

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه سبزگان

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M. Sc.) در رشته

مهندسی آب

**اولویت بندی راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری با**

**استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM): مطالعه موردی شبکه**

**آبیاری دشت قزوین**

تحقیق و نگارش

فرشته ملکشی

استاد راهنما

دکتر حسام قدوسی

استاد مشاور

مهندس هاجر نیک‌قلب

تابستان ۱۳۹۱

با درود فراوان به روح پر فتوح پدر بزرگوارم و سپاس بیکران بر همدلی و همراهی و همگامی  
مادر دلسوز و مهربانم، این پایان نامه را در کمال افتخار و امتنان تقدیم می‌نمایم به پدر و مادر  
عزیزم به خاطر همه‌ی تلاش‌های محبت‌آمیزی که در دوران مختلف زندگی‌ام انجام داده‌اند و با  
مهربانی چگونه زیستن را به من آموخته‌اند.

به درگاه دادار دانا سپاس

که دانش از او یافت فرو اساس

سپاسگذار کسانی هستم که سرآغاز تولد من هستند. از یکی زاده می شوم و

از دیگری جاودانه. استادی که سپیدی را بر تخته سیاه زندگی نگاشت و

مادری که تار مویی از او پپای من سیاه نماند.

## چکیده

شبکه‌های آبیاری و زهکشی وسیعترین توزیع‌کننده آب در عرصه کشاورزی به شمار رفته و نقش مهمی در تأمین و توزیع بهینه آب دارند، بنابراین جهت افزایش بهره‌وری آب کشاورزی، باید بررسی‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها در بخش‌های مدیریتی، فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و ... این شبکه‌ها متمرکز شوند. در این تحقیق با مراجعه به شبکه آبیاری دشت قزوین و مشورت و مصاحبه حضوری با مسئولین شبکه و مدیران صنعت آب در بخش بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و همچنین با استفاده از مطالعات قبلی، راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری آب شبکه از دیدگاه‌های مدیریتی، فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تعیین شدند. برای اولویت‌بندی این راهکارها با استفاده از نظرات کارشناسان از روش AHP و نرم‌افزار Expert Choice استفاده گردید. نتایج نشان داد که دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری با وزن ۰/۵۰۹ در بالاترین اولویت قرار داشته و همچنین پس از رتبه‌بندی معیارها در هر دیدگاه مشخص گردید از دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار در سطح شبکه، از دیدگاه فنی - سازه‌ای استفاده از سازه‌های آبگیر نیرپیک در تمام کانال‌ها، از دیدگاه اقتصادی دریافت هزینه واقعی آب‌بها، از دیدگاه اجتماعی توصیه و ترویج سیستم‌های مدرن آبیاری به کشاورزان و از دیدگاه زیست‌محیطی جلوگیری از تخلیه فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به داخل کانال‌ها دارای بیشترین اهمیت می‌باشند. در این تحقیق به عنوان نمونه بمنظور بکارگیری برترین راهکار افزایش بهره‌وری از دیدگاه فنی - سازه‌ای به شبیه‌سازی کانال L6 از شبکه آبیاری دشت قزوین به کمک مدل هیدرودینامیکی Canalman پرداخته شد. نتایج نشان داد که دریچه‌های آبگیر نیرپیک از عملکرد بالایی برخوردار بوده و موجب کاهش بخش قابل توجهی از تلفات می‌گردند.

**کلمات کلیدی:** بهره‌وری آب، روش تصمیم‌گیری MCDM، شبکه آبیاری دشت قزوین، مدل

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ..... ۲
- ۲-۱- معرفی روش‌های بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری ..... ۴
- ۱-۲-۱- روش تحویل گردشی ..... ۵
- ۲-۲-۱- روش تحویل بر حسب تقاضا ..... ۵
- ۳-۲-۱- روش تحویل توافقی ..... ۶
- ۳-۱- بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری ..... ۷
- ۱-۳-۱- بهره‌وری از دیدگاه فنی - سازه‌ای ..... ۹
- ۲-۳-۱- بهره‌وری از دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری ..... ۱۱
- ۳-۳-۱- بهره‌وری از دیدگاه اقتصادی ..... ۱۳
- ۴-۳-۱- بهره‌وری از دیدگاه اجتماعی ..... ۱۴
- ۵-۳-۱- بهره‌وری از دیدگاه زیست‌محیطی ..... ۱۵

### فصل دوم: بررسی منابع

- ۱-۲- مقدمه ..... ۱۸
- ۲-۲- مطالعات انجام شده ..... ۱۸

### فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳- مقدمه ..... ۲۵
- ۲-۳- معرفی شبکه آبیاری دشت قزوین ..... ۲۵
- ۱-۲-۳- حدود جغرافیایی شبکه آبیاری دشت قزوین ..... ۲۷

- ۲۸..... منابع تأمین آب طرح..... ۲-۲-۳
- ۳۰..... مشخصات تأسیسات آبی شبکه آبیاری دشت قزوین..... ۳-۲-۳
- ۳۳..... معرفی کانال L6 از شبکه آبیاری دشت قزوین..... ۳-۳-۳
- ۳۵..... معرفی مدل هیدرودینامیکی Canalman..... ۴-۳-۳
- ۳۷..... شروع به کار با مدل..... ۱-۴-۳
- ۳۹..... ورود اطلاعات..... ۲-۴-۳
- ۳۹..... کالیبراسیون هیدرولیکی مدل..... ۳-۴-۳
- ۴۰..... تنظیمات بهره‌برداری..... ۴-۴-۳
- ۴۲..... شروع شبیه‌سازی..... ۵-۴-۳
- ۴۳..... نتایج شبیه‌سازی..... ۶-۴-۳
- ۴۴..... شبیه‌سازی جریان در کانال L6..... ۵-۳-۳
- ۴۵..... شبیه‌سازی کانال با آبگیرهای کشویی..... ۱-۵-۳
- ۵۲..... شبیه‌سازی کانال با آبگیرهای نریپیک..... ۲-۵-۳
- ۵۹..... معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)..... ۶-۳-۳
- ۶۰..... مدل‌های چندهدفه MODM..... ۱-۶-۳
- ۶۱..... مدل‌های چندشاخصه MADM..... ۲-۶-۳
- ۶۳..... روش AHP..... ۳-۶-۳
- ۶۵..... معرفی نرم‌افزار تصمیم‌گیری Expert Choice..... ۷-۳-۳
- ۶۶..... شروع به کار با Expert Choice..... ۱-۷-۳
- ۶۷..... منوهای Expert Choice..... ۲-۷-۳
- ۶۸..... ایجاد مدل و ورود داده‌ها..... ۳-۷-۳
- ۷۲..... تحلیل حساسیت..... ۴-۷-۳

۳-۸- ارائه جداول تصمیم‌گیری ..... ۷۳

## فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه ..... ۸۰

۴-۲- ارائه نتایج شبیه‌سازی هیدرودینامیکی کانال ..... ۸۰

۴-۳- ارائه نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار Expert Choice و رتبه‌بندی معیارها ..... ۸۴

۴-۴- نتیجه‌گیری و بحث ..... ۸۹

نتیجه‌گیری کلی ..... ۹۷

پیشنهادها ..... ۹۹

منابع مأخذ ..... ۱۰۱

## پیوست‌ها

پیوست ۱: نمونه پرسشنامه مربوط به مقایسه زوجی پنج دیدگاه ارائه شده جهت افزایش بهره‌وری آب در شبکه ..... ۱۰۵

پیوست ۲: جدول تبدیل مقادیر کیفی درجه اهمیت به مقادیر کمی ..... ۱۰۶



## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۴.....	جدول (۱-۳) مشخصات کانال L6 از شبکه آبیاری دشت قزوین.....
۴۵.....	جدول (۲-۳) سهمیه آب تخصیص داده شده به هشت آبرگیر ابتدایی کانال L6 در طی ۱۰ روز.....
۴۶.....	جدول (۳-۳) مشخصات بازه‌های کانال و سازه‌های آن.....
۴۸.....	جدول (۴-۳) زمان رسیدن جریان به آبرگیر و زمان پایداری جریان (آبرگیر کشویی، روز چهارم).....
۵۲.....	جدول (۵-۳) زمان رسیدن جریان به آبرگیر و زمان پایداری جریان (آبرگیر کشویی، روز پنجم).....
۵۲.....	جدول (۶-۳) مشخصات بازه‌های کانال و سازه‌های آن.....
۵۵.....	جدول (۷-۳) زمان رسیدن جریان به آبرگیر و زمان پایداری جریان (آبرگیر نیرپیک، روز چهارم).....
۵۹.....	جدول (۸-۳) زمان رسیدن جریان به آبرگیر و زمان پایداری جریان (آبرگیر نیرپیک، روز پنجم).....
۷۴.....	جدول (۹-۳) راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری شبکه از دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری.....
۷۵.....	جدول (۱۰-۳) راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری شبکه از دیدگاه فنی - سازه‌ای.....
۷۵.....	جدول (۱۱-۳) راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری شبکه از دیدگاه اقتصادی.....
۷۵.....	جدول (۱۲-۳) راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری شبکه از دیدگاه اجتماعی.....
۷۶.....	جدول (۱۳-۳) راهکارهای موثر در افزایش بهره‌وری شبکه از دیدگاه زیست‌محیطی.....
۸۲.....	جدول (۱-۴) مقادیر حجم تلفات و شاخص‌های ارزیابی عملکرد.....
۸۳.....	جدول (۲-۴) مقادیر حجم تلفات و شاخص‌های ارزیابی عملکرد.....
۸۹.....	جدول (۳-۴) اولویت‌بندی پنج دیدگاه موردنظر در افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری.....
۹۰.....	جدول (۴-۴) اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری.....
۹۱.....	جدول (۵-۴) اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه فنی - سازه‌ای.....
۹۲.....	جدول (۶-۴) اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه اقتصادی.....

جدول (۷-۴) اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه اجتماعی ..... ۹۳

جدول (۸-۴) اولویت‌بندی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه زیست‌محیطی ..... ۹۳

جدول (۹-۴) اولویت‌بندی نهایی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از نظر هدف ..... ۹۵

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۰.....	شکل (۱-۱) جانمایی سازه‌های آب‌بند و آبگیر در کانال‌های آبیاری
۲۸.....	شکل (۱-۳) جانمایی کانال‌های انتقال و توزیع آب شبکه آبیاری دشت قزوین
۳۷.....	شکل (۲-۳) صفحه اصلی مدل
۳۷.....	شکل (۳-۳) پنجره گزینه‌های قابل تنظیم
۳۸.....	شکل (۴-۳) پنجره پیکر بندی سیستم آبیاری
۳۸.....	شکل (۵-۳) پنجره انتخاب گزینه‌ها
۳۹.....	شکل (۶-۳) پنجره پیکر بندی بازه های کانال
۳۹.....	شکل (۷-۳) پنجره پیکر بندی سازه های آب بند
۴۰.....	شکل (۸-۳) پنجره داده های هیدرولیکی بازه های کانال
۴۰.....	شکل (۹-۳) پنجره پارامترهای عددی مدل
۴۱.....	شکل (۱۰-۳) پنجره تعیین روش‌های شبیه‌سازی
۴۱.....	شکل (۱۱-۳) پنجره تنظیمات بهره‌برداری آبگیرها
۴۲.....	شکل (۱۲-۳) پنجره ویرایش نقاط هیدروگراف
۴۲.....	شکل (۱۳-۳) پنجره تعیین مدت زمان شبیه‌سازی
۴۳.....	شکل (۱۴-۳) جدول نتایج شبیه‌سازی برای یک بازه
۴۴.....	شکل (۱۵-۳) نمودار نتایج شبیه‌سازی برای بازه‌های کانال
۴۶.....	شکل (۱۶-۳) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره یک (آبگیر کشویی، روز چهارم)
۴۷.....	شکل (۱۷-۳) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره دو (آبگیر کشویی، روز چهارم)
۴۷.....	شکل (۱۸-۳) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره شش (آبگیر کشویی، روز چهارم)
۴۸.....	شکل (۱۹-۳) نمودار دبی در محل آبگیر شماره هفت (آبگیر کشویی، روز چهارم)

- شکل (۳-۲۰) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره یک (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۴۹
- شکل (۳-۲۱) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره دو (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۴۹
- شکل (۳-۲۲) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره پنج (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۵۰
- شکل (۳-۲۳) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره شش (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۵۰
- شکل (۳-۲۴) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره هفت (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۵۱
- شکل (۳-۲۵) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره هشت (آبگیر کشویی، روز پنجم)..... ۵۱
- شکل (۳-۲۶) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره یک (آبگیر نیرپیک، روز چهارم)..... ۵۳
- شکل (۳-۲۷) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره دو (آبگیر نیرپیک، روز چهارم)..... ۵۴
- شکل (۳-۲۸) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره شش (آبگیر نیرپیک، روز چهارم)..... ۵۴
- شکل (۳-۲۹) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره هفت (آبگیر نیرپیک، روز چهارم)..... ۵۵
- شکل (۳-۳۰) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره یک (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۶
- شکل (۳-۳۱) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره دو (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۶
- شکل (۳-۳۲) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره پنج (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۷
- شکل (۳-۳۳) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره شش (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۷
- شکل (۳-۳۴) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره هفت (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۸
- شکل (۳-۳۵) نمودار دبی در محل آبگیر بازه شماره هشت (آبگیر نیرپیک، روز پنجم)..... ۵۸
- شکل (۳-۳۶) ماتریس تصمیم‌گیری..... ۶۱
- شکل (۳-۳۷) ساختار سلسله مراتبی..... ۶۴
- شکل (۳-۳۸) ماتریس مقایسات زوجی..... ۶۴
- شکل (۳-۳۹) پنجره انتخاب مدل..... ۶۶
- شکل (۳-۴۰) Expert Choice منوهای..... ۶۷
- شکل (۳-۴۱) پنجره ورود توصیف برای هدف..... ۶۹

- شکل (۳-۴۲) ورود معیارها ..... ۶۹
- شکل (۳-۴۳) پنجره انتخاب حالت و نوع مقایسه ..... ۷۰
- شکل (۳-۴۴) پنجره ورود مقایسات زوجی معیارها به صورت پرسشنامه ..... ۷۱
- شکل (۳-۴۵) پنجره نمایش اهمیت نسبی معیارها ..... ۷۱
- شکل (۳-۴۶) نمایش اهمیت نسبی گزینه‌ها در سمت راست شکل ..... ۷۲
- شکل (۳-۴۷) پنجره تحلیل حساسیت دینامیک ..... ۷۳
- شکل (۳-۴۸) ساختار سلسله مراتبی افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری ..... ۷۸
- شکل (۴-۱) نمودار دبی در محل آبرگیر بازه شماره شش در روز پنجم مرداد با آبرگیر کشویی ..... ۸۰
- شکل (۴-۲) نتایج جدولی دبی در محل آبرگیر بازه شماره شش با آبرگیر کشویی ..... ۸۱
- شکل (۴-۳) نمودار دبی در محل آبرگیر بازه شماره شش در روز پنجم مرداد با آبرگیر نیرپیک ..... ۸۲
- شکل (۴-۴): تلفات آب در آبرگیر ششم در دو حالت بکارگیری آبرگیر کشویی و نیرپیک ..... ۸۳
- شکل (۴-۵): راندمان آبرگیر ششم در دو حالت بکارگیری آبرگیر کشویی و نیرپیک ..... ۸۳
- شکل (۴-۶) اهمیت نسبی پنج دیدگاه موردنظر و وزن‌های اختصاص یافته به آنها ..... ۸۴
- شکل (۴-۷) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه فنی - سازه‌ای ..... ۸۵
- شکل (۴-۸) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه مدیریتی - بهره‌برداری ..... ۸۵
- شکل (۴-۹) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه اقتصادی ..... ۸۶
- شکل (۴-۱۰) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه اجتماعی ..... ۸۶
- شکل (۴-۱۱) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از دیدگاه زیست‌محیطی ..... ۸۷
- شکل (۴-۱۲) اهمیت نسبی راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری از نظر هدف ..... ۸۸

## فهرست روابط ریاضی

عنوان	صفحه
رابطه (۱-۱)، شاخص کفایت تحویل مولدن و گیتس	۱۲
رابطه (۲-۱)، شاخص راندمان تحویل مولدن و گیتس	۱۲
رابطه (۳-۱)، شاخص عدالت تحویل مولدن و گیتس	۱۲
رابطه (۴-۱)، شاخص پایداری تحویل مولدن و گیتس	۱۲
رابطه (۱-۳)، معادله پیوستگی سنت ونان	۳۶
رابطه (۲-۳)، معادله مومتم سنت ونان	۳۷
رابطه (۳-۳)، تعیین بهترین گزینه در مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM)	۶۱
رابطه (۴-۳)، تعیین ارزش هر گزینه در روش AHP	۶۴

فصل اول

کلیات

در حال حاضر تأمین آب بخش کشاورزی در سطح دنیا و مخصوصاً در کشورهایی که با بحران کمبود آب مواجهند به یک مسئله کلیدی تبدیل شده است. تنگناهای کم‌آبی در حال حاضر یکی از مسایل مهم جهان بشمار می‌رود و بخش کشاورزی به عنوان عمده‌ترین مصرف‌کننده آب باید در فکر راه‌کارهای جدیدی برای جبران کمبودها و اتخاذ تدابیر ویژه در راستای تولید محصول بیشتر به ازاء هر واحد حجم آب باشد (مجتبوی و ساسانیان، ۱۳۸۲). بدین منظور، تأمین و توزیع بهینه آب مورد توجه مسئولین قرار گرفت و سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در زمینه ساخت سدهای مخزنی، انحرافی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی بعمل آمد و موجب آن شد که چندین شبکه آبیاری و زهکشی با سرمایه‌گذاری‌های زیاد در کشور ساخته شود (رحیمی، ۱۳۸۳).

در کشورهای در حال توسعه مرحله بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی نسبت به مراحل مطالعه، طراحی و اجرا از ضعف و ناکارآمدی بیشتری برخوردار است که از دلایل عمده این مسئله، می‌توان به عدم توجه کافی به مسایل بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات و تجهیزات شبکه در مراحل طراحی و اجرا اشاره نمود (سیاهی و ناشر، ۱۳۸۱). در اثر بهره‌برداری نادرست و نگهداری نامطلوب از طرح‌های اجرا شده نه تنها عمر مفید طرح‌ها کاهش یافته بلکه قسمتی از اراضی تحت پوشش ماندابی و شور شده و در نتیجه راندمان‌ها نه تنها افزایش نیافته بلکه تنزل می‌کند (میرزایی، ۱۳۸۹).

آب به عنوان محدود کننده‌ترین عامل در تولید محصولات کشاورزی نقش مهمی در تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشورمان را به عهده دارد. بنابراین لازم است که از منابع آب محدود کشور به نحو کارا و بهینه استفاده نموده و بهره‌وری آن را افزایش داد (زیدعلی و همکاران، ۱۳۸۲). بهره‌وری به



فرآیندی اطلاق می‌شود که حداکثر استفاده از منابع با روند فزاینده صورت گیرد. به طور کلی ارتقای بهره‌وری می‌تواند به نتایج مهمی از قبیل افزایش رشد اقتصادی و استفاده بهینه از منابع، به ویژه منابع کمیاب همانند آب، منجر شود. بهره‌وری آب کشاورزی از دیدگاه‌های مختلفی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد (مأم: پوش و موسوی، ۱۳۸۵) که یکی از این دیدگاه‌ها راه‌کارهای موثر بر افزایش عملکرد در شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشد.

تا کنون گردهمایی‌ها، کارگاه‌ها، کنفرانس‌ها و سمینارهای متعددی برای بررسی علل عدم موفقیت پروژه‌های آبیاری و زهکشی برگزار شده و سازمان‌های مختلف بین‌المللی با انجام مطالعات موردی متعدد سعی بر شناسایی نارسایی‌ها و ارائه توصیه‌های فنی و مدیریتی نموده‌اند. اما متأسفانه تا کنون راهکارهای اجرایی مناسبی جهت افزایش بهره‌وری آب ارائه نشده است (میرزایی، ۱۳۸۹) و در هر کدام از تحقیقات انجام شده از یک یا دو دیدگاه به موضوع افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری پرداخته شده است. در این تحقیق در نظر است با دسته‌بندی دیدگاه‌های مختلف مؤثر بر افزایش عملکرد با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (شامل روش<sup>1</sup> AHP) به اولویت بندی راهکارهای افزایش بهره‌وری در شبکه‌های آبیاری پرداخت. با کاربرد روش تصمیم‌گیری چندمعیاره کلیه عوامل کمی و کیفی می‌توانند در ایجاد بهترین راهکار افزایش عملکرد دخالت کنند. در این تحقیق عوامل مؤثر بر افزایش بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری در پنج دیدگاه کلی فنی - سازه‌ای، مدیریتی - بهره‌برداری، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی تقسیم‌بندی می‌شوند و سپس هر کدام از عوامل مؤثر در این پنج دیدگاه تعیین می‌گردند. به طور کلی هدف از انجام این تحقیق را می‌توان، بررسی استفاده از یک روش علمی تصمیم‌گیری در شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تعیین بهترین راهکارهای افزایش بهره‌وری آب در

---

1-Analytical Hierarchy process

شبکه‌ها از دیدگاه فنی - سازه‌ای، مدیریتی - بهره‌برداری، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی عنوان نمود. در این تحقیق از شبکه آبیاری دشت قزوین به عنوان مطالعه موردی استفاده گردیده است.

## ۲-۱ - معرفی روش‌های بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری

منظور از بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری اجرای روش‌های توزیع و تحویل آب در شبکه می‌باشد. روش بهره‌برداری از شبکه یا به عبارت دقیق‌تر نحوه تحویل آب به آبگیرهای مزارع با سه پارامتر تعیین می‌شود (کسب‌دوز و همکاران، ۱۳۷۶):

۱. دبی جریان تحویلی (Q)

۲. تناوب یا فواصل آبیاری ( $F_r$ )

۳. مدت زمان تحویل آب در هر نوبت آبیاری (d)

ترکیب این سه پارامتر برنامه تحویل آب به مزارع و در نهایت برنامه بهره‌برداری از شبکه را مشخص می‌کند. ثابت و یا متغیر بودن این پارامترها در طول فصل زراعی، روش‌های بهره‌برداری متنوعی را بوجود می‌آورد. در مواردی که این پارامترها توسط دستگاه مسئول شبکه در ابتدای فصل زراعی تعیین شود و تا انتهای فصل نیز بدون تغییر باقی بماند برنامه تحویل آب را می‌توان "گردشی"<sup>۱</sup> نامید. در صورتیکه تغییر این پارامترها در طول فصل زراعی بر اساس تقاضای مصرف‌کننده در محدوده ظرفیت سیستم به وجود آید، برنامه تحویل آب "بر حسب تقاضا"<sup>۲</sup> است.

در بین دو روش فوق که دارای حداقل و حداکثر انعطاف پذیری می‌باشند با تغییر سطح تصمیم‌گیری و ثابت یا متغیر بودن عوامل تحویل و محدودیت‌های آنها، روش‌های متفاوت تحویل آب با سطح

---

1 -Rotational

2- On Demand

انعطاف متفاوت به وجود می‌آید. یکی از این روش‌ها روش توافقی<sup>۱</sup> است. در این روش تحویل آب با توافق تحویل‌گیرندگان آب و سازمان مسئول بهره‌برداری انجام می‌گیرد. در ادامه به معرفی بیشتر روش‌های تحویل آب پرداخته شده است.

### ۱-۲-۱- روش تحویل گردش

در این روش عوامل تحویل آب (دبی، تناوب و مدت جریان) معمولاً ثابت می‌باشند و به صورت نوبتی به هر کدام از نقاط برداشت آب تحویل داده می‌شوند. علاوه بر این مسئولیت تصمیم‌گیری در مورد آنها به عهده مسئول بهره‌بردار شبکه می‌باشد. این امر باعث می‌شود که آب تحویلی به انشعابات از بالادست شبکه کنترل و تنظیم گردد. در این روش بدلیل اینکه تحویل آب به انشعابات به نوبت انجام می‌گیرد و معمولاً جریان آب در کانال‌های توزیع کننده دائمی می‌باشد، ظرفیت آنها کاهش می‌یابد و علاوه بر آن سازه‌های کنترل و تنظیم جریان در امتداد این کانال‌ها ساده‌تر، کوچکتر و به تبع آن با هزینه کمتری احداث خواهند شد. در این روش بدلیل ثابت بودن عوامل تحویل و نیز نوبتی بودن تحویل آب به انشعابات، مدیریت کانال‌های توزیع کننده آسان می‌باشد. استفاده از این روش بدلیل مقرون به صرفه بودن آن و عدم نیاز به مهارت بالا توسط زارعین در نقاط زیادی از جهان مخصوصاً کشورهای در حال توسعه رایج می‌باشد.

### ۱-۲-۲- روش تحویل بر حسب تقاضا

در روش تحویل بر حسب تقاضا عوامل تحویل آب (مدت و تناوب جریان) به انشعابات در محدوده مناسبی متغیر می‌باشند و اختیار تصمیم‌گیری در مورد آنها بر اساس تقاضای پایین دست (تحویل‌گیرندگان آب) انجام می‌پذیرد. بنابراین کنترل و تنظیم سیستم از پایین دست صورت می‌پذیرد.

---

1- Adaptive

با توجه به عدم محدودیت در عوامل تحویل و نیز اختیار پایین دست نسبت به تصمیم‌گیری در مورد عوامل فوق ظرفیت سیستم اعم از کانال‌ها افزایش می‌یابد. در این روش برای برآورده نمودن نیاز بهنگام انشعابات، سازه‌ها به شکل اتوماتیک مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و نیز احداث مخازن ذخیره برای تحویل آب با تأخیر زمانی کمتر لازم و ضروری می‌باشد. در مجموع عوامل فوق موجب پیچیدگی سیستم و بالا رفتن هزینه آن می‌شود اما در مقابل جوابگویی به نیاز بهنگام انشعابات بخوبی انجام می‌پذیرد. با تعدیل‌هایی که در عوامل تحویل آب و نوع تصمیم‌گیری در مورد آنها انجام می‌پذیرد می‌توان هزینه سیستم‌های بر حسب تقاضا و پیچیدگی آنها را کاهش داد. کاربرد روش توزیع آب بر حسب تقاضا در شبکه‌های آبیاری تحت فشار با سهولت بیشتر و هزینه کمتر در مقایسه با کانال‌های روباز امکان‌پذیر است. در روش توزیع آب بر مبنای تقاضا ریسک به حداقل رسیده و از طرف دیگر کشاورز با توجه به احتیاج آب واقعی خود اقدام به آبیاری می‌نماید و در نتیجه عملکرد سیستم بهبود می‌یابد. ولی از طرفی ممکن است در اثر استفاده بی‌رویه آب اثرات منفی مثل زه‌دار شدن زمین‌های زراعی بوجود آید.

### ۱-۲-۳- روش تحویل توافقی

روش‌های تحویل و توزیع آب به انشعابات بر اساس شرایطی مثل آب موجود، میزان توانایی مسئولین بهره‌برداری و.... متغیر می‌باشند. اگرچه در کشورهای در حال توسعه اغلب روش گردش‌متداول می‌باشد، اما این روش معمولاً محدودیت‌های زیادی از جمله عدم جوابگویی نیاز بهنگام را در کانال‌های آبیاری بوجود می‌آورد. سیستم‌های بر حسب تقاضا نیز تجهیزات و هزینه بیشتری در سیستم توزیع آب لازم دارند. روش توافقی که در بین این دو روش قرار دارد، علاوه بر اینکه بهره‌برداری از سازه‌ها را به روش دستی امکان‌پذیر می‌سازد، تأمین نیاز بهنگام انشعابات را نیز به شکل بهتری نسبت به