

**ارزیابی و انتخاب سیستم بهینه آبیاری در شهرستانهای فریدن و سمیرم**هادی رفیعی^{*} محمد بخشوده و منصور زیبایی^{*}**چکیده:**

از جمله راهکارهایی که در رأس برنامه‌های توسعه دولت برای مقابله با محدودیت آب در بخش کشاورزی قرار گرفته، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار است. گسترش و توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار با مسائل و مشکلات فنی، اقتصادی و اجتماعی متعددی روبروست. از آنجایی که در سیستم‌های آبیاری، انواع زیادی سیستم اعم از سنتی و تحت فشار وجود دارد، انتخاب نوع سیستم بعنوان سیستم بهینه کار مشکلی است. به گونه‌ای که اگر این انتخاب صرفاً بر اساس بازده آبیاری و بدون در نظر گرفتن دیگر عوامل باشد، ممکن است انتخاب بهینه نبوده و لذا جوابگوی نیاز آبیاری منطقه نباشد. بنابراین لازم است کلیه عوامل فنی، اقتصادی، محیطی و جغرافیایی در انتخاب سیستم بهینه لحاظ شود.

هدف اصلی این مطالعه تعیین سیستم مناسب آبیاری از لحاظ اقتصادی، فنی، محیطی و جغرافیایی برای منطقه مورد مطالعه است. بدین منظور از برنامه ریزی توافقی استفاده و آمار مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از ۲۶۲ زارع شهرستان‌های فریدن و سمیرم در استان اصفهان بدست آمد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در اکثر مناطق مورد مطالعه، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک می‌باشد که در مواردی کلاسیک متحرک نیز بعنوان سیستم بهینه شناخته شد، هرچند که در یکی از گروه‌های مورد مطالعه آبیاری سنتی کرتی بهترین سیستم معرفی شد. بنابراین در مجموع پیشنهاد شد که قبل از نصب سیستم آبیاری بارانی اطلاعات لازم در زمینه مدیریت مزرعه در هنگام اجرای آبیاری بارانی به کشاورزان داده شود. همچنین با انجام مطالعات دقیق در رابطه با سازگاری این سیستم‌ها با عوامل مختلف، مانع از شکست اینگونه طرحها به لحاظ فنی و اقتصادی شوند.

مقدمه

از جمله راهکارهایی که در رأس برنامه‌های توسعه دولت برای مقابله با محدودیت آب در بخش کشاورزی قرار گرفته، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار است. گسترش و توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار با مسائل و مشکلات فنی، اقتصادی و اجتماعی متعددی روبروست. از آنجایی که در سیستم‌های آبیاری، انواع زیادی سیستم اعم از سنتی و تحت فشار وجود دارد، انتخاب نوع سیستم بعنوان سیستم بهینه کار مشکلی است. به گونه‌ای که اگر این انتخاب صرفاً بر اساس بازده آبیاری و بدون در نظر گرفتن دیگر عوامل باشد، ممکن است انتخاب بهینه نبوده و لذا جوابگوی نیاز آبیاری منطقه نباشد. بنابراین لازم است کلیه عوامل فنی، اقتصادی، محیطی و جغرافیایی در انتخاب سیستم بهینه لحاظ شود. هدف اصلی این مطالعه تعیین سیستم مناسب آبیاری از لحاظ اقتصادی، فنی، محیطی و جغرافیایی برای دو شهرستان فریدن و سمیرم در استان اصفهان است.

در مطالعات گذشته برای ارزیابی و تعیین سیستم مناسب آبیاری از روشهای مختلفی همچون مدل C-Z، ماتریس معیارها و کارایی کیفی گزینه‌ها و روش تصمیمگیری چند معیاری^۱ (MCDM) استفاده شده است که در این مطالعه از یکی از روشهای برنامه‌ریزی چند معیاری استفاده شده است.

* فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، استاد یار و استادیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی شیراز

^۱ - Multi Criteria Decision Making



یکی از روشهای برنامه‌ریزی چندمعیاری، برنامه‌ریزی توافقی (CP^۱) است که در مطالعات گذشته برای تعیین تکنولوژی مناسب آبیاری بکار گرفته شده است. این روش در دیگر مسائل کشاورزی نیز کاربرد داشته است که در آنها از روش برنامه‌ریزی توافقی برای دستیابی به چندین هدف با توجه به معیارهای خاص استفاده شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه تکل و یتابو (۱۹۹۲)، جوندی (۱۹۹۸)، خلیلی (۱۳۷۵) و ضیایی (۱۳۷۹) اشاره کرد.

تکل و یتابو (۱۹۹۲) عنوان کردند که از برنامه‌ریزی خطی نیز می‌توان برای انتخاب سیستم بهینه آبیاری استفاده کرد. ولی بدلیل ناتوانی برنامه‌ریزی خطی در وارد کردن تمام شرایط واقعی کشاورز، مزرعه و اقلیم استفاده از برنامه‌ریزی توافقی بهتر می‌باشد. در مطالعه خلیلی (۱۳۷۵)، علاوه بر انتخاب سیستم بهینه با استفاده از متد برنامه‌ریزی توافقی، از روش سلسله مراتب تحلیل (AHP) نیز برای این هدف استفاده شد. خلیلی در این مطالعه عنوان کرد که اصول کار روش CP انتخاب گزینه بر اساس تعیین حداقل فاصله نسبت به جواب ایده‌آل است در صورتی که اصول کار روش AHP بر اساس تعیین نسبت و انتخاب گزینه‌ای که حداکثر نسبت مقیاسی را ارائه دهد می‌باشد. همچنین عنوان کرد که دو روش CP و AHP، اگرچه دارای فرضیات و اصول زیربنایی ریاضی متفاوتی هستند ولی از کارایی و نتایج بسیار مشابهی برخوردارند.

نتایج مطالعه تکل و یتابو (۱۹۹۲) نشان داد که بهترین آبیاری و در واقع آبیاری برتر، آبیاری سطحی و بدترین گزینه برای آبیاری سیستم آبیاری بارانی خطی می‌باشد. آنها در مطالعه خود از معیارهای گوناگون برای ارزیابی ده گزینه آبیاری جهت دستیابی به اهداف مختلف استفاده کردند. جوندی (۱۹۹۸) نیز در مطالعه‌ای در اندونزی به مقایسه و انتخاب بهترین سیستم آبیاری پرداخت. نتایج مطالعه جوندی نشان داد که بهترین سیستم برای منطقه مورد مطالعه آبیاری جویچه‌ای و بدترین سیستم، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت است. او نیز در مطالعه خود از معیارهای متعددی برای ارزیابی سیستم‌های مختلف آبیاری استفاده کرد.

همچنین ضیایی (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای به ارزیابی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و انتخاب روش مناسب آبیاری در ایران پرداخت. وی به ارزیابی سه سیستم آبیاری کلاسیک ثابت، کلاسیک نیمه متحرک و ویلموو در قالب هفت معیار پرداخت. نتایج نشان داد که سیستم آبیاری بارانی ویلموو بعنوان بهترین گزینه آبیاری است.

روش تحقیق

در این مطالعه برای انتخاب بهترین سیستم، از برنامه‌ریزی توافقی استفاده شد. روش برنامه‌ریزی توافقی بر تخصیص دادن یک مجموعه از توابع فاصله و سپس جستجوی راحل‌های چند هدفی با

^۱ - Compromise Programming



استفاده از حداقل کردن فاصله از نقطه ایده‌آل استوار است. در این روش انتخاب سیستم آبیاری بر اساس تعیین حداقل فاصله نسبت به یک جواب ایده‌آل، توسط یک سیستم خاص انجام می‌شود. در این مطالعه برای فرمول‌بندی یک برنامه چند معیاری در رابطه با انتخاب بهترین گزینه آبیاری، ابتدا اهداف مورد انتظار از سیستم آبیاری تعریف شدند که در این مطالعه تعداد ۸ هدف در نظر گرفته شد و در جدول (۱) نشان داده شده است.

سپس معیارهایی که قابلیت تکنولوژی را برای دستیابی به اهداف مورد نظر نشان می‌دادند نیز انتخاب شدند که در این مطالعه ۲۱ معیار در نظر گرفته شد که این معیارها نیز در جدول (۱) مشخص شده‌اند. در مرحله بعد سیستم‌های آبیاری ممکن که قابلیت کارکرد در منطقه را دارند انتخاب شدند که در جدول (۲) مشخص شده‌اند. سپس کارایی هر سیستم در رابطه با هر معیار تعیین شد. بدین صورت که اگر سیستم خاصی در رابطه با یک معیار خاص حداکثر تأثیرپذیری و سیستم دیگری حداقل تأثیرپذیری را داشت، این دو بعنوان مقادیر حداکثر و حداقل در یک محدوده عددی (۰ و ۱۰-) بیان شدند.

جدول (۱): اهداف و معیارها

اهداف	معیارها
۱- بهبود راندمان آب	۱- درصد راندمان
۲- قابلیت کارایی تکنولوژی با توجه به وضعیت آب	۲- دبی آب ۳- نوع عرضه آب
۳- حداقل کردن مصرف آب با کیفیت پایین	۴- کیفیت شیمیایی آب ۵- کیفیت بیولوژیکی آب ۶- بار رسوبی
۴- حداقل کردن هزینه سرمایه‌گذاری	۷- هزینه اولیه
۵- حداکثر کردن قابلیت کارایی تکنولوژی با خاکهای مختلف	۸- جنس خاک ۹- کیفیت شیمیایی خاک ۱۰- غیر یکنواختی خاک ۱۱- سنگلاخ بودن خاک
۶- قابلیت کارکرد تکنولوژی با شکل‌های مختلف مزرعه	۱۲- مساحت مزرعه ۱۳- شکل هندسی مزرعه ۱۴- شیب مزرعه ۱۵- پستی و بلندی مزرعه ۱۶- موانع مزرعه ۱۷- تعداد قطعات زمین
۷- قابلیت کارکرد تکنولوژی با شرایط مختلف اقلیمی	۱۸- سرعت باد ۱۹- میزان بارندگی ۲۰- درجه حرارت
۸- قابلیت کارکرد تکنولوژی با مصرف کود شیمیایی	۲۱- مصرف کود شیمیایی



جدول (۲): سیستم‌های مختلف آبیاری

شاخص	نوع سیستم	
A_1	جویچه‌ای	آبیاری سطحی
A_2	نواری	
A_3	کرتی	
A_4	کرتی برنج	
A_5	خطی	آبیاری پارانی
A_6	دورانی	
A_7	تفنگی	
A_8	چرخدار	
A_9	کلاسیک ثابت	
A_{10}	کلاسیک متحرک	



نتایج و بحث

آمار و اطلاعات مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از ۲۶۲ زارع شهرستانهای فریدن و سمیرم در استان اصفهان بدست آمد.

قبل از بررسی و انتخاب سیستم، روستاهای مورد مطالعه در این دو شهرستان، بر اساس دو متغیر جنس خاک و شیب زمین و با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به هفت گروه همگن تقسیم شدند که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳): گروهبندی مناطق مورد مطالعه

شماره گروه	نام مناطق
گروه اول	درمبید - تتگ آهن - هرمزآباد
گروه دوم	ننادگان
گروه سوم	اسکندری
گروه چهارم	اشجرد - چشمه سرد
گروه پنجم	داران - دامنه
گروه ششم	ورق - سیامگک
گروه هفتم	توله چنگی

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از برآورد حداقل فاصله و درجه‌بندی سیستم در رابطه با هر گروه، در جدول (۴) و (۵) نشان داده شده است.

جدول (۴): رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری در گروه اول

نام سیستم	گروه اول		گروه دوم		گروه سوم		گروه چهارم	
	رتبه	فاصله	رتبه	فاصله	رتبه	فاصله	رتبه	فاصله
A1	۵	۰/۲۹۷	۵	۰/۳۲۹	۵	۰/۴۱۶	۵	۰/۵۹۸
	۵	۰/۵	۳	۰/۵۱۸	۳	۰/۴۱۶	۳	۰/۶۱۵
A2	۵	۰/۲۹۷	۵	۰/۳۲۹	۵	۰/۴۱۶	۵	۰/۵۹۸
	۵	۰/۵	۳	۰/۵۱۸	۳	۰/۴۱۶	۳	۰/۶۱۵
A3	۸	۰/۴۰۵	۸	۰/۳۸۹	۵	۰/۳۲۵	۱	۰/۵۴۱
	۸	۰/۶۰۱	۴	۰/۳۸۹	۵	۰/۳۲۵	۱	۰/۵۴۱
A4	۹	۰/۴۳۷	۹	۰/۴۳۷	۷	۰/۶۴۳	۴	۰/۵۶۵
	۹	۰/۶۴۳	۶	۰/۴۳۷	۷	۰/۶۴۳	۴	۰/۵۶۵
A5	۷	۰/۳۶۲	۷	۰/۴۹۶	۹	۰/۵۲	۹	۰/۷۱۹
	۷	۰/۵۹	۸	۰/۴۹۶	۹	۰/۵۲	۹	۰/۷۱۹
A6	۶	۰/۳۴۵	۶	۰/۵۶۵	۸	۰/۵۰۴	۸	۰/۶۹۹
	۶	۰/۳۴۵	۶	۰/۵۶۵	۸	۰/۵۰۴	۸	۰/۶۹۹
A7	۳	۰/۲۵۳	۳	۰/۳۹۶	۴	۰/۵۵۲	۷	۰/۴۹۱
	۳	۰/۴۳۱	۵	۰/۳۹۶	۴	۰/۵۵۲	۷	۰/۴۹۱
A8	۴	۰/۲۷۸	۴	۰/۴۸۴	۶	۰/۶۱۶	۶	۰/۴۸۵
	۴	۰/۲۷۸	۴	۰/۴۸۴	۶	۰/۶۱۶	۶	۰/۴۸۵
A9	۱	۰/۰۹۹	۱	۰/۲۴۱	۱	۰/۴۷۳	۳	۰/۵۶۴
	۱	۰/۰۹۹	۱	۰/۲۴۱	۱	۰/۴۷۳	۳	۰/۵۶۴
A10	۲	۰/۲۰۹	۲	۰/۲۷۲	۲	۰/۵	۴	۰/۳۴۴
	۲	۰/۲۰۹	۲	۰/۲۷۲	۲	۰/۵	۴	۰/۳۴۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق



جدول (۵): رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری در گروه اول

نام سیستم	گروه پنجم		گروه ششم		گروه هفتم	
	P=2	P=1	P=2	P=1	P=2	P=1
	رتبه	فاصله	رتبه	فاصله	رتبه	فاصله
A1	۵	۰/۳۴۵	۴	۰/۵۷۱	۸	۰/۳۸۵
A2	۵	۰/۳۴۵	۴	۰/۵۷۱	۸	۰/۳۸۵
A3	۴	۰/۳۱۷	۵	۰/۵۹۳	۴	۰/۳۵۷
A4	۶	۰/۳۶۵	۶	۰/۴۳۷	۹	۰/۴۰۵
A5	۸	۰/۴۰۱	۹	۰/۵۰۴	۷	۰/۳۷۷
A6	۷	۰/۳۸۵	۸	۰/۴۸۸	۵	۰/۳۶۱
A7	۴	۰/۳۱۷	۵	۰/۴۰۴	۳	۰/۳۵۶
A8	۳	۰/۲۷	۷	۰/۴۴۵	۶	۰/۳۷۴
A9	۱	۰/۱۴۶	۱	۰/۲۴۱	۱	۰/۱۹۴
A10	۲	۰/۱۵۳	۲	۰/۳۰۴	۲	۰/۲۷۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جداول (۴) و (۵) نتایج حاصل از رتبه‌بندی سیستم‌ها نشان داده شده است. مقادیر P در این جداول نشان دهنده حساسیت مقدار فاصله محاسباتی است که با افزایش آن، میزان حساسیت زیاد می‌شود. معیار تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی سیستم‌ها، حداقل فاصله است و سیستمی که فاصله محاسباتی آن کمتر از بقیه سیستم‌ها باشد، نسبت به سیستم‌های دیگر بهترین سیستم است. بنابراین همانگونه که در جداول مذکور نیز نشان داده شده است، در اکثر گروه‌های مورد مطالعه، بهترین سیستم، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و در مواردی نیز کلاسیک متحرک است. از جمله دلایل چنین رتبه‌بندی، بالای بودن کارایی این دو سیستم در شیب‌های مختلف، شیب‌های موجدار، اندازه‌های مختلف مزرعه و تطابق بالایی آن با شکلهای مختلف مزرعه و همچنین موانع مزرعه و تناسب این دو سیستم در بیشتر خاکها می‌باشد. همچنین نتایج این دو جدول نشان می‌دهد که در گروه اول و هفتم، بدترین سیستم، آبیاری کرتی برنج (A4) است و در دیگر گروه‌ها (دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم)، آبیاری بارانی خطی (A5) می‌باشد. این سیستم در دو گروه اول و هفتم در رتبه ششم یا هفتم قرار گرفته شده است. از جمله دلایل قرار گرفتن این دو سیستم در رتبه‌های پایین در بیشتر گروه‌ها، پایین بودن کارایی هر دو سیستم در رابطه با معیارهای شیب و شیب‌های موجدار است. همچنین کارایی سیستم کرتی برنج در بیشتر خاکها نسبت به بقیه سیستم‌ها پایین است. از طرف دیگر کارایی سیستم بارانی خطی نیز در رابطه با مزارعی که دارای موانع و همچنین شکلهای ناموزون و اندازه کوچک می‌باشند پایین است. در مجموع با توجه به اینکه اکثر مزارع منطقه دارای شیب و شکلهای ناموزون می‌باشند قرار



گرفتن دو سیستم کرتی برنج و بخصوص بارانی خطی در رتبه آخر نسبت به دیگر سیستم‌ها کاملاً منطقی است.

از نکات قابل تأمل در نتایج جداول فوق، مربوط به گروه سوم است. نتایج رتبه‌بندی سیستم‌ها در این گروه نشان می‌دهد که سیستم سنتی کرتی (A3) در وزن اول بهترین سیستم است و بعد از آن کلاسیک ثابت و یا متحرک می‌باشد. هرچند که فاصله محاسبه شده برای سه سیستم مذکور (A10, A3, A9)، اختلاف زیادی با هم ندارند. نتایج در این گروه حاکی از آن است که سیستم آبیاری سنتی کرتی در رتبه اول تا سوم قرار گرفته است. این مسأله به دلایل مختلفی به خصوص شکل و تعداد قطعات زمین و همچنین بار رسوبی و ماده آلی آب (معیارهای ۵، ۶، ۱۳ و ۱۷) برمی‌گردد که کارایی معیارهای مذکور در سیستم کرتی نسبت به دیگر سیستم‌ها در این گروه بالاتر است. نتایج حاصل در مقایسه با انتخاب کشاورزان دارای آبیاری تحت فشار و همچنین نوع سیستم مورد استفاده کشاورزان دارای آبیاری سنتی که در جدول (۶) نشان داده شده کمی متفاوت است. در جدول (۶)، توزیع نوع سیستم برای کشاورزان استفاده کننده از آبیاری بارانی و سنتی در کل منطقه نشان داده شده است.

جدول (۶): توزیع نوع سیستم بکار برده شده توسط کشاورزان

نوع سیستم	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A1 و				
آبیاری سنتی	-	-	-	-	-	-	۵۲	۰	۰	۰	۸۲
آبیاری تحت فشار	۰	۱۲۴	۴	۰	۰	۰	-	-	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول فوق نشان می‌دهد که بیشترین سیستم بکار برده شده در آبیاری بارانی، آبیاری کلاسیک ثابت است و این در مقایسه با سیستم بهینه که کلاسیک ثابت و در بعضی موارد کلاسیک متحرک می‌باشد (جدول ۴ و ۵) کمی تفاوت دارد. این تفاوت اندک در سیستم کلاسیک متحرک می‌باشد که در بعضی موارد بعنوان سیستم بهینه شناخته شده، ولی کشاورزان منطقه آنرا انتخاب نکرده‌اند. به نظر می‌رسد که دلیل عدم انتخاب آنها به این مسأله برگردد که در واقع چون سیستم کلاسیک ثابت در سالهای اول برای کشاورزانی که آنرا نصب کرده بودند دارای عملکرد خوبی بود بنابراین کشاورزان دیگر نیز دنبال آنها این سیستم را انتخاب کردند.

همانگونه که در جدول (۶) نشان داده شده، آبیاری جویچه‌ای عمده‌ترین سیستم مورد استفاده کشاورزان دارای آبیاری سنتی است که در مقایسه با سیستم بهینه منطقه (آبیاری کلاسیک ثابت و کلاسیک متحرک) تفاوت نسبتاً زیادی دارد که دلیل عدم بکارگیری آنها به عوامل مختلفی بستگی دارد.



نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج حاصل در مورد تعیین سیستم مناسب آبیاری نشان داد که آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک بعنوان بهترین سیستم آبیاری و در مواردی نیز کلاسیک متحرک بعنوان بهترین سیستم است. نتایج حاصل نشان دهنده تفاوت اندک بین انتخاب کشاورزان دارای آبیاری تحت فشار و سیستم مناسب منطقه است. همچنین مقایسه نتایج سیستم مناسب منطقه با کشاورزان دارای آبیاری سنتی نشان دهنده تفاوت نسبتاً زیاد بین سیستم مورد استفاده کشاورزان با سیستم بهینه می‌باشد. بنابراین، با توجه به نتایج حاصله، پیشنهادات ذیل داده می‌شود:

۱- نتایج حاصل از تعیین سیستم مناسب آبیاری نشان داد که در بیشتر مناطق، آبیاری کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک بعنوان بهترین سیستم می‌باشند که در بعضی موارد نیز کلاسیک متحرک بعنوان بهترین سیستم است. با توجه به نتایج مذکور و اینکه سرمایه‌گذاری سیستم کلاسیک متحرک کمتر از کلاسیک ثابت است پیشنهاد می‌شود که مسئولان مربوطه، با ترویج و توصیه به کشاورزان و آگاه کردن آنها از مزایای سیستم آبیاری بارانی کلاسیک متحرک که تا حدودی به لحاظ کار و نصب مشابه کلاسیک ثابت است آنها را تشویق به پذیرش این نوع سیستم کنند که در عمل هیچ‌گونه سیستمی از نوع کلاسیک متحرک وارد منطقه نشده است.

۲- از آنجائیکه در بعضی مناطق همچون گروه سوم، آبیاری سنتی کرتی در رتبه اول تا سوم است، بنابراین نصب و اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی در اینگونه مناطق باید با احتیاط لازم صورت گیرد. زیرا ممکن است در بعضی از واحدها، اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی به لحاظ فنی و اقتصادی با شکست مواجه شود. بنابراین لازم است که مطالعات اصولی و پایه‌ای در رابطه با سازگاری این سیستم‌ها با عوامل مختلف محیطی و جغرافیایی انجام شود.

۳- با توجه به اینکه در مورد گروه کشاورزانی که دارای آبیاری سنتی می‌باشند، بهترین سیستم، آبیاری بارانی تشخیص داده شد بنابراین لازم است که در رابطه با دلایل عدم پذیرش سیستم آبیاری بارانی توسط این گروه از کشاورزان، مطالعات اصولی انجام شود.



منابع

- ۱- پوستل، س. ۱۳۷۳. آخرین واحه آب مایه حیات. ترجمه عبدالحسین وهابزاده و امین علیزاده. انتشارات دانشگاهی مشهد.
- ۲- خلیلی، د. ۱۳۷۵. مقایسه دو روش تصمیم‌گیری چند معیاری در ارزیابی تکنولوژی‌های آبیاری. مجموعه مقالات پوستری نخستین گردهمایی علمی-کاربردی اقتصاد آب. معاونت امور آب وزارت نیرو. ۷۲-۸۶.
- ۳- دارابی، ه. ۱۳۷۲. تصمیم‌گیری به کمک A.H.P. مجله صنایع. شماره ۳: ۱۵-۲۴.
- ۴- ضیائی، س. ۱۳۷۹. ارزیابی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کاربرد متد برنامه‌ریزی توافقی در انتخاب روش مناسب آبیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.
- 5- Burt, C.m., A.J. Clemmens, R. Bliesner, J.L. Merriam and L. Hardy (1999). Selection of Irrigation Methods for Agriculture, American Society of Civil Engineers, On-Farm Irrigation Commite.
- 6- Caswell, M. and D. Zilberman (1985). The Choices of Irrigation Technologies in California, *American Journal of Agricultural Economics*, 67(2): 224-234.
- 7- Junedi, H (1998). Selection Algorithm for Irrigation Technologies: Sustainable Land and Water Resources Development and Management in the Wetlands, *Young Proffessional Forum Seminar at the Tenth ICID Afro-Asian Regional Conference on Irrigation and Drainage*, Indonesia, 14pp.
- 8- Shafike, N.G., L. Duckstein, and T. Maddock (1992). Multicriterion Analysis of Groundwater Contamination Management, *Water Resources Bulletin*, 28(1): 33-43.
- 9- Teclé, A (1992). Selecting a Multicriterion Decision Making Technique for Watershed Resources Management, *Water Resources Bulletin*, 28(1): 129-139.
- 10- Teclé, A. M.M. Fogel and L. Duckstein (1988). Multi Criterion Analysis of Forst Watershed Management Alternatives, *Water Resources Bulletin*, 24: 1169-1178.
- 11- Teclé, A. and M, Yitayew (1990). Preference Ranking of Alternative Irrigation Technologies Via a Multicriterion Decision-Making Procedure, *Transaction of ASAE*, 33: 1509- 1517.