

لا اله الا الله  
الله اعلم  
الله اعلم  
الله اعلم

١٧٠٢٧



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
دانشکده مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.S.c)

تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی  
(مطالعه موردی سد بوستان)

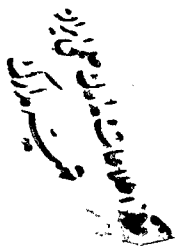
پژوهش و نگارش

محمد قاسم هلیلی

اساتید راهنما

دکتر امیر سعدالدین

دکتر ابوالفضل مساعدی



۱۳۸۷ / ۸ / ۳۱۵

استاد مشاور

دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی

مهر ۱۳۸۷

۴۶۳۵۸

تقدیم بہ

## خانوادہ عزیزم

کہ ہمارے پاور ویشوانہ ام بودہ اند

## تقدیر و تشکر

سپاس بیکران نثار یگانه خاتم که مرا به رفیع ترین روشناییها هدایت کرد و راهم را به نور همیشه فروزان دانش روشن ساخت، پس از دربندگی خاضعانه ستایشش می کنم و در ادامه این راه معرفت نفس خویش را از او طلب می کنم.

با تقدیر و تشکر فراوان از اساتید راهنمایم جناب آقای دکتر امیر سعدالدین و دکتر ابوالفضل مساعدی که هدایتها و رهنمودهای ارزشمندشان چراغی شد فراویم، که تا پایان راه روشنگر لحظه هایم خواهد بود، چراکه بدون این هدایتها و رهنمودها، طی این راه بس مشکل و چه بسا ناممکن می گردید.

لازم می دانم از استاد مشاورم جناب آقای دکتر عبدالرسول سلمان ماهینی که مرا همواره از راهنمایی های خویش بهرمند نمود، تقدیر و تشکر نمایم.

از دکتر مجید عظیم محسنی به خاطر مساعدت ها و همکاریهای بی دریغشان در طول انجام این تحقیق، صمیمانه سپاسگزارم.

همچنین از داوران گرامی آقایان دکتر واحدبردی شیخ و دکتر عبدالرضا بهره مند و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی آقای دکتر محمدرضا ایمانپور که زحمت مطالعه این پایان نامه را تقبل نمودند و با رهنمودهای ارزشمندشان مرا در ارائه بهتر مطالب یاری کردند، سپاسگزارم.

از مسئول محترم آموزش جناب مهندس چمنی به خاطر همکاری صمیمانه و زحمات بی دریغشان، سپاس گزارم.

از آقای مهندس حسن فرازجو کارشناس محترم شرکت آب منطقه ای گلستان که با همکاری صمیمانه خود ما را یاری و همراهی نمودند، کمال تشکر را دارم.

از کلیه دوستان و آشنایان که مرا در طی انجام این تحقیق کمک نموده و از راهنماییهای آنها بهره جستیم، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

## چکیده

با وجود کمبود منابع آب و نیز افزایش تغییرات کمی و کیفی آنها، تجدید نظر در خصوص ارائه برنامه‌ها و تصمیم‌گیری‌های تخصیص این منابع در مدیریت یکپارچه آب‌خیز ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور در این تحقیق بر ادراک موازنه نتایج مختلف حاصل از تخصیص‌های منابع آب در سد بوستان استان گلستان تاکید شده است. این مسئله به ویژه در فصل تابستان که نیاز آبی افزایش پیدا می‌کند از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. این امر به دلیل افزایش فعالیت‌های کشاورزی در پایین دست سد احداث شده بر روی رودخانه می‌باشد. علاوه بر این، با بررسی داده‌های دبی جریان ثبت شده، مشاهده گردید که چهار ماه سیلابی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. کنترل و تنظیم سطح آب در مخزن بطوریکه بتوان آب کافی جهت تامین نیاز آبی خصوصاً در ماه‌های کم آب را ذخیره نمود و در عین حال حجم خالی لازم جهت کنترل سیلابها را فراهم آورد و همچنین نیازهای اکولوژیکی پایین دست را تامین کرد، مدیریت بهینه و برنامه‌ریزی شده منابع آب را ضروری می‌سازد.

افزایش معضلات تخصیص منابع آب بین کاربران با توجه به وجود دیدگاه‌ها و اهداف مدیریتی مختلف در بین بهره‌برداران منابع آب، ما را به سمت رویکرد سناریوسازی سوق داد. بدین منظور ۱۶ سناریو مدیریتی خاص که اجرای آنها دارای پیامدهای مختلف می‌باشد، تدوین گردید. مقادیر دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری تمر در سال آبی ۸۸-۸۷ به کمک مدل سری زمانی SARIMA پیش‌یابی گردید. سپس نحوه تخصیص و بهره‌برداری بهینه منابع آب سطحی با توجه به مقادیر پیش‌یابی شده به صورت ماهانه مورد ارزیابی قرار گرفت. پنج معیار جهت ارزیابی اثرات اجرای سناریوها تعیین گردید. این پنج معیار عبارتند از (۱) میزان حجم خالی مخزن در ماه‌های سیلابی، (۲) میزان آب ذخیره شده در پایان یک سال آبی، (۳) خطر احتمال طغیان در پایاب سد، (۴) میزان دبی سیل خروجی از مخزن و (۵) خطر شکست سد در هنگام وقوع سیل.

به منظور موازنه نتایج حاصل از اجرای سناریوهای تدوین شده، و نیز تعیین سناریو یا سناریوهای برتر تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره فازی بکار گرفته شد. بدین منظور پس از محاسبه مقدار معیارها در کلیه سناریوها و فازی‌سازی آنها، معیارهای مذکور به کمک فرآیند FAHP وزن دهی گردیدند. سپس ۱۶ سناریوی تدوین شده با استفاده از روش TOPSIS جهت تعیین برترین سناریوها اولویت بندی گردید. با توجه به نتایج حاصله مشاهده گردید که سناریوهای تدوین شده در نه اولویت قرار گرفتند و سناریوی هفت اولویت اول را به خود اختصاص داده است. این سناریو شامل انجام اقدامات کنترل سیل در اردیبهشت و مرداد می‌باشد.

رویکرد یکپارچه بکار گرفته شده در این تحقیق زمینه لازم جهت کمک به تصمیم‌گیران و مدیران بهره‌بردار از سد جهت تدوین، بررسی و موازنه نتایج اجرای سناریوهای ممکن بهره‌برداری از منابع آب با توجه به شرایط متغیر موجود در این منابع را فراهم می‌آورد. این رویکرد تصمیم‌گیرندگان را جهت رسیدن به اهداف مدیریتی با توجه به دیدگاه‌ها و معیارهای مختلف در خصوص مسائل تخصیص منابع آب و مدیریت بهینه آنها یاری می‌نماید. علاوه بر این، تحقیق مذکور می‌تواند در آینده در قالب یک سیستم پشتیبانی تصمیم جهت مدیریت بهره‌برداری بهینه از مخازن، توسعه پیدا کند. کلمات کلیدی: تخصیص بهینه منابع آب، تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، FAHP، مدل SARIMA و آب‌خیز سد بوستان.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۱-۱	تعریف مسأله و بیان سوالهای اصلی تحقیق
۲-۱	فرضیات
۳-۱	اهداف
۴-۱	معرفی عمومی فصل های پایان نامه
	فصل دوم: سابقه تحقیق
۱-۲	مقدمه
۲-۲	تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)
۱-۲-۲	مدل غیر جبرانی
۲-۲-۲	مدلهای جبرانی
۱-۲-۲-۲	زیرگروه نمره گذاری و امتیاز دهی
۲-۲-۲-۲	زیرگروه هماهنگ
۳-۲-۲-۲	زیرگروه سازشی
۳-۲	منطق فازی
۱-۳-۲	تابع عضویت
۲-۳-۲	اعداد فازی
۳-۳-۲	عملگرهای مجموعه های فازی
۴-۳-۲	روشهای غیر فازی سازی
۱-۴-۳-۲	روش اصل ماکزیمم عضویت

۲۲	۲-۳-۴-۲ روش مرکز سطح
۲۲	۲-۳-۴-۳ روش میانه ماکزیمم
۲۳	۲-۳-۴-۴ روش میانگین وزنی
۲۳	۲-۴ مدل‌سازی آماری سریهای زمانی (شبیه سازی و پیش بینی به کمک مدل‌های آماری)
۲۵	۲-۴-۱ مدل‌های ایستا
۲۵	۲-۴-۱-۱ مدل‌های خود همبسته (AR)
۲۵	۲-۴-۱-۲ مدل میانگین متحرک با مرتبه Q
۲۶	۲-۴-۱-۳ مدل خود همبسته- میانگین متحرک ARMA (P,Q)
۲۶	۲-۴-۱-۴ خواص توابع خود همبسته (ACF) و خود همبسته جزئی (PACF)
۲۷	۲-۴-۲ مدل‌های نایستا
۲۷	۲-۴-۲-۱ مدل آریمای غیر فصلی
۲۸	۲-۴-۲-۲ مدل آریمای فصلی
۲۹	۲-۵ پارامترهای فصلی
۲۸	۲-۶ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
۳۱	۲-۷ سابقه تحقیق
۳۱	۲-۷-۱ مدیریت منابع آب
۳۶	۲-۷-۲ در خصوص سیستم تصمیم گیری چندمعیاره و چندمعیاره فازی
۳۹	۲-۷-۳ سیستم تصمیم گیری چندمعیاره، چندمعیاره فازی و تئوری فازی در منابع آب و منابع طبیعی
۴۳	۲-۸ خلاصه

## فصل سوم: مواد و روش ها

۴۴	۳-۱ مقدمه
۴۴	۳-۲ معرفی منطقه مورد مطالعه و موقعیت جغرافیایی آن
۴۵	۳-۲-۱ بررسی خصوصیات فیزیوگرافی حوزه
۴۷	۳-۲-۲ بررسی وضعیت اقلیم حوزه آبخیز
۴۸	۳-۲-۳ گروه‌های هیدرولوژیک خاک حوزه

- ۴۹-۲-۳ بررسی و ارزیابی شبکه آبراههای و وضعیت رودخانه های آبخیز سد بوستان..... ۴۹
- ۵۳-۲-۳ ایستگاه هیدرومتری تمر..... ۵۳
- ۵۴-۳-۳ موقعیت و مشخصات سد موجود در خروجی حوزه (سد بوستان)..... ۵۴
- ۵۶-۳-۳ مخزن سد..... ۵۶
- ۵۶-۳-۳ سرریز..... ۵۶
- ۵۷-۳-۳ سیستم انحراف و تخلیه کننده تحتانی..... ۵۷
- ۵۷-۳-۳ ایستگاه پمپاژ و شبکه آبیاری و زهکشی..... ۵۷
- ۵۷-۳-۳ اهداف احداث سد..... ۵۷
- ۵۸-۳-۴ روش و نحوه انجام تحقیق..... ۵۸
- ۶۰-۳-۴ انجام تحلیل‌های آماری و آماده سازی داده‌ها..... ۶۰
- ۶۰-۳-۴-۱ بررسی وضعیت ایستایی و روند داده‌ها..... ۶۰
- ۶۱-۳-۴-۱ آزمون والد-ولفویتز (W-W)..... ۶۱
- ۶۲-۳-۴-۱ همگنی و آزمون همگنی..... ۶۲
- ۶۲-۳-۴-۱ آزمون همگنی من-وتی برای نمونه‌های بزرگ..... ۶۲
- ۶۳-۳-۴-۱ آزمون داده‌های پرت..... ۶۳
- ۶۳-۳-۴-۱ آزمون پرت گرویز-بک (G-B)..... ۶۳
- ۶۴-۳-۴-۱ تکمیل داده‌های مفقود و پرت..... ۶۴
- ۶۵-۳-۴-۲ مدلسازی و پیش بینی جریانات سطحی خروجی از حوزه (ورودی به سد بوستان)..... ۶۵
- ۶۷-۳-۴-۳ بررسی و ارزیابی نیازهای آبی و نحوه تخصیص و بهره برداری منابع آبی آبخیز سد بوستان..... ۶۷
- ۶۸-۳-۴-۴ تعیین میزان حجم آب ذخیره شده در مخزن در ماه‌های مختلف..... ۶۸
- ۶۹-۳-۴-۵ بررسی و تعیین گزینه ها مدیریت منابع آب سطحی آبخیز سد بوستان..... ۶۹
- ۷۰-۳-۴-۶ ارائه و تدوین سناریوهای مدیریت منابع آب سطحی آبخیز سد بوستان..... ۷۰
- ۷۳-۳-۴-۷ تعیین و محاسبه معیارها به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی سناریوها..... ۷۳
- ۷۳-۳-۴-۷-۱ میانگین حجم خالی مخزن در ماه‌های سیلابی (معیار ۱)..... ۷۳
- ۷۳-۳-۴-۷-۲ میزان آب ذخیره شده در پایان یک دوره آبی (معیار ۲)..... ۷۳



۷۴.....	۳-۷-۴ خطر احتمال وقوع طغیان رودخانه پایاب سد در هنگام وقوع سیل (معیار ۳)
۷۵.....	۳-۷-۴ میزان دبی سیل خروجی از مخزن (معیار ۴)
۷۵.....	۳-۷-۵ خطر شکست سد در هنگام وقوع سیل (معیار ۵)
۷۶.....	۳-۸-۴ تعیین ماتریس تصمیم سناریوها
۷۷.....	۳-۹-۴ فازی سازی معیارها
۷۹.....	۳-۱۰-۴ تعیین ماتریس تصمیم فازی
۷۹.....	۳-۱۱-۴ وزن دهی به معیارها به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)
۷۹.....	۳-۱۱-۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی
۸۲.....	۳-۱۲-۴ محاسبه ماتریس تصمیم فازی وزین شده
۸۲.....	۳-۱۳-۴ غیر فازی سازی معیارها
۸۲.....	۳-۱۴-۴ موازنه و اولویت بندی سناریوهای مدیریت منابع آب سطحی
۸۳.....	۳-۱۴-۱ تعیین راه حل های ایده آل و عکس ایده آل
۸۳.....	۳-۱۴-۲ محاسبه اندازه (فاصله) از راه حل ایده آل و عکس ایده آل
۸۴.....	۳-۱۴-۳ محاسبه نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایده آل
۸۴.....	۳-۱۴-۴ اولویت بندی سناریوها
۸۴.....	۳-۱۵-۴ آنالیز و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با رویکردهای متفاوت وزن دهی
۸۵.....	۳-۵ خلاصه

## فصل چهارم: نتایج

۸۶.....	۴-۱ مقدمه
۸۶.....	۴-۲ نتایج تحلیلهای آماری
۸۶.....	۴-۲-۱ آزمون روند والد-ولفویتز
۸۷.....	۴-۲-۲ همگنی و آزمون همگنی من-ویتنی
۸۷.....	۴-۲-۳ آزمون یافتن داده پرت گرویز-بک
۸۷.....	۴-۳ نتایج مدلسازی و شبیه سازی دادههای دبی جریان
۸۷.....	۴-۳-۱ خروجی پارامترهای مدل همراه با پیش بینی های آن

- ۴-۳-۲. نمودار خود همبستگی نگار (ACF) و خودهمبستگی نگار جزئی (PACF) ..... ۸۹
- ۴-۳-۳. نمودار باقیمانده‌های مدل در مقابل مقادیر مشاهداتی ..... ۹۰
- ۴-۳-۴. نتایج نرمال پلات مقادیر باقیمانده ها ..... ۹۰
- ۴-۳-۵. نتایج وضعیت پراکندگی باقیمانده‌ها در مقابل مقادیر برازش داده شده (فیت شده ها) ..... ۹۰
- ۴-۴. تعیین میزان حجم آب ذخیره شده در مخزن در ماه‌های مختلف ..... ۹۲
- ۴-۵. نتایج محاسبه معیار ها در سناریوهای مختلف ..... ۹۲
- ۴-۵-۱. میزان حجم خالی مخزن در ماه‌های سیلابی (معیار ۱) ..... ۹۴
- ۴-۵-۲. میزان آب ذخیره شده در پایان یک سال آبی (معیار ۲) ..... ۹۴
- ۴-۵-۳. خطر احتمال وقوع طغیان رودخانه پایاب سد در هنگام وقوع سیل (معیار ۳) ..... ۹۵
- ۴-۵-۴. نتایج میزان دبی سیل خروجی از مخزن (معیار ۴) ..... ۹۸
- ۴-۵-۵. خطر شکست سد در هنگام وقوع سیل (معیار ۵) ..... ۹۹
- ۴-۶. نتایج مقادیر ماتریس تصمیم ..... ۱۰۰
- ۴-۷. نتایج فازی سازی معیارها ..... ۱۰۱
- ۴-۷-۱. تابع و نمودار عضویت معیارها ..... ۱۰۱
- ۴-۷-۲. تعیین میزان عضویت معیارها به کلاسهای فازی تعیین شده در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۵
- ۴-۷-۳. نتایج تعیین ماتریس تصمیم فازی مثلثی ..... ۱۰۷
- ۴-۸. نتایج وزن دهی معیارها ..... ۱۰۹
- ۴-۸-۱. تعیین ماتریسهای مقایسات زوجی معیارها ..... ۱۰۹
- ۴-۸-۲. تعیین ماتریسهای فازی مقایسات زوجی معیارها ..... ۱۱۰
- ۴-۸-۳. تعیین ماتریس ترکیبی فازی ..... ۱۱۰
- ۴-۸-۴. تعیین وزن نهایی معیارها ..... ۱۱۴
- ۴-۹. محاسبه ماتریس تصمیم فازی وزین شده ..... ۱۱۴
- ۴-۱۰. نتایج غیر فازی سازی معیارها ..... ۱۱۷
- ۴-۱۱. موازنه و اولویت بندی سناریوهای مدیریت منابع آب سطحی ..... ۱۲۰

- ۱۲۰-۱۱-۴ تعیین راه حل ایده آل و عکس ایده آل.....
- ۱۲۱-۱۱-۴ تعیین فاصله از راه حل ایده آل ( $D_{I+}$ ) و عکس ایده آل ( $D_{I-}$ ).....
- ۱۲۱-۱۱-۴ میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدآل ( $CL_{I+}$ ).....
- ۱۲۲-۱۲-۴ نتایج آنالیز و ارزیابی اولویت‌های سناریوها با رویکردهای متفاوت وزندهی.....
- ۱۲۳-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با وزندهی یکسان.....
- ۱۲۳-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با تاکید بر معیار میزان حجم خالی مخزن.....
- ۱۲۴-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با تاکید بر معیار میزان حجم آب ذخیره شده در مخزن.....
- ۱۲۵-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با تاکید بر معیار خطر احتمال وقوع طغیان در پایاب.....
- ۱۲۶-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با تاکید بر معیار دبی سیل خروجی از مخزن.....
- ۱۲۷-۱۲-۴ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت‌بندی سناریوها با تاکید بر معیار خطر شکست سد.....
- ۱۲۷-۱۳-۴ خلاصه.....

#### فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

- ۱۲۹-۱-۵ مقدمه.....
- ۱۲۹-۲-۵ مدیریت منابع آب سطحی.....
- ۱۳۰-۳-۵ تصمیم گیری چند معیاره فازی در مدیریت منابع آب.....
- ۱۳۱-۴-۵ تعیین و تدوین سناریوهای مدیریتی.....
- ۱۳۲-۵-۵ تجزیه و تحلیل مقادیر پیش یابی های ورودی به سد مخزنی بوستان.....
- ۱۳۳-۶-۵ معیارها ارزیابی و اولویت‌بندی سناریوهای مدیریتی.....
- ۱۳۳-۱-۶-۵ میزان حجم خالی مخزن سد موجود در خروجی حوزه.....
- ۱۳۴-۲-۶-۵ میزان آب ذخیره شده در مخزن در پایان یک سال آبی.....
- ۱۳۴-۳-۶-۵ معیار خطر تعدد طغیان رودخانه در پایین دست.....
- ۱۳۴-۴-۶-۵ میزان دبی سیل خروجی از مخزن در هنگام اعمال سناریوهای مختلف.....
- ۱۳۵-۵-۶-۵ خطر شکست سد.....
- ۱۳۵-۷-۵ وزن دهی به معیارها.....

۱۳۶	۸-۵ اولویت بندی سناریوها .....
۱۳۸	۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با رویکردهای متفاوت وزندهی .....
۱۳۹	۱-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با رویکرد وزندهی یکسان .....
۱۳۹	۲-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار یک .....
۱۳۹	۳-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار دوم .....
۱۴۰	۴-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار سوم .....
۱۴۰	۵-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار چهارم .....
۱۴۰	۶-۹-۵ آنالیز حساسیت و ارزیابی اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار پنجم .....
۱۴۱	۱۰-۵ بررسی عدم قطعیت موجود در مدل ارائه شده جهت مدیریت منابع آب سطحی در سد بوستان .....
۱۴۲	۱۱-۵ نتیجه گیری نهایی .....
۱۴۲	۱۱-۵ نتیجه گیری نهایی .....
۱۴۳	۱۲-۵ پژوهش هایی برای آینده .....
۱۴۵	فهرست منابع .....
۱۵۳	پیوست .....
۱۵۳	پیوست الف .....
۱۶۳	پیوست ب .....

## فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲: نمودار گروه بندی مدل‌های تصمیم‌گیری در MCDM.....	۱۷
شکل ۲-۲: رایج‌ترین توابع عضویت پیوسته فازی (کوره یزان، ۱۳۸۴).....	۲۰
شکل ۳-۲: نمودار و مقادیر تابع عضویت اعداد فازی مثلثی (حسی و همکارا، ۲۰۰۰).....	۲۱
شکل ۱-۳: موقعیت آبخیز سد بوستان در ایران و استان گلستان.....	۴۶
شکل ۲-۳: زیرحوزه‌ها و میان‌حوزه‌های آبخیز سد بوستان.....	۴۷
شکل ۳-۳: گروه‌های هیدرولوژیک آبخیز سد بوستان.....	۴۹
شکل ۴-۳: شبکه آبراهه‌ای آبخیز سد بوستان.....	۵۰
شکل ۵-۳: رودخانه‌های اصلی همراه با موقعیت سد بوستان، ایستگاه‌های تمر و نقطه بحرانی در آبخیز سد بوستان.....	۵۲
شکل ۶-۳: نمودار مقادیر دبی سالانه ایستگاه تمر ۵ در یک دوره ۳۷ ساله (از سال آبی ۴۹-۴۸ الی ۸۵-۸۴).....	۵۴
شکل ۷-۳: نمودار مقادیر دبی میانگین ماهانه ایستگاه تمر در یک دوره ۳۷ ساله.....	۵۴
شکل ۸-۳: موقعیت شماتیک سد بوستان در شمال کشور و استان گلستان.....	۵۵
شکل ۹-۳: شمای کلی سد مخزنی بوستان واقع در خروجی حوزه.....	۵۵
شکل ۱۰-۳: نمای روبروی سرریز سد بوستان.....	۵۶
شکل ۱۱-۳: موقعیت سد بوستان (گلستان ۲)، ایستگاه پمپاژ و شبکه آبیاری در پایین دست.....	۵۷
شکل ۱۲-۳: چارچوب مدل مفهومی مدیریت مخزن سد بوستان.....	۵۹
شکل ۱۳-۳: نحوه انتخاب و تعیین مدل برتر با استفاده از روش تکراری باکس-جنکینز در نرم افزار MINITAB 14.....	۶۷
شکل ۱۴-۳: نمودار جریانی مراحل و نحوه تدوین سناریوهای مدیریتی.....	۷۱

- شکل ۳-۱۵: مقادیر کلاس بندی به صورت اعداد فازی مثلثی در هفت کلاس ..... ۷۸
- شکل ۳-۱۶: توابع عضویت مقادیر زبانی جهت مقایسه معیارها در ماتریسهای مقایات زوجی (مونو و همکاران، ۱۹۹۴) ..... ۷۹
- شکل ۴-۱: پلات سریهای زمانی داده ها (دبی ماهانه در مقابل زمان) ایستگاه تهر ..... ۸۹
- شکل ۴-۲: نمودار خود همبستگی باقیمانده ها حاصل از برازش مدل برتر به داده ها ..... ۸۹
- شکل ۴-۳: نمودار خود همبستگی جزئی باقیمانده ها پس از برازش و تعیین مدل برتر ..... ۹۰
- شکل ۴-۴: نمودار مقادیر دبی باقیمانده ها نسبت به مقادیر مشاهداتی ..... ۹۰
- شکل ۴-۵: نمودار نرمال پلات مقادیر باقیمانده های مدل پیش بینی ..... ۹۱
- شکل ۴-۶: نمودار مقادیر باقیمانده های مدل در برابر مقادیر برازش داده شده ..... ۹۱
- شکل ۴-۷: نمودار میزان حجم خالی مخزن در چهار ماه سیلابی به میلیون متر مکعب ..... ۹۴
- شکل ۴-۸: نمودار میانگین حجم خالی مخزن در ماههای سیلابی به میلیون متر مکعب ..... ۹۴
- شکل ۴-۹: میزان آب ذخیره شده در پایان یک دوره سال آبی (به میلیون متر مکعب) ..... ۹۵
- شکل ۴-۱۰: میزان دبی حداکثر سیل در سناریوهای مختلف (به متر مکعب در ثانیه) ..... ۹۶
- شکل ۴-۱۱: دوره بازگشت سیل در سناریوهای مختلف ..... ۹۷
- شکل ۴-۱۲: احتمال وقوع سیل در سناریوهای مختلف ..... ۹۷
- شکل ۴-۱۳: مقادیر دبی پیک، حجم و دوره بازگشت سیل در سناریوهای مختلف ..... ۹۷
- شکل ۴-۱۴: مقادیر دبی سیل خروجی در سناریوهای مختلف (متر مکعب بر ثانیه) ..... ۹۸
- شکل ۴-۱۵: هیدروگراف سیل مازاد وسیل خروجی سناریو یک ..... ۹۹
- شکل ۴-۱۶: هیدروگراف سیل مازاد وسیل خروجی سناریو ۲ ..... ۹۹
- شکل ۴-۱۷: مقادیر معیارها در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۱
- شکل ۴-۱۸: تابع و نمودار عضویت معیار ۱ (حجم خالی مخزن) ..... ۱۰۳
- شکل ۴-۱۹: تابع و نمودار عضویت معیار ۲ (حجم پر مخزن) ..... ۱۰۳
- شکل ۴-۲۰: تابع و نمودار عضویت معیار ۳ (خطر ظغیان رودخانه) ..... ۱۰۴
- شکل ۴-۲۱: تابع و نمودار عضویت معیار ۴ (دبی سیل خروجی از مخزن) ..... ۱۰۴
- شکل ۴-۲۲: میزان درجه عضویت معیار ۱ به کلاس های فازی مثلثی در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۳: میزان درجه عضویت معیار ۲ به کلاس های فازی مثلثی در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۶

- شکل ۴-۲۴: میزان درجه عضویت معیار ۳ به کلاس های فازی مثلثی در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۶
- شکل ۴-۲۵: میزان درجه عضویت معیار ۴ به کلاس های فازی مثلثی در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۲۶: مقادیر وزن معیارها بصورت اعداد فازی مثلثی ..... ۱۱۴
- شکل ۴-۲۷: نمودار مقادیر فازی وزین شده معیار یک در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۸: نمودار مقادیر فازی وزین شده معیار ۲ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۹: نمودار مقادیر فازی وزین شده معیار ۳ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۶
- شکل ۴-۳۰: نمودار مقادیر فازی وزین شده معیار ۴ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۷
- شکل ۴-۳۱: نمودار مقادیر فازی وزین شده معیار ۵ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۷
- شکل ۴-۳۲: نمودار مقادیر غیر فازی معیار یک در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۸
- شکل ۴-۳۳: نمودار مقادیر غیر فازی معیار ۲ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۳۴: نمودار مقادیر غیر فازی معیار ۳ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۳۵: نمودار مقادیر غیر فازی معیار ۴ در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۳۶: نمودار مقادیر غیر فازی معیار ۵ در سناریوهای مختلف ..... ۱۲۰
- شکل ۴-۳۷: نمودار میزان فاصله سناریوها از راه حل ایده رآل و عکس ایده آل ..... ۱۲۱
- شکل ۴-۳۸: نمودار میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل ..... ۱۲۲
- شکل ۴-۳۹: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با وزن دهی یکسان به معیارها ..... ۱۲۳
- شکل ۴-۴۰: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با تاکید بر معیار ۱ ..... ۱۲۴
- شکل ۴-۴۱: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با تاکید بر معیار ۲ ..... ۱۲۵
- شکل ۴-۴۲: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با تاکید بر معیار ۳ ..... ۱۲۶
- شکل ۴-۴۳: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با تاکید بر معیار ۴ ..... ۱۲۷
- شکل ۴-۴۴: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدهآل با تاکید بر معیار ۵ ..... ۱۲۸

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۰	جدول ۱-۲: ماتریس تصمیم با M گزینه و N شاخص
۳۰	جدول ۲-۲: مقادیر عددی ارجحیت ها در مقایسات زوجی (قدسی پور، ۱۳۸۵)
۴۵	جدول ۱-۳: خصوصیات فیزیوگرافی حوزه و زیرحوزههای آبخیز سد گلستان
۴۸	جدول ۲-۳: مساحت گروههای هیدرولوژیک در هر زیرحوزه (KM <sup>2</sup> )
۵۳	جدول ۳-۳: موقعیت و مشخصات ایستگاه هیدرومتری تمر
۵۳	جدول ۴-۳: میانگین دبی ماهانه ایستگاه تمر در یک دوره آماری ۳۸ ساله (۴۹-۴۸ الی ۸۵-۸۴)
۶۷	جدول ۵-۳: میزان و نحوه تخصیص منابع آبی آبخیز سد بوستان در پایاب سد (به میلیون متر مکعب)
۷۲	جدول ۶-۳: سناریوهای تدوین جهت مدیریت منابع آب سطحی
۷۶	جدول ۷-۳: خطر شکست سد با توجه به میزان آب ذخیره شده بین تراز سرریز و تراز PMF
۷۸	جدول ۸-۳: مقادیر اعداد فازی مثلثی مربوط به عبارتهای زبانی با در نظر گرفتن معیار سود و هزینه
۸۰	جدول ۹-۳: مقادیر فازی عبارات زبانی توابع عضویت کلاسهای FAHP (مونو و همکاران، ۱۹۹۴)
۸۶	جدول ۱-۴: محاسبات مربوط به آزمون روند والد-ولفویتر
۸۷	جدول ۲-۴: محاسبات مربوط به آزمون همگنی من-ویتنی برای نمونههای بزرگ
۸۷	جدول ۳-۴: محاسبات مربوط به آزمون یافتن داده پرت گرویز-بک
۸۸	جدول ۴-۴: مجموعه و میانگین مربعات خطا و در صد خطای مقادیر واقعی و پیش بینی شده
۸۸	جدول ۵-۴: مقادیر دبی و حجم آب ماهانه پیش بینی شده توسط مدل در ایستگاه تمر در سال آبی ۷۷-۷۸
۹۲	جدول ۶-۴: میزان آب ورودی، خروجی و ذخیره شده در مخزن (به میلیون متر مکعب در ماه)
۹۳	جدول ۷-۴: میزان حجم خالی مخزن در چهار ماه سیلابی (به میلیون متر مکعب)
۹۵	جدول ۸-۴: میزان آب ذخیره شده در پایان یک دوره سال آبی (به میلیون متر مکعب)
۹۵	جدول ۹-۴: مقادیر دبی پیک، حجم، دوره بازگشت و احتمال وقوع سیل در سناریوهای مختلف



- جدول ۴-۱۰: مقادیر دبی سیل خروجی از مخزن در سناریوهای مختلف (متر مکعب بر ثانیه) ..... ۹۸
- جدول ۴-۱۱: کلاس خطر شکست و مقادیر آن در سناریوهای مختلف ..... ۹۹
- جدول ۴-۱۲: ماتریس تصمیم سناریوهای تدیون شده ..... ۱۰۰
- جدول ۴-۱۳: مقادیر عضویت معیارها در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۲
- جدول ۴-۱۴: مقادیر عضویت معیارها به کلاس های فازی مثلثی در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۵
- جدول ۴-۱۵: ماتریس تصمیم فازی مثلثی معیارها در سناریوهای مختلف ..... ۱۰۸
- جدول ۴-۱۶: ماتریس مقایسات زوجی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده اول ..... ۱۰۹
- جدول ۴-۱۷: ماتریس مقایسات زوجی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده دوم ..... ۱۰۹
- جدول ۴-۱۸: ماتریس مقایسات زوجی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده سوم ..... ۱۱۰
- جدول ۴-۱۹: ماتریس مقایسات زوجی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده چهارم ..... ۱۱۰
- جدول ۴-۲۰: ماتریس مقایسات زوجی تعیین شده توسط تصمیم گیرنده پنجم ..... ۱۱۰
- جدول ۴-۲۱: ماتریس مقایسات زوجی فازی مثلثی تصمیم گیرنده اول ..... ۱۱۱
- جدول ۴-۲۲: ماتریس مقایسات زوجی فازی مثلثی تصمیم گیرنده دوم ..... ۱۱۱
- جدول ۴-۲۳: ماتریس مقایسات زوجی فازی مثلثی تصمیم گیرنده سوم ..... ۱۱۲
- جدول ۴-۲۴: ماتریس مقایسات زوجی فازی مثلثی تصمیم گیرنده چهارم ..... ۱۱۲
- جدول ۴-۲۵: ماتریس مقایسات زوجی فازی مثلثی تصمیم گیرنده پنجم ..... ۱۱۳
- جدول ۴-۲۶: ماتریس ترکیبی فازی ..... ۱۱۳
- جدول ۴-۲۷: وزن نهایی فازی معیارها ..... ۱۱۴
- جدول ۴-۲۸: مقادیر ماتریس تصمیم فازی وزین شده معیارها در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۵
- جدول ۴-۲۹: مقادیر ماتریس تصمیم غیر فازی وزین شده معیارها در سناریوهای مختلف ..... ۱۱۸
- جدول ۴-۳۰: مقادیر راه حل ایده آل و عکس ایده آل ..... ۱۲۰
- جدول ۴-۳۱: میزان فاصله سناریوها از راه حل ایده رآل و عکس ایده آل ..... ۱۲۱
- جدول ۴-۳۲: میزان نزدیکی نسبی سناریوها به راه حل ایدآل ..... ۱۲۲
- جدول ۴-۳۳: اولویت بندی سناریوها با وزندهی یکسان به معیارها ..... ۱۲۳
- جدول ۴-۳۴: اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار ۱ ..... ۱۲۴

جدول ۴-۳۵: اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار ۲	۱۲۵
جدول ۴-۳۶: اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار ۳	۱۳۶
جدول ۴-۳۷: اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار ۴	۱۲۷
جدول ۴-۳۸: اولویت بندی سناریوها با تاکید بر معیار ۵	۱۲۸

# فصل اول

مقدمه

محدودیت منابع آب و افزایش نیازهای آبی که خود ناشی از افزایش جمعیت، توسعه شهرها و سیاستهای جدید مدیریت جوامع بشری است و نیز استفاده بی‌رویه و غیر اصولی از منابع آب، باعث بروز مشکلات و اختلافات روزافزونی در این خصوص گردیده است. این امر توجه به مسئله توسعه پایدار و شناخت سیاست‌های بهره‌برداری از منابع آب را بیش از پیش مطرح ساخته است (کارآموز، ۱۳۸۴). با رشد سریع جمعیت و گسترش شدید فعالیتهای اقتصادی وابسته به آب در دهه‌های اخیر، بسیاری از مناطق جهان با مشکل کمبود آب مواجه شده‌اند. بنابراین افزایش تنش و اختلافها در آینده قابل پیش‌بینی است و نیازمند یک مدیریت صحیح و اصولی می‌باشد.

با توجه به کمبود و عدم یکنواختی نزولات جوی در کشور پهناورمان، کنترل آبهای سطحی و استفاده بهینه از منابع آب از اولویت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. این امر همراه با افزایش تقاضای مداوم برای آب، با کیفیت و توزیع زمانی و مکانی مناسب، مهندسی و برنامه ریزان را وادار به تفکر و ارائه طرحهای جامع‌تر و پیچیده‌تر برای سیستمهای منابع آب نموده است.

پژوهش در زمینه روش‌های مدیریت منابع آب نیازمند تکنیک‌هایی است که توان و امکان دورنگری، پیش‌بینی و نیز درک و بیان فرآیندهای پیچیده و پویا را فراهم نماید. بعضی از روشها و تکنیک‌های تحقیق در علوم طبیعی فراتر از "آنچه که اتفاق افتاده" و "آنچه که هست" را بررسی و تحلیل نمی‌کنند، در حالیکه تشخیص و تعیین بهترین وضعیتی که "می‌تواند و باید باشد" و یافتن پاسخ و راه‌حلی برای "چه اقداماتی برای دسترسی به چنین وضعیتی باید انجام داد؟" از مهمترین مسائلی است که می‌باید در برنامه ریزی و توسعه منابع آب در نظر گرفت (امینی فسخودی، ۱۳۸۵).