





دانشگاه بیرجند
دانشکده کشاورزی
گروه مهندس آب

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی منابع آب

عنوان

ارزیابی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت انتخاب ساختگاه سد مخزنی کندوله
(استان کرمانشاه)

نگارش

بهمن وزیری

استادان راهنما

دکتر سید رضا هاشمی
دکتر محمد ابراهیم بنی حبیب

استادان مشاور

دکتر شکور سلطانی
دکتر عباس خاشعی سیوکی

شهریورماه ۱۳۹۱

چکیده

یکی از مهمترین مسائل پیش رو جهت احداث سد، انتخاب ساختگاه مناسب می باشد. طرح‌های سدسازی اغلب پیچیده بوده و در مطالعه این گونه طرح‌ها گزینه‌های متنوع ساختگاه سد براساس معیارهای مختلف باید ارزیابی شوند. تنوع و تضاد این معیارها با یکدیگر باعث پیچیدگی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب ساختگاه شده و استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را جهت نیل به این هدف اجتناب ناپذیر می‌گرداند. در این تحقیق اولویت محل ساخت سد کندوله در استان کرمانشاه با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور معیارهای مناسب به کمک مطالعات و نظرات کارشناسان، در قالب چهار گروه اصلی فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تعیین گردید. سپس برای تعیین وزن هدفه زیر معیار مطرح در انتخاب این ساختگاه از تصمیم‌گیری گروهی استفاده شد. در مرحله بعد چهار گزینه پیشنهادی برای سد کندوله بر اساس این معیارها و زیر معیارهای مربوطه توسط شش مدل تصمیم‌گیری چند معیاره وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه‌ایده‌آل، تسلط تقریبی و تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی شدند. در انتها نیز پس از اولویت‌بندی ساختگاه‌های مورد بررسی در هر روش، نتایج باهم مقایسه و به کمک روش‌های ادغام مانند میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند تلفیق گردیدند. همچنین در این تحقیق با پیشنهاد مدل اصلاح شده برای هریک از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مطرح شده و مقایسه نتایج آن با حالت تصمیم‌گیری گروهی، سعی شد تا با ارائه راهکارهایی فرآیند حل مساله در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مسیر کوتاهتر و کم هزینه‌تری را طی کند. نتایج نشان داد که اولویت‌بندی گزینه‌ها در پنج مدل وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه‌ایده‌آل و تحلیل سلسله مراتبی یکسان و با مدل تسلط تقریبی متفاوت بوده و تفاوت نتیجه ناشی از جبرانی بودن پنج مدل فوق و غیر جبرانی بودن مدل تسلط تقریبی می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که نتایج بدست آمده از مدل اصلاح شده، در هریک از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با نتایج بدست آمده از تصمیم‌گیری گروهی مطابقت داشته و بنابراین می‌توان از این مدل به جای فرآیند تصمیم‌گیری گروهی در تحلیل چند معیاره استفاده کرد. همچنین نتایج حاصل از روش‌های ادغام با نتایج بدست آمده از پنج مدل وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه‌ایده‌آل و تحلیل سلسله مراتبی مطابقت دارد.

کلمات کلیدی: رتبه‌بندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، ساختگاه سد، استان کرمانشاه

فهرست مطالب

فصل اول - مقدمه و کلیات	۲
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ اهداف تحقیق	۳
۳-۱ فرضیات تحقیق	۴
فصل دوم - بررسی منابع	۷
۱-۲ مقدمه	۷
۲-۲ مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره	۷
۳-۲ تقسیم‌بندی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره	۷
۴-۲ انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه	۸
۵-۲ کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت منابع آب	۹
۶-۲ بررسی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد استفاده در این تحقیق	۱۰
۱-۶-۲ مدل وزن‌دهی ساده	۱۰
۲-۶-۲ مدل برنامه‌ریزی توافقی	۱۰
۳-۶-۲ مدل ویکور	۱۱
۴-۶-۲ مدل شباهت به گزینه ایده‌آل	۱۱
۵-۶-۲ مدل تسلط تقریبی	۱۲
۶-۶-۲ مدل تحلیل سلسله مراتبی	۱۲
۷-۲ روش‌های تلفیق	۱۳
۸-۲ جمع‌بندی	۱۳
فصل سوم - مواد و روش‌ها	۱۶
۱-۳ مقدمه	۱۶
۲-۳ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه	۱۶
۱-۲-۳ مشخصات گزینه‌های احداث سد	۱۷
۲-۲-۳ راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه	۱۸
۳-۲-۳ مشخصات فیزیوگرافیک حوضه‌های مورد مطالعه	۱۹
۳-۳ معیارها و زیر معیارهای موثر در انتخاب ساختگاه	۱۹
۱-۳-۳ معیار فنی - اجرایی	۲۰
۱-۱-۳-۳ توپوگرافی و حجم مخزن پشت سد	۲۰
۲-۱-۳-۳ زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه و مخزن	۲۲
۳-۱-۳-۳ راندمان ذخیره مخزن	۲۳
۴-۱-۳-۳ درصد تأمین	۲۴

- ۲۴ ۵-۱-۳-۳ بار رسوب ورودی به مخزن
- ۲۵ ۶-۱-۳-۳ توپوگرافی ساخت سرریز
- ۲۵ ۷-۱-۳-۳ امکان و شرایط انحراف رودخانه
- ۲۵ ۸-۱-۳-۳ دسترسی به خطوط حیاتی
- ۲۶ ۹-۱-۳-۳ امکان مهار سیلاب
- ۲۶ ۱۰-۱-۳-۳ وضعیت آب و هوایی
- ۲۷ ۱۱-۱-۳-۳ امکان احداث کارگاه برای ساخت سد
- ۲۷ ۲-۳-۳ معیار اقتصادی
- ۲۷ ۱-۲-۳-۳ نسبت فایده به هزینه
- ۲۸ ۲-۲-۳-۳ منابع قرضه موجود
- ۲۸ ۳-۲-۳-۳ غرقابی شدن اراضی و خسارت مخزن
- ۲۸ ۳-۳-۳ معیار اجتماعی
- ۲۹ ۱-۳-۳-۳ اشتغال زایی
- ۲۹ ۲-۳-۳-۳ موقعیت اراضی آبیاری
- ۲۹ ۴-۳-۳ معیار زیست محیطی
- ۲۹ ۱-۴-۳-۳ اثرات زیست محیطی
- ۳۰ ۴-۳ مسائل تصمیم گیری چند معیاره
- ۳۰ ۱-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۳۱ ۱-۱-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم در مدل تصمیم گیری گروهی
- ۳۲ ۲-۱-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم در مدل اصلاح شده
- ۳۵ ۱-۲-۱-۴-۳ تبدیل شاخص های کیفی به شاخص های کمی در مدل اصلاح شده
- ۳۵ ۲-۴-۳ بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم
- ۳۶ ۳-۴-۳ تعیین وزن معیارها
- ۳۶ ۵-۴-۳ روش های تصمیم گیری چند معیاره
- ۳۷ ۶-۴-۳ مدل وزن دهی ساده
- ۳۷ ۱-۶-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۳۷ ۲-۶-۴-۳ بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم
- ۳۸ ۳-۶-۴-۳ تعیین بردار وزن معیارها
- ۳۸ ۴-۶-۴-۳ انتخاب گزینه برتر
- ۳۸ ۷-۴-۳ مدل برنامه ریزی توافقی
- ۳۸ ۱-۷-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۳۹ ۳-۷-۴-۳ تعیین جواب ایده آل و ضد ایده آل

- ۳۹ ۴-۷-۴-۳ تعیین فاصله از جواب ایده‌آل
- ۴۰ ۵-۷-۴-۳ رتبه‌بندی گزینه‌ها
- ۴۰ ۶-۷-۴-۳ تحلیل حساسیت در مدل برنامه‌ریزی توافقی
- ۴۱ ۸-۴-۳ مدل ویکور
- ۴۱ ۱-۸-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۴۱ ۲-۸-۴-۳ بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم
- ۴۲ ۳-۸-۴-۳ تعیین بردار وزن معیارها
- ۴۲ ۴-۸-۴-۳ تعیین بهترین و بدترین مقدار برای هر معیار
- ۴۳ ۵-۸-۴-۳ محاسبه مقدار سودمندی و مقدار تأسف
- ۴۳ ۶-۸-۴-۳ محاسبه شاخص ویکور
- ۴۴ ۷-۸-۴-۳ مرتب‌کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر سودمندی، تأسف و ویکور
- ۴۴ ۸-۸-۴-۳ تحلیل حساسیت در مدل ویکور
- ۴۵ ۹-۴-۳ مدل شباهت به گزینه ایده‌آل
- ۴۵ ۱-۹-۴-۳ فرضیات مدل شباهت به گزینه ایده‌آل
- ۴۶ ۲-۹-۴-۳ مزایای روش شباهت به گزینه ایده‌آل
- ۴۶ ۳-۹-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۴۶ ۴-۹-۴-۳ بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم
- ۴۷ ۵-۹-۴-۳ تعیین بردار وزن معیارها و تشکیل ماتریس بی‌مقیاس شده وزن‌دار
- ۴۷ ۶-۹-۴-۳ یافتن حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل
- ۴۷ ۷-۹-۴-۳ محاسبه فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل
- ۴۸ ۸-۹-۴-۳ محاسبه شاخص شباهت
- ۴۸ ۱۰-۴-۳ مدل تسلط تقریبی
- ۴۹ ۱-۱۰-۴-۳ نسخه‌های مختلف روش تسلط تقریبی
- ۴۹ ۲-۱۰-۴-۳ روش تسلط تقریبی ۳
- ۵۰ ۱-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس تصمیم
- ۵۰ ۲-۲-۱۰-۴-۳ تعریف آستانه‌ها و اختصاص وزن به معیارها
- ۵۲ ۳-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس هماهنگی برای هر معیار
- ۵۲ ۴-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس هماهنگی کلی
- ۵۲ ۵-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس عدم هماهنگی برای هر معیار
- ۵۳ ۶-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس عدم هماهنگی کلی
- ۵۳ ۷-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس اعتبار
- ۵۴ ۸-۲-۱۰-۴-۳ تشکیل ماتریس مقایسه نهایی

۵۴	..... ۳-۴-۱۰-۲-۹ انجام فرآیند رتبه‌بندی
۵۵	..... ۳-۴-۱۱ مدل تحلیل سلسله مراتبی
۵۵	..... ۳-۴-۱۱-۱ ویژگی‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی
۵۷	..... ۳-۴-۱۱-۲ اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی
۵۸	..... ۳-۴-۱۱-۳ مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی
۵۸	..... ۳-۴-۱۱-۱ ساختمان نمودار سلسله مراتبی
۵۸	..... ۳-۴-۱۱-۲ تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی
۵۹	..... ۳-۴-۱۱-۳ محاسبه وزن عناصر در روش تحلیل سلسله مراتبی
۶۰	..... ۳-۴-۱۱-۳-۱ محاسبه وزن نسبی
۶۰	..... ۳-۴-۱۱-۳-۱-۱ روش بردار ویژه
۶۰	..... ۳-۴-۱۱-۳-۲ محاسبه وزن نهایی
۶۱	..... ۳-۴-۱۱-۴ محاسبه نرخ ناسازگاری
۶۲	..... ۳-۴-۱۱-۴ نرم افزار Expert Choice
۶۲	..... ۳-۴-۱۱-۵ مراحل انجام محاسبات در Expert Choice
۶۲	..... ۳-۴-۱۱-۶ تحلیل حساسیت در Expert Choice
۶۳	..... ۳-۴-۱۱-۶-۱ تحلیل حساسیت بر اساس شیب نمودار
۶۳	..... ۳-۴-۱۱-۶-۲ تحلیل حساسیت بر اساس کارایی
۶۳	..... ۳-۴-۱۱-۷ مدل اصلاح شده در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی
۶۵	..... ۳-۴-۱۲ مدل‌های تلفیق نتایج رتبه‌بندی
۶۵	..... ۳-۴-۱۲-۱ روش میانگین رتبه‌ها
۶۵	..... ۳-۴-۱۲-۲ روش بردار
۶۶	..... ۳-۴-۱۲-۳ روش کپ‌لند
۶۸	..... فصل چهارم- نتایج و بحث
۶۸	..... ۴-۱ مقدمه
۶۸	..... ۴-۲ نتایج تصمیم‌گیری گروهی
۶۹	..... ۴-۲-۱ اولویت‌بندی زیر معیارها
۷۰	..... ۴-۲-۲ ماتریس تصمیم در مدل تصمیم‌گیری گروهی
۷۰	..... ۴-۳ ماتریس تصمیم در مدل اصلاح شده
۷۱	..... ۴-۴ نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل وزن‌دهی ساده
۷۲	..... ۴-۵ نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل برنامه‌ریزی توافقی
۷۲	..... ۴-۵-۱ نتایج مدل برنامه‌ریزی توافقی در حالت تصمیم‌گیری گروهی و مدل اصلاح شده
۷۳	..... ۴-۵-۲ تحلیل حساسیت در مدل برنامه‌ریزی توافقی

۶-۴	نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل ویکور	۷۵
۱-۶-۴	نتایج مدل ویکور در حالت تصمیم‌گیری گروهی و مدل اصلاح شده	۷۵
۲-۶-۴	تحلیل حساسیت در مدل ویکور	۷۶
۷-۴	نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل شباهت به گزینه ایده‌آل	۷۸
۱-۷-۴	نتایج مدل شباهت به گزینه ایده‌آل در حالت تصمیم‌گیری گروهی و مدل اصلاح شده	۷۸
۸-۴	نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل تسلط تقریبی	۷۹
۱-۸-۴	تعیین ارزش آستانه و رتبه‌بندی گزینه‌ها در مدل تسلط تقریبی	۸۰
۹-۴	نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل تحلیل سلسله مراتبی	۸۱
۱-۹-۴	نمودار سلسله مراتبی	۸۲
۳-۹-۴	مقایسه نتایج اولویت‌بندی ساختگاه‌ها در مدل اصلاح شده و تصمیم‌گیری گروهی	۸۳
۴-۹-۴	تحلیل حساسیت در Expert Choice	۸۵
۱-۴-۹-۴	تحلیل حساسیت براساس شیب	۸۵
۲-۴-۹-۴	تحلیل حساسیت بر اساس عملکرد	۸۶
۱۰-۴	مقایسه نتایج شش مدل تصمیم‌گیری چند معیاره	۸۸
۱۱-۴	مدل‌های تلفیق نتایج رتبه‌بندی	۸۹
۱-۱۱-۴	روش میانگین رتبه‌ها	۹۰
۲-۱۱-۴	روش بردا	۹۰
۳-۱۱-۴	روش کپلند	۹۱
۱۲-۴	خلاصه و نتیجه‌گیری نهایی	۹۲
۱۳-۴	پیشنهادات	۹۵
	فهرست منابع و ماخذ	۹۷
	پیوست	۱۰۱

فهرست جدول‌ها

- جدول (۱-۳) مختصات جغرافیایی ساختگاه‌های پیشنهادی جهت احداث سد..... ۱۷
- جدول (۲-۳) خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز گزینه‌های پیشنهادی سد..... ۱۹
- جدول (۳-۳) معیار حجم مخزن و حجم عملیات خاکی در ساختگاه‌ها..... ۲۲
- جدول (۴-۳) مشخصات ساختگاه‌ها در معیار مناسب بودن زمین شناسی..... ۲۲
- جدول (۵-۳) مشخصات ساختگاه‌ها در معیاره راندمان ذخیره مخزن..... ۲۴
- جدول (۶-۳) حجم تنظیم آب ساختگاه‌ها در معیاره درصد تامین..... ۲۴
- جدول (۷-۳) مشخصات ساختگاه‌ها از نظر معیاره غلظت متوسط رسوب..... ۲۵
- جدول (۸-۳) مشخصات کیفی ساختگاه‌ها در معیاره امکان انحراف آب رودخانه..... ۲۵
- جدول (۹-۳) شرایط ساختگاه‌ها برای دسترسی به خطوط حیاتی..... ۲۶
- جدول (۱۰-۳) جمعیت تحت پوشش ساختگاه‌ها در معیاره امکان مهار سیلاب..... ۲۶
- جدول (۱۱-۳) مشخصات ساختگاه‌ها در مورد زیر معیار وضعیت آب و هوایی..... ۲۶
- جدول (۱۲-۳) مشخصات کیفی ساختگاه‌ها در امکان احداث کارگاه ساخت سد..... ۲۷
- جدول (۱۳-۳) نسبت فایده به هزینه ساختگاه‌ها..... ۲۷
- جدول (۱۴-۳) فاصله حمل برای منابع قرضه برای هریک از ساختگاه‌ها..... ۲۸
- جدول (۱۵-۳) میزان ایجاد اشتغال در ساختگاه‌ها..... ۲۹
- جدول (۱۶-۳) مساحت اراضی کشاورزی ساختگاه‌ها در زیر معیار توسعه کشت آبی..... ۲۹
- جدول (۱۷-۳) روش ارزیابی عملکرد گزینه‌ها در تصمیم‌گیری گروهی..... ۳۲
- جدول (۱۸-۳) مقادیر ارزیابی ساختگاه‌ها بر اساس معیارهای مورد بررسی در طرح..... ۳۴
- جدول (۱۹-۳) ملاک تبدیل معیارهای کیفی به کمی در مدل اصلاح‌شده..... ۳۵
- جدول (۲۰-۳) ماتریس تصمیم در روش تسلط تقریبی..... ۵۰
- جدول (۲۱-۳) طبقه بندی کمی و کیفی برای مقایسه زوجی معیارها (ساعتی و الکساندر، ۱۹۸۶)..... ۵۹
- جدول (۲۲-۳) شاخص ناسازگاری تصادفی..... ۶۱
- جدول (۱-۴) مقادیر نرمال شده وزن معیارها حاصل از تصمیم‌گیری گروهی..... ۶۹
- جدول (۲-۴) ماتریس تصمیم حاصل از تصمیم‌گیری گروهی..... ۷۰
- جدول (۳-۴) ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در مدل اصلاح شده..... ۷۱
- جدول (۴-۴) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل وزن‌دهی ساده..... ۷۱
- جدول (۵-۴) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل برنامه‌ریزی توافقی به ازای P برابر با بی‌نهایت..... ۷۳
- جدول (۶-۴) نتایج تحلیل حساسیت مدل برنامه‌ریزی توافقی به ازای تغییرات در مقدار پارامتر P ۷۴
- جدول (۷-۴) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل ویکور به ازای برابر با $0/7$ ۷۶
- جدول (۸-۴) نتایج تحلیل حساسیت مدل ویکور به ازای تغییرات در مقدار پارامتر..... ۷۷
- جدول (۹-۴) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل شباهت به گزینه ایده‌آل..... ۷۸

- جدول (۴-۱۰) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل تسلط تقریبی ۸۰
- جدول (۴-۱۱) رتبه نهایی گزینه‌ها در مدل تحلیل سلسله مراتبی ۸۴
- جدول (۴-۱۲) نتایج نهایی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ۸۹
- جدول (۴-۱۳) نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها در روش میانگین رتبه‌ها ۹۰
- جدول (۴-۱۴) مقایسات زوجی گزینه‌ها و نتایج اولویت‌بندی در روش بردا ۹۱
- جدول (۴-۱۵) مقایسات زوجی گزینه‌ها و نتیجه اولویت‌بندی در روش کپلند ۹۱

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۳) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه..... ۱۷
- شکل (۲-۳) موقعیت گزینه‌های پیشنهادی سد کندوله..... ۱۸
- شکل (۳-۳) موقعیت منطقه در نقشه راه‌های ایران..... ۱۹
- شکل (۴-۳) منحنی‌های تغییرات مساحت و حجم مخزن با ارتفاع در ساختگاه یک..... ۲۰
- شکل (۵-۳) منحنی‌های تغییرات مساحت و حجم مخزن با ارتفاع در ساختگاه دو..... ۲۱
- شکل (۶-۳) منحنی‌های تغییرات مساحت و حجم مخزن با ارتفاع در ساختگاه سه..... ۲۱
- شکل (۷-۳) منحنی‌های تغییرات مساحت و حجم مخزن با ارتفاع در ساختگاه چهار..... ۲۱
- شکل (۱-۴) ساختار سلسله مراتبی..... ۸۲
- شکل (۲-۴) نتایج نهایی رتبه‌بندی گزینه‌ها در نرم افزار *Expert Choice*..... ۸۳
- شکل (۳-۴) نمایش گرافیکی تحلیل حساسیت بر اساس شیب..... ۸۶
- شکل (۴-۴) نمودار تحلیل حساسیت براساس عملکرد..... ۸۷
- شکل (۵-۴) اثر افزایش وزن معیار دسترسی به خطوط حیاتی بر اولویت‌بندی گزینه‌ها..... ۸۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

فصل اول - مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

کمبود منابع آب یکی از اساسی‌ترین مشکلاتی است که کشورهای مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران با آن دست به گریبانند. این در حالی است که همین منابع محدود نیز از توزیع مکانی و زمانی مناسبی برخوردار نمی‌باشند. از طرف دیگر توسعه کشور، به رشد روزافزون نیاز به آب در بخش‌های مختلف منجر شده است که این امر اهمیت آب را به عنوان رکن اصلی حیات و تولید در کشور بیش از پیش مشخص می‌کند (ضرغامی و همکاران، ۱۳۸۶).

راهکارهای مقابله با کم آبی در دو استراتژی مدیریت صحیح منابع آب و استحصال از منابع جدید آب خلاصه می‌شود. در کشور ما به دلایل جغرافیایی و اقلیمی، بهبود مدیریت بر منابع آبی موجود، نتایج بهتر و سریع‌تری را خواهد داشت. یکی از این راهکارها که در سالیان اخیر با توجه به مسئله افزایش جمعیت و کاهش نسبی سرانه ذخایر منابع آبی موجود، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، مهار و کنترل آبهای سطحی در سطح کشور می‌باشد. در این راستا پروژه‌های احداث سد بر روی رودخانه‌ها به عنوان یکی از راهکارهای اصلی مسئله مطرح می‌باشد.

سدها از نظر اقتصادی، اجتماعی و سیاسی دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشند. نقش سدها در توسعه کشاورزی، عمران مناطق روستایی و شهری، تامین آب آشامیدنی، تولید انرژی هیدروالکتریک، کنترل و تنظیم جریان آب در رودخانه‌ها قابل توجه است. ولی احداث سدها با هزینه‌های هنگفتی همراه است و به سرمایه‌های علمی و نیروی انسانی زیادی نیاز دارد که به منظور جلوگیری از هدر رفت هزینه‌ها، می‌بایست در تصمیم‌گیری در مورد ساختگاه احداث، نوع سد و نحوه بهره برداری آن حساسیت لازم اعمال شود.

همواره در روند مطالعات احداث سد، ساختگاه‌های متعددی با توجه به عوامل مختلف شامل مسائل فنی (زمین‌شناسی، ژئوتکنیک، منابع آب)، اقتصادی (هزینه‌های طرح و شاخص‌های اقتصادی) و اجتماعی (خسارت مخزن و اسکان مجدد) مطرح می‌باشد. از این رو گستردگی عوامل موثر بر انتخاب ساختگاه بهینه، تصمیم‌گیری در مورد آن را دشوار می‌سازد (صادق پور و همکاران، ۱۳۸۳). به علاوه از آنجا که معیارهای زیادی در این تصمیم‌سازی تاثیر گذارند؛ مانند عوامل اجتماعی، زیست محیطی، اقتصادی و معیارهای فنی (خیرخواه و ناصری، ۱۳۸۶)؛ و نیز ممکن است گزینه‌های مناسب زیادی به

منظور احداث سدها داشته باشیم، تصمیم‌گیری به روش‌های قدیمی مانند مقایسه‌ای و حذفی امکان پذیر نمی‌باشد. همچنین معیارها لزوماً با یکدیگر هم جهت نمی‌باشند و چه بسا در بسیاری موارد در تضاد با یکدیگر قرار می‌گیرند، یعنی افزایش یک عامل موجب کاهش عامل دیگر می‌شود. تبدیل معیارها (اعم از کیفی و کمی) به یکدیگر نیز مشکلات خاص خود را دارد (عطائی، ۱۳۸۹).

در چنین مواقعی، استفاده از شیوه‌های بهینه‌سازی چند معیاره، امکان دستیابی به بهترین گزینه ممکن برای مسئله را با توجه به هدف تعیین شده و قیدهای موجود فراهم می‌نماید. با توجه به عظیم بودن پروژه‌ها و مسائل مهندسی آب و مسائل زیست محیطی، از قبیل پروژه‌های احداث سدها و متنوع بودن گزینه‌های مطرح در این پروژه‌ها و همچنین توجه به منافع ملی کشور، استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره کاملاً منطقی، ضروری و توجیه پذیر می‌باشد (باقرزاده و همکاران، ۱۳۸۵).

در همین راستا در این تحقیق به منظور تعیین ساختگاه مناسب جهت احداث سد کندوله در استان کرمانشاه، با در نظر گرفتن معیارهای اجتماعی، زیست محیطی، اقتصادی و فنی-اجرایی، از شش مدل تصمیم‌گیری چند معیاره وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی ۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. در انتها نیز پس از اولویت‌بندی ساختگاه‌های مورد بررسی در هر روش، نتایج باهم مقایسه و به کمک روش‌های ادغام مانند میانگین‌رتبه‌ها، بردا و کپ‌لند تلفیق گردیدند.

۱-۲ اهداف تحقیق

کامبود منابع آبی از جمله مهمترین مسائلی است که امروزه در جهان مطرح می‌باشد. سد سازی در مسیر رودخانه‌ها همیشه یکی از راهکارهای مبارزه با این مشکل بوده است. انتخاب ساختگاه مناسب اولین و مهمترین گام در جهت احداث سد می‌باشد. با توجه به این که در تعیین ساختگاه بهینه سد تعداد معیارهای موثر متنوع و متعدد بوده و چون این معیارها در قالب معیارهای کمی و کیفی قرار می‌گیرند و به علاوه دارای ابعاد یکسانی نمی‌باشند، اولویت‌بندی ساختگاه‌های احداث سد بدون کمک گرفتن از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره امری غیرممکن می‌باشد. بنابراین در این تحقیق به دنبال اولویت‌بندی ساختگاه‌های احداث سد کندوله واقع در استان کرمانشاه، به کمک مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مقایسه نتایج بدست آمده جهت تعیین راهکار اولویت‌بندی و ساختگاه مناسب، می‌باشیم.

برای نیل به این هدف در این تحقیق از شش مدل تصمیم‌گیری چند معیاره وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی ۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد.

از طرفی دیگر چون احداث سدها با هزینه‌های هنگفتی همراه است و به سرمایه‌های علمی و نیروی انسانی زیادی نیاز دارد، انتخاب ساختگاه بهینه برای احداث سد به عنوان اولین مرحله در طراحی این سازه‌ها، می‌تواند نقش موثری در کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از اتلاف سرمایه‌های علمی و نیروی انسانی داشته باشد. بنابراین، مسئله انتخاب ساختگاه مناسب سدها، امری بسیار حیاتی بوده و لذا شناخت دقیق عوامل موثر در این انتخاب امری اجتناب ناپذیر است. به همین منظور در این تحقیق سعی شد تا با نظرسنجی از کارشناسان مختلف بخش آب و مطالعه تحقیقات پیشین علاوه بر تعیین معیارهای مناسب جهت احداث سدها، این معیارها جهت استفاده در مدل‌ها، وزن‌دهی و اولویت‌بندی گردد.

همچنین از آنجا که حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره در حالت تصمیم‌گیری گروهی که در بیشتر تحقیقات از آن استفاده می‌شود، به دلیل نیاز به نظر سنجی گروهی و استخراج نظرات کارشناسان اغلب وقت‌گیر و پرهزینه می‌باشد؛ در این تحقیق با پیشنهاد مدل اصلاح شده برای هریک از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مقایسه نتایج آن با حالت تصمیم‌گیری گروهی، سعی شد تا با ارائه راهکارهایی، فرآیند حل مساله در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مسیر کوتاهتر و کم هزینه‌تری را طی کند.

در انتها نیز به جهت اهمیت تعیین ساختگاه برتر جهت احداث سد اقدام به تلفیق نتایج بدست آمده از هریک از مدل‌های فوق به کمک روش‌های ادغام مانند روش میانگین رتبه‌ها، بردا و کپ لند گردید.

۱-۳ فرضیات تحقیق

مهمترین فرضیات این تحقیق به قرار زیر است:

الف) فرآیندهای وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی ۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی توانایی و مناسبت کاربرد در زمینه اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف ساختگاه احداث سدها را دارد.

ب) مدل اصلاح شده در هریک از فرآیندهای وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی ۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی توانایی جایگزینی حالت تصمیم‌گیری گروهی را داشته و می‌تواند نتایج قابل قبولی برای اولویت‌بندی ساختگاه‌های احداث سد داشته باشد.

نتایج این تحقیق می‌تواند پاسخگوی سئوالات مهم زیر باشد:

الف) ساختگاه بهینه احداث سد منطقه مورد مطالعه در هر کدام از روش‌های بالا کدام است؟

ب) دقت و کارایی مدل اصلاح‌شده بر اساس روش‌های چند معیاره وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی ۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی در تعیین ساختگاه بهینه سد چگونه است؟

فصل دوم

مروری بر منابع

فصل دوم - بررسی منابع

۲-۱ مقدمه

این فصل مروری اجمالی به سیر تکاملی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده در این تحقیق دارد. ابتدا در مورد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و انواع تقسیم‌بندی آنها مطالبی ارائه خواهد شد. سپس به بررسی تحقیقات گذشته در زمینه استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در منابع آب پرداخته می‌شود و در نهایت نیز به بررسی پیشینه تحقیقاتی شش مدل تصمیم‌گیری چند معیاره مورد استفاده در این تحقیق یعنی مدل‌های وزن‌دهی ساده، برنامه‌ریزی توافقی، ویکور، شباهت به گزینه ایده‌آل، تسلط تقریبی^۳ و مدل تحلیل سلسله مراتبی و مدل‌های تلفیقی خواهیم پرداخت.

۲-۲ مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل یکسری از روش‌هاست که اجازه می‌دهد، طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن‌دهی شده و سپس به وسیله‌ی کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شوند (هیگز^۱، ۲۰۰۶) و پس از رتبه‌بندی معیارها، اولویت‌بندی گزینه‌ها انجام خواهد شد. در این مدل‌ها عوامل کمی و کیفی می‌توانند در کنار هم در تصمیمات وارد شوند. به این ترتیب با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری، می‌توان معیارهای مختلف را به صورت معیارهای کمی و کیفی برای انتخاب گزینه برتر به کاربرد (هاید^۲ و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۳ تقسیم‌بندی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

توجه محققین در دهه‌های اخیر معطوف به مدل‌های چند معیاره^۳ (MCDM) برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده گردیده است. معیار در تصمیم‌گیری ممکن است به دو صورت شاخص^۴ و یا هدف^۵ ارائه شود. بر این اساس مسائل چند معیاره به دو دسته‌ی چند شاخصه^۶ (MADM) و چند هدفه^۱ (MODM) تقسیم می‌شوند.

¹ - Higgs

² - Hyde

³ - Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

⁴ - Attribute

⁵ - Objective

⁶ - Multiple Attribute Decision Making (MADM)

الف- مسائل چند هدفه:

حالت چند هفته برای مسائلی به کار گرفته می‌شود که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد با توجه به اهداف چند گانه میزان هر فعالیت را مشخص کند. از مدل‌های چند هدفه برای طراحی و برنامه ریزی جهت مدیریت پروژه‌های چندمنظوره استفاده می‌شود (هوانگ^۲، ۱۹۸۱).

ب- مسائل چند شاخصه:

در حالت چند شاخصه با مسائلی سر و کار داریم که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد با توجه به عوامل چندگانه، از بین چندین گزینه یکی را انتخاب و یا گزینه‌ها را رتبه‌بندی کند. به طور کلی مدل‌های چند هدفه به منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند در حالی که مدل‌های چند شاخصه به تصمیمات خاصی (از نوع ترجیحی) مانند ارزیابی، اولویت‌گذاری و یا انتخاب از بین گزینه‌های موجود اطلاق می‌گردد (اصغری‌پور، ۱۳۸۷).

در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند هدفه، ممکن است تصمیم‌گیری به صورت فردی و یا گروهی باشد. لذا هر یک از این مدل‌ها، به دو نوع فردی یا گروهی تقسیم‌بندی می‌شوند. از طرفی هر نوع مسئله تصمیم‌گیری می‌تواند قطعی و یا غیرقطعی باشد که در صورت عدم قطعیت از راهکارهای فازی یا احتمالاتی استفاده می‌شود.

۲-۴ انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به دو دسته جبرانی^۳ و غیر جبرانی^۴ تقسیم می‌شوند. پیش‌فرض روش‌های غیر جبرانی آن است که هر شاخص مستقل از دیگری است و هر کدام از شاخص‌ها به تنهایی در انتخاب مهم هستند. به عبارت دیگر نقطه ضعف در یک شاخص توسط مزیت شاخص دیگر جبران نمی‌شود. در روش جبرانی قوت یک شاخص می‌تواند نقاط ضعف شاخص‌های دیگر را بپوشاند. روش‌های به کار رفته در این تحقیق همگی به جز روش تسلط تقریبی از نوع جبرانی می‌باشند.

¹ - Multiple Objective Decision Making (MODM)

² - Hwang

³ - Compensatory methods

⁴ - Non Compensatory methods

۲-۵ کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت منابع آب

در دو دهه اخیر برنامه‌ریزی منابع آب و روش‌های ریاضی ارزیابی سیستم‌های آبی پیشرفت‌های زیادی کرده است. روش‌های سنتی تحلیل سود-هزینه و مدل‌های تک هدفه به تحلیل‌های چند هدفه تغییر یافته‌اند. تحلیل چند هدفه نیز به نوبه خود باعث ترویج شاخه‌ای از برنامه‌ریزی ریاضی به نام بهینه‌سازی برداری شده است.

تصمیم‌گیری در مسائل مرتبط با منابع آب به دلیل لزوم در نظر داشتن توام فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، پیچیده می‌باشد ولی استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، تا حدی از این پیچیدگی می‌کاهد.

کاربرد این روش‌ها در منابع آب از فعالیت‌های مسی^۱ و همکاران (۱۹۶۲ تا ۱۹۷۳) آغاز شد که در آن مسائل تصمیم‌گیری به صورت بهینه‌سازی به روش برنامه‌ریزی خطی مطرح شدند. سیمونوویک^۲ (۱۹۹۶) از مدل برنامه‌ریزی توافقی جهت رتبه‌بندی روش‌های برنامه‌ریزی طولانی مدت منابع آب استفاده کرده است.

خیرخواه و همکارانش (۱۳۸۷) از روش تحلیل سلسله مراتبی برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیر زمینی در دامنه‌های شمالی کوه‌های کرکس-نطنز استفاده کرده است. صادقی‌پور و رئیسی (۱۳۸۳) در تحقیقی به جهت انتخاب ساختگاه بهینه سد علاوه بر معیارهای فنی، معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را نیز دخالت دادند. مهدی پور و مسگری (۱۳۸۵) با اشاره به اینکه مکان‌یابی از جمله تحلیل‌های مکانی است که تأثیر فراوانی در کاهش هزینه‌های ایجاد و راه اندازی فعالیت‌های مختلف دارد، پیشنهاد به استفاده از روش‌های مکان‌یابی در GIS دادند که نتایج دقیق‌تری ارائه دهد. ملک محمدی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تسلط تقریبی برای رتبه‌بندی جواب‌های مدل چند هدفه NSGA-II در بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخازن سری استفاده کردند. باقرزاده و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که در روش‌های مرسوم اولویت‌بندی گزینه‌ها مثل برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی سازشی، تعریف دقیق معیارها در یک شکل کلی مورد نیاز است، در حالیکه بعضی از این معیارها کمتر قابل تعریف دقیق هستند.

^۱- Maass

^۲- Simonovic