود از جمله اعتبارات آنها مشخص کرد، بنابراین در اینجا هزینه‌ها به عنوان مهمترین عامل محدودکننده وارد تصمیمگیری خواهد شد. محدودیت خود منابع آبی نیز در یک مرحله به عنوان ابزاری برای تصمیمگیری منطقی‌تر وارد محاسبه و تحلیل شده است. در نتیجه این دو نیز دو معیار را تشکیل می‌دهند. با استفاده از اطلاعات حاصل از این

قسمت، به ماتریسی به نام ماتریس ارزیابی خواهیم رسید که ردیفهای آن مشخص کننده اطره‌های مورد بررسی و ستونهای آن مشخص کننده معیارهای بررسی خواهد بود. در این مورد ماتریس ارزیابی ما ماتریسی با ابعاد 6×34 خواهد بود که ۶ نمایانگر تعداد معیارها و ۳۴ نشاندهنده تعداد طرحهاست. جدول شماره ۲ اطلاعات تشکیل دهنده ماتریس تصمیمگیری را برای ۳۴ طرح برگزیده نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲. اطلاعات تشکیل دهنده ماتریس ارزیابی

شماره طرح	افزایش سطح زیرکشت (هکتار)	افزایش به‌کارگیری نیروی کار (نفر-روز)	افزایش میزان انرژی غذایی (هزار کیلوکالری)	افزایش درآمد ناخالص (میلیون ریال)	هزینه بر مبنای سال ۱۳۷۸ (میلیون ریال)	میزان آب قابل استحصال (میلیون متر مکعب)
۱	۴۲/۷	۲۸۷۳۴/۹۶	۱۴۵۸/۶۷	۵۸/۷۴	۱۲۱۲/۸۳	۰/۶
۲	۷۶/۳	۴۴۶۱/۱۷	۲۱۹۶/۴۳	۱۹/۶۱	۱۰۴۷/۹۵	۱/۸
۳	۵۶۵/۲	۷۰۱۴۲/۵۲	۱۰۴۵۸۶/۶۲	۲۸۱۹/۴۹	۵۰۳۰۹/۷۵	۱۹/۱۳
۴	۴۰۳	۳۱۰۶۰/۱۶	۱۶۶۲۸/۸۱	۶۸۴/۶۲	۵۵۹۵/۷۴	۱۳/۵
۵	۴۷۳/۸	۵۴۴۵۲/۰۶	۹۸۲۷۳/۱۶	۲۴۳۲/۰۳	۲۳۸۸/۷۹	۱۷/۷۷۵
۶	۴۳/۷	۵۷۳۱/۹۵	۷۳۳۳/۸۲	۲۱۲/۹۹	۲۲۶۴/۳۷	۱/۳۵
۷	۱۱۲۰	۷۷۴۳/۶۸	۶۵/۸۸	۹۹۶/۴۵	۱۰۹۵/۱۸	۸/۴
۸	۲۲۷	۱۷۲۱۵/۶۸	۹۴۶۰/۵۰	۳۸۰/۹۴	۵۷۲۲/۸۵	۵/۶۲۵
۹	۷۱/۸	۵۴۴۵/۳۱	۲۹۹۲/۳۵	۱۲۰/۴۹	۹۹۳۷/۱۱	۱/۷۷۶
۱۰	۹۲/۵	۱۷۴۵۰/۱۶	۶۲۱۳/۵۱	۷۲۲/۰۰۱	۵۴۶۹/۴۲	۲/۹۲۵
۱۱	۱۷/۱۵	۱۹۳۴/۶۹	۳۶۴۵/۶۵	۸۸/۶۹	۶۲۷۰/۵۷	۰/۵۴
۱۲	۷۰/۳۵	۸۰۸۴/۶۲	۱۴۹۲/۶۸	۱۴۷/۱۳	۶۲۷۰/۵۷	۱/۹۰۴
۱۳	۱۰۷/۱۱	۱۲۳۰۹/۰۸	۲۲۷۲/۶۶	۲۲۴/۰۱	۲۷۸۶/۲۸	۲/۸۹۸
۱۴	۷۱۶/۳۴	۱۳۱۳۰۵/۱۲	۶۹۳۲۷/۷۹	۳۵۵۱/۵۹	۵۲۷۸۷/۵۴	۲۲
۱۵	۴۹/۸۴	۳۷۷۹/۸۷	۲۰۷۶/۳۱	۸۳/۶۱	۵۳/۴۴	۱/۲۳۳
۱۶	۱۱۷/۰۵	۲۱۴۵۵/۲۷	۱۱۳۲۸/۱۷	۵۸۰/۳۳	۱۳۶/۹۵	۳/۵۹۵
۱۷	۸/۶	۷۳۹/۶	۵۵۷/۶۱	۴۷/۱۴	۸۹/۵۸	۰/۲
۱۸	۴۰۰	۲۴۸۹۲/۴	۲۲۰۲۵/۵۶	۴۴۶/۹۸	۹۵۸۹/۲۶	۳/۱
۱۹	۱۰/۷۴	۸۳۷/۲۹	۶۷۸/۰۶	۴/۳۴	۱۹/۶۹	۰/۱۵
۲۰	۲۴/۶	۴۰۱/۱۹	۱۵۴۶/۸۴	۱۵/۱۲	۱۳۱۳/۸۳	۱/۹۵
۲۱	۳۰۰	۱۵۳۷۵/۵۴	۲۵۴۲۱/۶۸	۳۲۷/۱۱	۲۴۴۲/۵۳	۱۱/۷
۲۲	۱۴۱/۳۹	۱۳۵۷۳/۴۴	۱۳۴۰۹/۲۵	۴۸۴/۴۹	۱۶۱۱/۰۴	۵/۲۲
۲۳	۴۰/۶۳	۳۹۰۰/۴۸	۳۸۵۳/۳۰	۱۳۹/۲۲	۱۲۷/۲۳	۲/۶
۲۴	۴۵۰	۲۶۵۸۹/۶	۲۵۳۶۹/۲۶	۴۶۵/۵۷	۱۵۰۴۹/۳۶	۳
۲۵	۵۷۵/۶۵	۶۳۶۵۷/۳۹	۴۱۲۱۸/۱۶	۱۲۲۷/۰۷	۱۵۲۸۷/۴	۴/۹۵

شماره طرح	افزایش سطح زیرکشت (هکتار)	افزایش به کارگیری نیروی کار (نفر-روز)	افزایش میزان انرژی غذایی (هزارکیلوکالری)	افزایش درآمد ناخالص (میلیون ریال)	هزینه بر مبنای سال ۱۳۷۸ (میلیون ریال)	میزان آب قابل استحصال (میلیون مترمکعب)
۲۶	۲۸۳۲	۲۱۶۷۷۸/۸۸	۱۱۸۰۲۷/۰۵	۴۷۵۲/۶۵	۲۳۳۷۸/۹۶	۸۶/۵۲
۲۷	۱۶۱۸/۲	۱۰۴۵۴۹/۷	۳۵۲۷۴۹/۳۶	۴۰۹۶/۱۳	۳۵۸۳/۱۸	۴/۹۹۵
۲۸	۶۳۱	۶۰۵۷۶	۵۴۸۶۵/۵۹	۲۱۶۲/۲۰	۶۳۰۴/۴	۵/۰۶
۲۹	۸۹	۵۵۹۵/۱۲	۲۱۲۸۹/۷۰	۲۱۰/۷۲	۷۱۶۶/۳۶	۲/۷
۳۰	۱۴۰	۱۲۷۴۰	۱۲۷۲۴/۱۹	۴۷۹/۷۳	۳۵۸۳/۱۸	۳/۲۱
۳۱	۱۴۲	۲۶۰۲۸/۶	۱۳۷۴۲/۸۴	۷۰۴/۰۳	۶۰۸۱/۲۱	۴/۲۲
۳۲	۴۴۰	۳۰۶۸۲/۷۴	۳۷۷۴۱/۹۰	۷۱۰/۹۹	۴۷۸۶/۳	۴/۱۳
۳۳	۲۳۵	۱۸۶۳۶/۳۵	۲۴۴۱۹/۲۱	۴۷۵/۴۱	۶۴۴۹/۷۳	۳/۱۲
۳۴	۱۸۰۰	۷۳۷۲۰/۴۱	۹۳۹۰۳/۶۳	۱۶۳۴/۵۵	۲۱۸۵۱/۷	۱۴/۰۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

روش ارزیابی چند ضابطه‌ای

تکنیک برگزیده ارزیابی چند ضابطه‌ای در این تحقیق تکنیک مجموع وزنی است و مراحل اجرای آن را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. ماتریس ارزیابی. این نخستین مرحله در اجرای تکنیک پیشگفته است که نتیجه آن در جدول شماره ۲ مشاهده شد. همان‌گونه که از جدول مشخص است، در حقیقت این ماتریس از ۳۴ ردیف مشخص کننده گزینه‌های طرح یا امکانات انتخاب، تشکیل یافته و ستونهای آن مشخص کننده معیارهاست که در این مورد معیارهای برگزیده، چنین بود: (۱) افزایش سطح زیر کشت، (۲) افزایش به کارگیری نیروی کار، (۳) افزایش میزان انرژی غذایی، (۴) افزایش درآمد ناخالص (بر حسب میلیون ریال)، (۵) هزینه‌های اجرای طرح (بر حسب میلیون ریال و بر مبنای سال ۱۳۷۸) و (۶) موجودی آب قابل استحصال (بر حسب میلیون متر مکعب).

۲. استاندارد سازی اطلاعات. استاندارد سازی اطلاعات به دو منظور انجام می‌گیرد: (۱) بی‌واحد و بی‌مقیاس کردن داده‌ها و (۲) نرمال سازی آنها به گونه‌ای که بین دو مقدار صفر و یک قرار گیرند. این در حقیقت به منظور همگن سازی اطلاعات انجام می‌شود و مقادیر مختلفی را

که به هر یک از این داده‌ها اختصاص داده شده‌است در یک دامنه خاص قرار می‌دهد. از جمله این روشهای نرمال‌سازی می‌توان به تقسیم هر عنصر ستون بر بزرگترین عنصر در آن ستون (روش به کار رفته در اینجا)، تقسیم عنصر هر ستون بر اختلاف بین بزرگترین و کوچکترین عناصر آن ستون، تقسیم اختلاف هر عنصر با کوچکترین عنصر هر ستون بر اختلاف بین بزرگترین و کوچکترین عنصر هر ستون، تقسیم هر عنصر بر مجموع عناصر هر ستون و مواردی از این دست اشاره کرد. نتیجه تمامی این عملیات قرار دادن داده‌ها بین دامنه صفر و یک است. پس در این مورد می‌توان نوشت:

$$e_{ji} = s_{ji} / \max s_{ji}$$

۳. در این مرحله لازم است ماتریس ترجیحات را که یک بردار $1 \times z$ است، تشکیل دهیم. این بردار، اهمیت نسبی هر یک از هدفها و منابع یا به دیگر سخن، معیارها را نشان می‌دهد و در این مورد نیز مجموع عناصر بردار باید برابر با یک باشد و هر یک از عناصر در دامنه‌ای بین صفر و یک قرار گیرند. در مورد مسئله این تحقیق برای وزن دهی به معیارها یا همان تعیین اهمیت نسبی، مقیاسی به کار رفته که از ترجیح یکسان تا بی اندازه مرجح طراحی شده‌است. تجربه نشان داده است که استفاده از مقدار عددی $1/9$ تا 9 ، تصمیمگیرنده را کمک می‌کند که مقایسه را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. به همین علت استفاده از جدول شماره ۳ در امتیازدهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد در آمده است.

بر این اساس، هر یک از معیارها، یک ضریب اهمیت گرفتند و پس از آن نیز نرمال شدند که نتیجه آن در جدول شماره ۴ نشان داده شده‌است.

۴. در این مرحله هر یک از ستونها را در این بردار ضرب می‌کنیم و به برداری با ابعاد 1×34 می‌رسیم که پس از مرتب کردن آن بر حسب اندازه به برداری خواهیم رسید که در آن پروژه‌ها بر حسب اولویت در دسترسی به منابع و برآورده ساختن هدفها اولویت بندی شده‌اند. نتیجه این مرحله نیز در جدول شماره ۵ آمده است.

جدول شماره ۳. مقیاس دو به دو

مقدار	درجه اهمیت
۱	ترجیح یکسان
۲	یکسان تا نسبتاً مرجح
۳	نسبتاً مرجح
۴	نسبتاً تا قویاً مرجح
۵	قویاً مرجح
۶	قویاً تا بسیار قوی مرجح
۷	ترجیح بسیار قوی
۸	بسیار تا بی‌اندازه مرجح
۹	بی‌اندازه مرجح

مأخذ: منبع شماره ۱

جدول شماره ۴. ضریب اهمیت معیارها و مقادیر نرمال شده آنها

مقدار	درجه اهمیت	مقدار نرمال شده
افزایش سطح زیر کشت	۷	۰/۱۸۴
افزایش به کارگیری نیروی کار	۵	۰/۱۳۲
افزایش انرژی غذایی	۵	۰/۱۳۲
افزایش درآمد ناخالص	۷	۰/۱۸۴
هزینه	۹	۰/۲۳۷
میزان آب قابل استحصال	۷	۰/۱۳۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول شماره ۵. نتایج نهایی ارزیابی چند ضابطه‌ای

شماره طرح	مقادیر نرمال	مقادیر نرمال	مقادیر نرمال	مقادیر نرمال	مقادیر نرمال	اولویت بندی	اولویت بندی
	افزایش سطح کشت	افزایش نیروی کار	انرژی غذایی	درآمد ناخالص	مقادیر نرمال	میزان آب در دسترس	پروژه‌ای
۲۷	۰/۵۷۱	۰/۴۸۷	۱/۰۰۰	۰/۸۶۲	۰/۰۶۶	۰/۰۵۸	۰/۴۳۶
۲۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۳۵	۱/۰۰۰	۰/۴۳۰	۱/۰۰۰	۰/۳۱۰
۵	۰/۱۶۷	۰/۲۵۴	۰/۲۷۹	۰/۵۱۲	۰/۰۴۴	۰/۲۰۵	۰/۱۵۸
۲۸	۰/۲۲۳	۰/۲۸۲	۰/۱۵۶	۰/۴۵۵	۰/۱۱۶	۰/۰۵۸	۰/۱۴۷
۳۴	۰/۶۳۶	۰/۳۴۳	۰/۲۶۶	۰/۳۴۴	۰/۴۰۲	۰/۱۶۲	۰/۱۴۴
۷	۰/۳۹۵	۰/۳۶۱	۰/۰۰۰	۰/۲۱۰	۰/۰۲۰	۰/۰۹۷	۰/۱۴۱

ادامه جدول شماره ۵

اولویت بندی پروژه ای	اولویت بندی میزان آب در دسترس	مقادیر نرمال هزینه ها	مقادیر نرمال درآمد ناخالص	مقادیر نرمال انرژی غذایی	مقادیر نرمال افزایش نیروی کار	مقادیر نرمال افزایش سطح کشت	شماره طرح
۰/۰۷۷	۰/۰۵۷	۰/۴۸۱	۰/۲۵۸	۰/۱۱۷	۰/۲۹۶	۰/۲۶۸	۲۵
۰/۰۶۲	۰/۰۴۸	۰/۰۸۸	۰/۱۵۰	۰/۱۰۷	۰/۱۴۳	۰/۱۵۵	۳۲
۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۰۳	۰/۱۲۲	۰/۰۳۲	۰/۱۰۰	۰/۰۴۱	۱۶
۰/۰۳۳	۰/۱۵۶	۰/۱۰۳	۰/۱۴۴	۰/۰۴۷	۰/۱۴۵	۰/۱۴۲	۴
۰/۰۲۷	۰/۲۵۴	۰/۹۷۲	۰/۷۴۷	۰/۱۹۷	۰/۶۱۱	۰/۲۵۳	۱۴
۰/۰۲۶	۰/۰۶۰	۰/۰۳۰	۰/۱۰۲	۰/۰۳۸	۰/۰۶۳	۰/۰۵۰	۲۲
۰/۰۲۵	۰/۰۴۹	۰/۱۱۲	۰/۱۴۸	۰/۰۳۹	۰/۱۲۱	۰/۰۵۰	۳۱
۰/۰۲۳	۰/۱۳۵	۰/۰۴۵	۰/۰۶۹	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۱۰۶	۲۱
۰/۰۲۱	۰/۰۳۶	۰/۱۱۹	۰/۱۰۰	۰/۰۶۹	۰/۰۸۷	۰/۰۸۳	۳۳
۰/۰۲۰	۰/۰۳۶	۰/۱۷۷	۰/۰۹۴	۰/۰۶۲	۰/۱۱۶	۰/۱۴۱	۱۸
۰/۰۲۰	۰/۰۳۷	۰/۰۶۶	۰/۱۰۱	۰/۰۳۶	۰/۰۵۹	۰/۰۴۹	۳۰
۰/۰۱۱	۰/۰۳۴	۰/۰۹۷	۰/۰۹۹	۰/۰۲۶	۰/۰۸۱	۰/۰۳۳	۱۰
۰/۰۱۰	۰/۰۶۵	۰/۱۰۵	۰/۰۸۰	۰/۰۲۷	۰/۰۸۰	۰/۰۸۰	۸
۰/۰۰۷	۰/۰۳۳	۰/۰۵۱	۰/۰۴۷	۰/۰۰۶	۰/۰۵۷	۰/۰۳۸	۱۳
۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۱۵
۰/۰۰۷	۰/۰۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۴	۲۳
۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۴۲	۰/۰۴۵	۰/۰۲۱	۰/۰۲۷	۰/۰۱۵	۶
۰/۰۰۵	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷	۲
۰/۰۰۳	۰/۰۳۵	۰/۲۷۷	۰/۰۹۸	۰/۰۷۲	۰/۱۲۴	۰/۱۵۹	۲۴
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۱۷
۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۱۹
۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۲۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۱
-۰/۰۰۶	۰/۰۳۳	۰/۰۲۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۲۰
-۰/۰۱۰	۰/۰۳۱	۰/۱۳۲	۰/۰۴۴	۰/۰۶۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۱	۲۹
-۰/۰۱۴	۰/۰۲۲	۰/۱۱۵	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳۸	۰/۰۲۵	۱۲
-۰/۰۲۱	۰/۰۰۶	۰/۱۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۱۱
-۰/۰۳۲	۰/۰۲۱	۰/۱۸۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۹
-۰/۰۰۸	۰/۲۲۱	۱/۰۰۰	۰/۵۹۳	۰/۲۹۶	۰/۳۲۷	۰/۳۰۰	۳

مأخذ: یافته های تحقیق

ستون آخر در حقیقت نتیجه به کارگیری این روش را نشان می دهد که در آن پروژه ها

برحسب اولویت ردیف شده اند.

همانگونه که پیشتر توضیح دادیم برای محاسبه عملکرد مطلق پروژهها در برابر هدفها، منابع مورد نیاز و شاخصهای مربوط، ابتدا نیازهای اطلاعاتی فهرست شد. سپس از ۷۵ پروژه، آن دسته از پروژهها که دارای حداقل اطلاعات مورد نیاز بود، انتخاب گردید. سرانجام عملکرد مطلق ۳۴ پروژه برگزیده برای هر هدف و منبع مورد نیاز محاسبه شد.

در مرحله بعد، از هر پروژه در مقابل هدفها و منابع تعریف شده، ارزیابی انجام گرفت. سپس پروژهها به صورت تعدادی از گزینههای رتبه بندی شده، در آمد. رتبه بندی این گزینهها مربوط به سریهای وزنی بود که اهمیت نسبی هدفها و منابع مورد نیاز را نشان می داد. سریهای وزنی به روشی تعیین شد که وسیعترین حالات ترجیحات سیاسی را بدون اینکه انتخابی بین آنها باشد در برگیرد. اولویت بندی مطلق و واحدی نیز مورد نظر نبود. تحلیل حساسیت رتبه بندی نسبت به تغییرات سریهای وزنی هدفها و منابع انجام گرفت. هر رتبه بندی با این ترتیب حاصل سری وزنی، در حالی به دست آمد که مطلوبترین در آن سری به شمار می رفت. سری وزنی در مجموع برای چهار شاخص، جهت هدفها و یک شاخص برای منابع، به شرح جدول شماره ۶ اعمال شد.

جدول شماره ۶. سریهای وزنی اعمال شده برای هدفها و منابع مختلف

منابع	اهداف				سری وزنی
	درآمد ناخالص	انرژی غذا	نیروی کار	سطح زیرکشت	
هزینهها					
۱	۰	۰	۰	۱	۱۰۰۰۱
۱	۰	۰	۱	۰	۱۰۰۱۰
۱	۰	۱	۰	۰	۱۰۱۰۰
۱	۱	۰	۰	۰	۱۱۰۰۰
۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۱۲۲۲۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

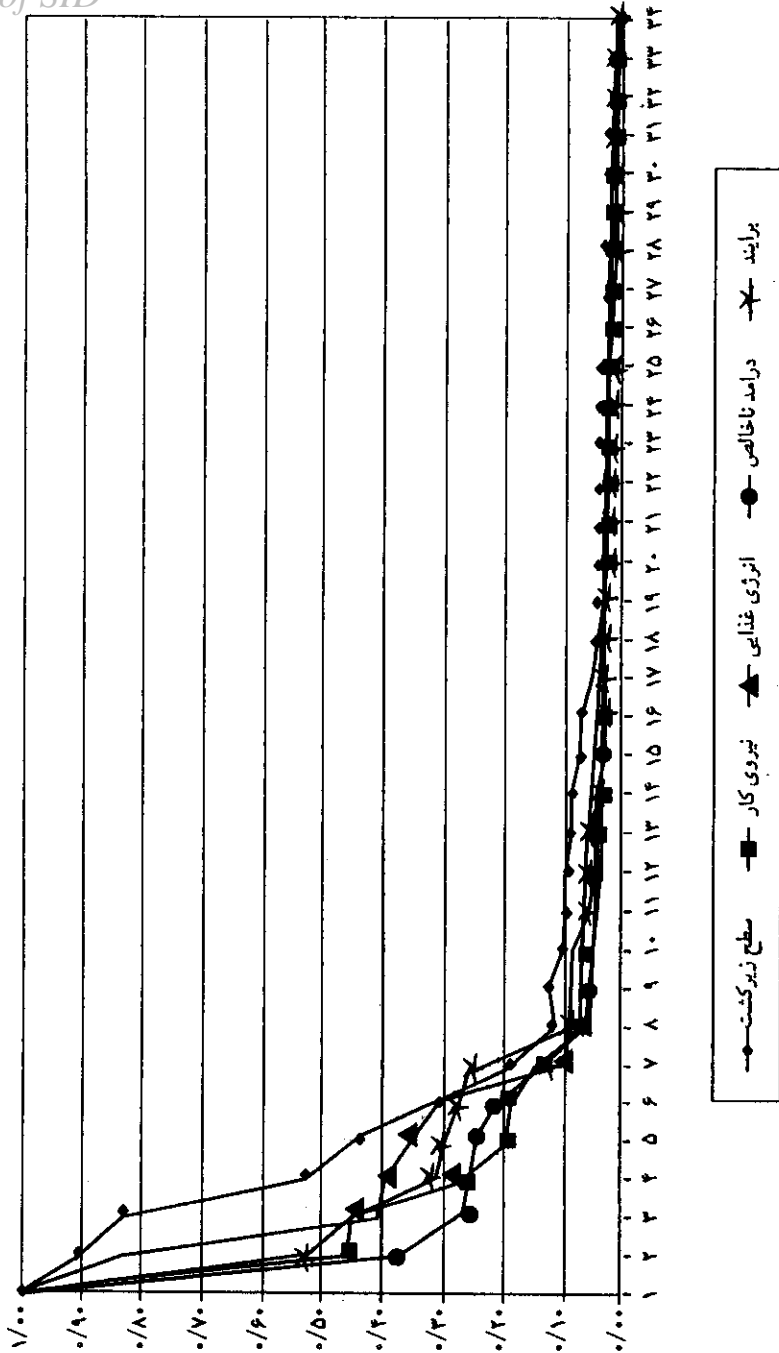
در این مطالعه، رتبه‌بندی ایجاد شده به کمک پارامتر متمایزی به نام C-Valu به دست آمد که پیشتر طی معادله‌های ۱ تا ۵ محاسبه شده بود. این پارامتر شاخصی برای مطلوبیت است که در آن یک پروژه مجموع منابع محدود معینی را برای برآورد مجموع هدفهای مورد نظر تبدیل می‌کند. حاصل این محاسبات ۵ سری پروژه‌های رتبه‌بندی شده است. در هر سری از پروژه‌های رتبه‌بندی شده، انقطاع در عملکرد تراکمی تعیین شد و ملاک دسته‌بندی پروژه‌ها زیر عنوان گزینه‌های توسعه‌ای قرار گرفت. اعمال تکنیک تحلیل خوشه‌ای برای هر شاخص به طور جداگانه، نقش مهمی در تعیین نقاط انقطاعی در عملکرد تراکمی داشت.

در مرحله بعد، همه گزینه‌ها بر اساس شاخص مطلوبیت جامع آنها رتبه‌بندی شدند. یادآوری می‌شود که شاخص مطلوبیت جامع، شاخصی است که یک گزینه مجموع منابع را به مجموع برآورد هدفها تبدیل می‌کند. سپس برای تفکیک گزینه‌های مطلوب از گزینه‌های سطوح پایینتر، همه گزینه‌ها که دارای پروژه تکراری بودند، با توجه به عملکرد جامع و حجم گزینه، حذف شدند. این گزینه‌های مطلوب به گروههای مشابه بر مبنای عملکرد تراکمی با استفاده از تکنیک خوشه‌ای تفکیک یافتند. برای انتخاب و توصیه نهایی، تحلیل بده-بستان بین عملکرد این گزینه‌ها در داخل هر گروه و همچنین بین گروهها انجام گرفت. این تحلیل به انتخاب و پیشنهاد ۴ گزینه بارز منجر شد.

نتایج عملیات انجام گرفته بر داده‌ها و تشکیل گزینه‌های توسعه‌ای را می‌توان با استفاده از نمودار شماره ۲ مشخص کرد. در عمل انقطاعهای پدید آمده در روند تغییر داده‌ها مبنای تشکیل گزینه‌های نهایی می‌شود. بر این اساس می‌توان گزینه‌های توسعه‌ای را مشخص نمود. جدول شماره ۷ گزینه‌های پیشنهادی توسعه منابع آبی را در حوزه آبریز مورد نظر نشان می‌دهد.

در این مرحله عملکرد تراکمی گزینه‌های پیشنهادی توسعه‌ای به عنوان پایه‌ای برای ارائه شفاف وضعیت پروژه‌ها به تصمیمگیران به کار می‌آید و تصمیمگیر خواهد توانست با بررسی این جدول نیازهای اجرایی طرحها را با پتانسیلهای موجود در تقابل قرار دهد و تصمیمگیری کند.

نمودار شماره ۲. عملکرد نسبی گزینه‌های توسعه‌ای



بر اساس جدول شماره ۷ تصمیمگیر می تواند با توجه به محدودیت منابع، گزینه‌های *Asbhi* را که در برگرفته تعداد مختلفی از طرحهاست، برگزیند. عناصر تشکیل دهنده این جدول چشم اندازی روشن از وضعیت بعدی را در شرایط با پروژه و بدون پروژه، برای او نمایان می سازد تا بتواند برای دستیابی به هر یک از این فاکتورها که همان هدفهاست، برنامه ریزی اجرایی خاصی را به کار بندد. تحلیلگر در این قسمت نیز می تواند تصمیمگیر را در تصمیم نهایی راهنمایی کند و وضعیت این پروژه‌ها را در صورت تأمین مقادیر مختلف منابع به او توضیح دهد. مشخصه این روش، ارائه برنامه‌های توسعه‌ای است که طرحهای اجرایی را در بر می گیرد و نیز در شناسایی روش مناسب برای برنامه ریزی کوتاه مدت مبتنی بر نگرش پایین به بالا، قابلیت اجرایی اهمیت خاصی دارد.

جدول شماره ۷. گزینه‌های پیشنهادی توسعه منابع آبی

گزینه پیشنهادی	تعداد پروژه	فهرست پروژه‌های در برگرفته	افزایش سطح زیر کشت	افزایش به کارگیری نیروی کار	افزایش انرژی غذایی	افزایش درآمد ناخالص	هزینه‌ها
۱	۵	۵+۱۵+۷+۱۶+۲۷	۳۳۲۹/۱	۱۶۵۵۰۶	۴۵۳۷۲۲/۲۳	۷۶۵۷/۳۵	۷۲۱۰/۱۷
۲	۱۰	گزینه ۳۲+۲۸+۲۱+۲۶+۳۴+۱	۹۱۷۳/۵	۵۶۰۶۳۹/۶	۷۸۳۶۷۲/۸۸	۱۷۲۴۴/۷۶	۹۲۹۷۵/۰۶
۳	۲۱	گزینه ۳۰+۱۴+۲۵+۲۲+ ۲+۶+۳۱+۱۳+۳۳+۲+۲۳	۱۱۹۷۶/۶۲	۸۸۴۲۴۳/۶	۹۹۰۷۹۹/۳۴	۲۵۵۱۹/۵۳	۱۸۵۶۲۳/۷۳
۴	۳۴	گزینه ۱۲+۹+۱۱+۲۴+۱۹+۸+ ۲۹+۱۸+۱۰+۱۷+۲۰+۳۰	۱۴۰۲۶/۲۶	۱۰۶۶۳۳۵/۷	۱۱۹۵۱۴۶/۲۴	۳۰۶۷۶/۳۹	۳۰۷۷۸۴۴/۹۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ارزیابی مالی منفعت به هزینه

در ارزیابیهای اقتصادی به طور معمول از روشهای مقایسه‌ای همچون: منفعت به هزینه،

نرخ بازگشت سرمایه، نرخ بازده داخلی و دیگر روشهای ارزیابی مالی استفاده نمی‌شود. البته کارگیری این روشها به دلیل نگرشی تک بعدی به مسئله اولویت بندی طرحها، با وجود استفاده رایج و شایع آنها در بررسیهای اقتصادی، از جامعیت مورد نظر برخوردار نیست و اگر دیگر معیارهای مربوط به اجرای پروژهها را در این اولویت بندی در نظر نگیریم چه بسا به نتایج متضادی نیز خواهیم رسید. آنچه در این میان اهمیت دارد آن است که پس از ارزیابی طرحها بر اساس این معیار، گاهی به نتایجی می‌رسیم که اجرای طرح را از دیدگاه معیار یاد شده غیر اقتصادی می‌نماید. اما پس از گفتگو با دست‌اندرکاران اجرایی و مسئولان مربوط نمایان می‌شود که معیارهای دیگری در اجرای این طرحها مورد نظر است که با وجود نامطلوبیت اقتصادی طرح در درازمدت باز به اجرای آن می‌پردازند و مسائل مالی را در درجات بعدی اهمیت قرار می‌دهند. از جمله این مسائل می‌توان به مسائل سیاسی مانند: حفظ جمعیت روستایی در مرزهای بین‌المللی، جلوگیری از مهاجرت و حل مشکلات برآمده از مسئله حبابه که باعث پدید آمدن درگیری‌های محلی بین روستاییان در اغلب نقاط می‌شود، اشاره کرد. البته باید یادآوری کرد، چون این نکته‌ها در تمامی طرحها به صورت مشترک وجود نداشته، از منظور کردن آنها به عنوان یک معیار در دو روش موضوعی تحقیق خودداری شده است. نتایج محاسبات ارزیابی اقتصادی براساس روش منفعت به هزینه در جدول شماره ۸ آمده است که نشان می‌دهد بیشتر طرحها توجیه اقتصادی ندارد.

جدول شماره ۸ نتایج مقایسه طرحها براساس روش منفعت به هزینه

ردیف	شماره طرح	مقدار منفعت به هزینه
۱	۱۶	۱/۹۵
۲	۷	۱/۸۹
۳	۵	۱/۸۳
۴	۲۶	۱/۸
۵	۲۸	۱/۷۷
۶	۲۲	۱/۷۶
۷	۲۷	۱/۷
۸	۳۲	۶/۶۸
۹	۸	۱/۶۲

ادامه جدول شماره ۸

مقدار منفعت به هزینه	شماره طرح	ردیف
۱/۵۶	۱۰	۱۰
۱/۵۳	۶	۱۱
۱/۵۲	۲۱	۱۲
۱/۵۲	۳۰	۱۳
۱/۴۹	۳	۱۴
۱/۴۳	۱۷	۱۵
۱/۴	۱۳	۱۶
۱/۳۸	۲۵	۱۷
۱/۳۶	۴	۱۸
۱/۳۵	۱۵	۱۹
۱/۳۱	۱	۲۰
۱/۳۱	۱۹	۲۱
۱/۳	۳۱	۲۲
۱/۲۶	۳۴	۲۳
۱/۲۵	۳۳	۲۴
۱/۲۲	۱۴	۲۵
۱/۱۶	۲۹	۲۶
۱/۱۵	۲۳	۲۷
۱/۱۲	۱۸	۲۸
۱/۱	۱۲	۲۹
۱/۰۹	۲۴	۳۰
۱/۰۵	۲	۳۱
۰/۹۹	۱۱	۳۲
۰/۹۶	۹	۳۳
۰/۹۵	۲۰	۳۴

مقایسه روشها

یکی از هدفهای این تحقیق مقایسه روشهای برنامه ریزی در مدیریت پایدار منابع آبی و نیز مقایسه آن با دیگر روشهای بررسیهای مالی است. بنابراین با ارائه تصویری از این روشها و فرضیه‌های مسئله‌ای و روش دستیابی به راه حل مطلوب و نهایی، دو روش ارزیابی چند ضابطه‌ای، مجموع وزنی و روش تحلیل مطلوبیت بده -ستان (UTA) برای این منظور به دلیل نوع داده‌های موجود، انتخاب و یافته‌های این دو روش ارائه شد. افزون بر آن نتایج مقایسه طرحها نیز بر اساس معیار منفعت به هزینه به نگارش در آمد. البته با توجه به اینکه مبنا و اساس دو روش یاد شده با روشهای ارزیابی مالی اختلاف دارد ممکن است مقایسه آنها با یکدیگر از

لحاظ روش کاری درست نباشد. از همین رو، در این مباحث ابتدا نتایج دو روش را نسبت به هم می‌سنجیم و در پایان آنها را با روش ارزیابی مالی در تقابل قرار می‌دهیم.

آنچه در نگاه اول مشخص می‌شود، تفاوت در ارائه جواب نهایی در دو روش است، به گونه‌ای که نتیجه نهایی روش ارزیابی چند ضابطه‌ای مجموع وزنی، برداری با ابعاد ۱×۳۴ خواهد بود که در آن پروژه‌ها برحسب اولویت در دستیابی به هدفها و استفاده کمتر از منابع محدود ردیف شده‌اند. مشخصه این روش تحمیل بردار اهمیت نسبی هدفها و منابع به مدل است که با تغییر این ضرایب به طور قطع نتیجه نهایی نیز تغییر خواهد کرد و دیدگاههای شخصی تصمیمگیر یا تحلیلگر که تأثیر گرفته از شرایط سیاسی و سیستم چند بعدی حاکم بر فضای تصمیمگیری است، در ارائه این ضرایب و به دنبال آن، در نتیجه نهایی بسیار تأثیر خواهد گذاشت. تصمیمگیر در این روش برای تصمیمگیری نیاز دارد عملکرد پروژه‌ها را در برآورد هدفها و استفاده از منابع محدود محاسبه کند و روند اجرای پروژه‌ها را تا حد آستانه موجودی منابع برآورد نماید. شاید این را بتوان به عنوان یکی از کاستیهای این روش برشمرد که تحلیلگر تا مرحله نهایی یعنی مرحله اجرایی برنامه پیشنهادی با تصمیمگیر همراه نیست. این در حالی است که تصمیمگیر نیز نیاز دارد روند اجرایی روش را در مقاطع گوناگون بررسی کند و با تحلیلگر به مشورت بپردازد؛ اما تنها با یک سری پروژه‌های اولویت‌بندی شده روبه‌روست که برای در تقابل قرار دادن این پروژه‌ها با موجودی منابع نیاز به یک مرحله کار اضافی دارد.

از امتیازهای این روش می‌توان به سادگی آن اشاره داشت. تفهیم آن برای هر شخصی آسان است و می‌توان آن را با یک برنامه کوچک رایانه‌ای حل کرد و با بهره‌گیری از برنامه‌های ساده محاسباتی به نتیجه نهایی دست یافت.

روش تحلیل مطلوبیت بده - بستان در انتها برنامه‌ای ارائه می‌دهد که در برگزیده پروژه‌های اولویت‌دار است ارائه می‌دهد. از نکته‌های عمده این روش استفاده از وسیعترین حالات ترجیحات سیاسی است بدون اینکه انتخابی بین آنها باشد. اولویت‌بندی مطلق و واحدی در نظر گرفته نمی‌شود و نیازی نیست که ضرایب اهمیت خاصی را از تصمیمگیر بگیرد و بر مدل

تحلیل کند. در حقیقت بارزترین تفاوت این روش با روشهای ارزیابی مبتنی بر ضابطه‌های در این قسمت از کار است، چرا که پایه تحلیل هر دو روش که همان ماتریس ارزیابی و ماتریس استاندارد شده به شمار می‌آید، یکسان است و مبنای اولویت‌بندی هدفها و منابع، این دو روش را از هم متمایز ساخته است. جدول نهایی ارائه شده در حقیقت نقص روش پیشین را برطرف می‌کند چرا که تحلیلگر در این قسمت عملکرد برنامه‌های در برگیرنده پروژه‌ها را نیز محاسبه می‌نماید و تصمیمگیر را در تصمیم نهایی خود راهنمایی می‌کند. افزون بر این تصمیمگیر خواهد توانست در سطوح مختلف موجودی منابع و دستیابی به هدفهای پروژه‌های تأمین‌کننده این نیازها را مشاهده کند و دست به انتخاب بزند. این روش دارای یک فرایند سیستم اطلاعاتی است، به گونه‌ای که تصمیمگیر را حمایت می‌کند تا در صورت تغییر میزان منابع در دسترس و یا تغییر در حد هدفهای مورد انتظار همچنان توانایی تصمیمگیری داشته باشد. دستاورد ویژه این روش، قابلیت اجرا در سطح همه مناطق و توجه به نتایج برنامه‌ها به عنوان پروژه‌های متعدد تلفیق‌شدنی در سطح ملی است. در این حالت به کمک این مدل می‌توان برنامه‌های ملی را که حاصل تلفیق برنامه‌های منطقه‌ای است، تدوین کرد.

از نظر تشابه نتایج، بویژه در سطوح بالایی اولویت‌بندی، تشابهاتی را در هر سه روش می‌بینیم، اما هر چه به سطوح پایینتر اولویت‌بندی‌ها می‌رسیم، این تفاوتها آشکارتر می‌شود و بویژه روش ارزیابی منفعت به هزینه تفاوت بیشتری با دو روش دیگر را آشکار می‌کند. البته این تفاوت، چنانکه پیشتر نیز گفته شد، به دلیل تفاوت روش است و می‌توان گفت که طرحهایی با اولویت بالا در روشهای مختلف اهمیت خود را نشان داده‌اند و تصمیمگیر به آسانی خواهد توانست، آنها را برگزیند.

پیشنهادها

در مقایسه کلی دو روش می‌توان تفاوتهایی را در نتیجه نهایی مشاهده کرد که به طور مشخص به دلیل تفاوت در ضرایب اهمیت نسبی ارائه شده به هر دو روش است که بر پاسخ نهایی

تأثیر مستقیم گذاشته است. اگر از بعد اجرایی به این دو روش نگاه کنیم می توان گفت که روش تحلیل مطلوبیت بده - بستان، قابلیت اجرایی بیشتری دارد و در ارائه پاسخ نهایی قویتر ظاهر می شود. شرایط خاص فضای تصمیمگیری در جهان واقعی به گونه ای است که نظرات تصمیمگیران نهایی، برنامه ریزان، سرمایه گذاران و افراد کلیدی گروههای ذینفع در روند دستیابی به پاسخ نهایی بسیار تأثیر می گذارد و اگر بتوان این تأثیر را کم رنگ کرد می توان ادعا نمود که نتیجه نهایی ارائه شده واقعیتراست. این ویژگی را در روش تحلیل مطلوبیت بده - بستان می بینیم که سربهای وزنی به روشی تعیین می شود که وسیعترین حالات ترجیحات سیاسی را بدون اینکه انتخابی بین آنها باشد در بر گیرد. البته در تصمیمگیری برای به کارگیری روش ارزیابی، توجه به ماهیت داده ها از اهمیت خاصی برخوردار است و این توجه، بویژه زمانی نمود می یابد که داده های کیفی وارد مدل تصمیمگیری می شود و ارائه روشهای کمی کردن این متغیرهای کیفی نیز تا حد زیادی بر ارائه تصمیم نهایی، تأثیرگذار خواهد بود. با وجود این هر دو روش قابلیت به کارگیری متغیرهای کیفی را نیز دارند که در این تحقیق به دلیل ماهیت داده های مورد استفاده که تماماً کمی بودند از گفتن آنها خودداری شد و نگارنده بررسی این گونه مسائل را به مراجع یاد شده در فصل منابع ارجاع می دهد. در نتیجه گیری کلی بین سه روش می توان گفت که با وجود کاربردهای وسیعی که روشهای ارزیابی مالی دارد، استفاده از روشهای مورد تحقیق در این مسئله، بویژه درباره منابع طبیعی، تصمیمگیران را به ارائه تصمیمگیری های منطقیتر رهنمون می سازد و چنانکه دیدیم با اینکه بعضی از طرحها از لحاظ ارزیابی مالی وجاهت اجرایی نداشتند، به دلیل دیگر مسائل درگیر در امر تصمیمگیری، باز هم اجرا می شدند.

نتیجه اینکه، اهمیت دستیابی به مدیریت پایدار بهره برداری از منابع، بویژه منابع آبی که در قرن آینده اهمیت صد چندان خواهد داشت و توجه به روشهای گوناگون که تأمین کننده این مهم با توجه به هدفهای متضاد و مغایر با منابع محدود است، اهمیت خاصی دارد. شاید یادآوری این پیام آشنا که «صرفه جویی، کم مصرف کردن نیست، بلکه درست مصرف کردن است»، در این زمینه کاملاً بجا باشد و با به کارگیری این روشها به گونه ای، عملی شود. تصمیمگیرنده در

این مرحله خواهد توانست با بررسی پاسخهای ارائه شده در این تحقیق و بر مبنای امکان‌های عملیاتی آن پاسخها در هر دو روش تصمیم‌نهایی را بگیرد. لزوم ارتباط دو سویه تصمیمگیر - تحلیلگر / برنامه‌ریز، در تمام مراحل این گونه تصمیمگیری‌ها احساس می‌شود و می‌توان گفت که با برقراری این ارتباط دستیابی به نتایج نهایی از ثبات بیشتری برخوردار خواهد بود.

البته آنچه در پایان باید یادآوری می‌شود، لزوم بررسی روشهایی است که در آن ضرایب اعمال شده برای اهمیت نسبی منابع و هدفها تا حد زیادی واقعی باشد و می‌توان در مرحله بعد، جستجوی این گونه روشها را که در آن بر حفظ شرایط و نسبتهای واقعی بین هدفها و منابع تأکید می‌شود، پیشنهاد کرد.

لزوم به کارگیری این روشها در سطح ملی نیز نکته‌ای است که نباید فراموش شود. در جامعه چند سیستمی امروز به کارگیری روشهای توجه‌کننده به ابعاد گوناگون تصمیمگیری‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است و می‌توان گفت: به کارگیری این روشها برای سطوح ملی به مراتب اهمیت بیشتری دارد و می‌باید برنامه‌ریزان در تدوین برنامه‌های توسعه‌ای میانمدت و درازمدت بهره‌گیری از این روشها را در دستور کار خود قرار دهند.

منابع

۱. آذر، ع. و ع. معاریانی. (۱۳۷۴). AIIP تکنیکی نوین برای تصمیمگیری گروهی، مجله دانش مدیریت، ۲۷ و ۲۸: ص ۲۲ - ۳۱.
۲. بی نام، الف (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان تایباد، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۳. بی نام، ب (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان تربت جام، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۴. بی نام، پ (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان چناران، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۵. بی نام، ت (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان سرخس، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۶. بی نام، ث (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان فریمان، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۷. بی نام، ج (۱۳۷۴). شناسنامه پروژه های آبی شهرستان مشهد، وزارت نیرو، مدیریت امور آب استان خراسان.
۸. بی نام، چ (۱۳۷۲). برنامه پنجساله دوم توسعه مکانیزاسیون کشاورزی، گروه تخصصی برنامه ریزی مکانیزاسیون کشاورزی، تهران، معاونت فنی و تکنولوژی وزارت کشاورزی.
۹. بی نام، ح (۱۳۷۷). اعتبارات طرحهای عمرانی در سال ۱۳۷۷، پیوست شماره (۱) قانون بودجه سال ۱۳۷۷ کل کشور، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات سازمان برنامه و بودجه، ص ۳۰۵.
10. Hill, M. (1986). A Goals - achievement matrix for evaluating alternative plans. *Journal of the American Institute of Planners*. No. 34 (1): 19 - 29.
11. Jabssen, R. (1992). Multiprojective decision support for environmental management. Kluwea Academic Publishers, The Netherlands. 240 p.
12. Mitchell, K.H. and M.P. Soyc. (1983). Measuring the Intangible in social decision assessing benefits and costs of energy policy options. *Mathematics*

and *Computer in Simulation* No. 25 (2): 135 - 145.

13. Nijkamp, P. and P. Reitveid, and H. Voogd (1990). Multicriteria evaluation in physical planning. N. II. Publication, North Holland. 102. p.
14. Ommen, P.V and V.D. Toorn. (1986). Option in developing the Indonesian tidal lands, and the Tradeoffs involved. In : Symposium lowlands development in Indonesian research papers, Jakarta, Indonesian. 24 - 31 August 1986: 392 - 410.
15. Saaty, T.L. (1992). Multicriteria decision making. Vol. 1. RWA Publications. 285 p.
16. Schimpeler, C.C. and W.L. Grecco. (1968). The community- Systems evaluation; an approach based on community structure and values. Highway Research Record. 238: 123 - 152.
17. Toorn, V.D. (1984). Multi system Society and trade off based projects Planning. Enschede. 226 p.
18. Toorn, V.D. (1985). A case study in multi-project Planning with utility based Trade-off analysis in : K.M. pp : 133 - 155.
19. Voogd, H., S. Middendiop, B. Udrink and A.V. Setten (1980). Multicriteria methoden Voor ruimte lijk evaluation derzock. Planologisch studie centrum TNO, Delft.
20. Voogh, H. (1992). Evamin multicriteria evaluation available or WWW: uri: <http://WWW.frw.rug.nl/pla/voogh/cramix.zip>.