رتبه‌بندی تکنولوژیهای آبیاری با استفاده از روش تصمیم‌سازی چندمعیاری: مطالعه موردی استان فارس

منصور زیبایی*- محمد بخشوده[1]

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۲۳

تاریخ پذیرش:۸۷/۳/۱۲

چکیده

روش مناسب برای انتخاب تکنولوژی آبیاری، فرآیندی است که معیارهای فیزیکی، فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و قانونی که تکنولوژی برمبنای آنها مورد قضاوت واقع می‌شود را در برگیرد. در این مطالعه ۲۱ معیار مختلف برای ارزیابی عملکرد ۱۰ تکنولوژی آبیاری به منظور نیل به ۸ هدف در قالب یک روش تصمیم‌سازی چندمعیاری به نام روش توافقی، به کار گرفته شد. اطلاعات لازم برای این تحقیق از طریق مصاحبه با ۲۴۲ کشاورز در استان فارس جمع آوری شده است. یافته‌های تحقیق نشان داد که در یکی از گروه‌های همگن ، نتایج حاصل از اجرای روش توافقی با انتخاب زارعین مطابقت کامل دارد اما در سایر گروه‌های همگن، تکنولوژی انتخاب شده به وسیله زارعین با نتایج حاصل از روش توافقی تفاوت دارد. در انتها پیشنهاداتی برای بهبود فرایند تصمیم سازی ارایه شده است.

واژهای کلیدی : رتبه بندی ،تکنولوژیهای آبیاری، تصمیم سازی چند معیاری

مقدمه

انتخاب مناسبترین تکنولوژی یا سیستم آبیاری در یک مزرعه به عوامل مختلف فنی، اقتصادی و اجتماعی بستگی دارد. در صورتی که در فرآیند انتخاب تکنولوژی آبیاری، این عوامل با وزن‌های مناسب لحاظ نگردند، تصمیم حاصله منتج به انتخاب مناسبی نخواهد شد. از این رو انتخاب سیستم آبیاری که تنها برمبنای بهبود راندمان آبیاری بنا شده است، در بسیاری موارد انتخاب مناسبی نبوده است (۱). روش مناسب در چنین مواردی، فرآیندی است که معیارهای فیزیکی، فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و قانونی که تکنولوژی برمبنای آنها مورد قضاوت واقع می‌شود، را در برگیرد (۱۴). تصمیم‌سازی چندمعیاری MCDM طیف وسیعی از تکنیک‌های مختلف نظیر برنامه ریزی مرکب، برنامه ریزی مرکب فازی، روش الکتریک، دو و سه، تئوری بازی‌ها، برنامه ریزی پویا، برنامه ریزی هدف فرایند سلسله و مراتب تحلیل، برنامه ریزی توافقی و برنامه ریزی توافقی فازی را در برمی گیرد. انتخاب یکی از این روش‌ها به تصمیم مورد بررسی و اطلاعات قابل دستیابی بستگی دارد . روش برنامه ریزی توافقی[2] (CP) که در این مطالعه برای

۱. به ترتیب استادیار ودانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

* نویسنده مسئول Email:zibaei@shirazu.ac.ir

2 .Compromise Programming

Archive of SID

www.SID.ir

رتبه بندی تکنولوژی‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است در مطالعات مختلفی به کار گرفته شده است، از جمله داکستین و اپریکویک (۶)؛ تکله، فوگل و داکستین(۱۳)؛ شفیک، داکستین و مادوک(۹)؛ تکله(۱۲)؛ چانگ و همکاران(۵)؛ زرقامی و همکاران(۱۵)؛ شیااوولی(۱۰)؛ در تامین، عرضه و مدیریت آب. پریمار و جیما، ۱۹۸۸؛ پیچ و همان(۸)؛ دووال و فیدرستون(۷)؛ در تعیین الگوی زراعی مناسب و مدیریت مزرع. اندره و همکاران(۴) در تعیین سیاست‌های اقتصاد کلان، ضیایی (۳) و رفیعی (۲) در تعیین استراتژی آبیاری از این روش استفاده کرده اند. در این مطالعه، چگونگی بکارگیری روش برنامه ریزی توافقی در مرتب کردن ۱۰ تکنولوژی آبیاری موجود در استان فارس نشان داده خواهد شد. برنامه ریزی توافقی با بکارگیری ۲۱ معیار، عملکرد ۱۰ سیستم آبیاری را در نیل به ۸ هدف تعیین شده، ارزیابی و سنجش می‌نماید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، برای بکارگیری روش تصمیم سازی چند معیاری برای انتخاب روش بهینه آبیاری، ابتدا اهداف مورد انتظار از سیستم آبیاری تعریف شدند. بدین منظور ۸ هدف در نظر گرفته شد که در جدول ۱ نشان داده شده است. سپس معیارهایی که قابلیت هر روش آبیاری را برای دستیابی به اهداف موردنظر نشان می‌دادند، نیز تعیین شدند. در این مطالعه ۲۱ معیار از میان ده‌ها معیار ممکن در نظر گرفته شد که در جدول ۱ درج شده اند. همانگونه که ملاحظه می‌گردد بعضی از این معیارها همچون راندمان آبیاری، هزینه اولیه و هزینه نگهداری بصورت کمی و پاره ای دیگر از این معیارها مانند شکل مزرعه و کیفیت آب و خاک به صورت کیفی می‌باشند.

جدول(۱) اهداف مورد انتظار از نصب سیستم‌های آبیاری و معیارهای مرتبط با هر یک از اهداف

اهداف	معیارها
۱- بهبود راندمان آب	۱- درصد راندمان
۲- قابلیت کارآیی تکنولوژی با توجه به وضعیت آب	۲- دبی آب ۳- نوع عرضه آب
۳- مصرف آب با کیفیت پایین	۴- کیفیت شیمیایی آب ۵- کیفیت بیولوژیکی آب ۶- بار رسوبی
۴- حداقل کردن هزینه سرمایه گذاری	۷- هزینه اولیه
۵- حداکثر کردن قابلیت کارآیی تکنولوژی با خاک‌های مختلف	۸- جنس خاک ۹- کیفیت شیمیایی خاک ۱۰- غیریکنواختی خاک ۱۱- سنگلاخ بودن خاک
۶- قابلیت کارکرد تکنولوژی با ترکیبات 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

Archive of SID

www.SID.ir

در مرحله بعد، بهره برداریهایی نمونه با استفاده از تحلیل خوشه ای به گروه‌های نسبتاً همگن تفکیک شدند و برای هر یک از گروه‌های همگن، یک مزرعه نماینده تعیین شد. به دنبال آن کارایی هر سیستم آبیاری در رابطه با هر یک از معیارهای ۲۱ گانه برای مزارع نماینده مشخص گردید. به عبارت دیگر هر یک از تکنولوژی آبیاری دارای ویژگی‌های خاصی هستند که در پاره ای از شرایط نسبت به سایر تکنولوژی‌ها، مزیت بیشتری دارند. بدین ترتیب یک ماتریس ارزیابی از تکنولوژی‌های آبیاری در برابر معیارها به صورتی که در جدول ۲، نشان داده شده است، ساخته می‌شود. عناصر ماتریس در این جدول، شاخص کارآیی تکنولوژی‌های مختلف آبیاری می‌باشد که از منابع مختلف به دست آمده است. به عنوان مثال (SA)، نشان دهنده (Slightly Adoptable یا تا اندازه ای قابل پذیرش) است. از آنجایی که این شاخص‌ها به صورت کمی و کیفی هستند ، بنابراین برای ارزیابی از طریق تکنیک برنامه ریزی توافقی، شاخص‌های کیفی باید به صورت کمی بیان شوند. برای این منظور با استفاده از جدول (۳) هر کدام از معیارهای فوق به صورت کمی بیان شد که این کار با استفاده از حداکثر و حداقل تاثیرپذیری به عنوان محدوده تغییرات، بین (۱۰-) و (۱۰+) انجام گرفته است.

جدول (۲) ماتریس کارایی سیستم‌های مختلف آبیاری در رابطه با معیارهای مختلف

شماره معیارها	جویچه ای	نواری	کرتی	کرتی برنج	خطی	دورانی	تفنگی	چرخدار	کلاسیک ثابت	کلاسیک متحرک
	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶	A۷	A۸	A۹	A۱۰
۱	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۸۳/۵	۸۰	۵۵	۴۵	۷۰	۶۷/۵
۲	A	A	SA	SA	A	A	A	A	A	A
۳	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۴	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۵	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
۶	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
۷	۲۵۲	۲۵۲	۱۴۴	۱۴۴	۱۴۰۰	۱۵۰۰	۶۵۰	۷۵۰	۱۲۰۰	۶۵۰
۸	HA	HA	A	SA	VHA	›HA	VHA	VHA	VHA	VHA
۹	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۱۰	SA	SA	SA	SA	SA	SA	A	A	A	A
۱۱	SA	SA	SA	NA	SA	SA	SA	SA	HA	SA
۱۲	A	A	A	A	SA	SA	A	A	VHA	VHA
۱۳	A	A	A	A	SA	SA	A	HA	A	A
۱۴	A	A	A	A	SA	SA	A	A	A	SA
۱۵	SA	SA	SA	SA	A	A	A	SA	HA	HA
۱۶	A	A	A	A	SA	SA	A	SA	HA	HA
۱۷	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	SA	HA	HA
۱۸	A	A	A	A	SA	SA	SA	HA	SA	SA
۱۹	A	A	A	A	A	A	A	°A	A	A
۲۰	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
۲۱	A	A	A	A	A	A	A	HA	HA	HA

A= adaptable H= highly N= not P= problematic S= slightly V= very

جدول(۳) تبدیل معیارهای کیفی به کمی

مقدار معیار کیفی	تقریب عددی
Not Adoptable	۲

Archive of SID

www.SID.ir

۴	Slightly adoptable
۶	Adoptable
۸	Highly Adoptable
۱۰	Very Highly adoptable
۲	Very Problematic
۴	Problematic
۶	Slightly Problematic
۸	Very Slightly Problematic
۱۰	Not Problematic

بعد از مدل سازی مسئله انتخاب به تشریح الگوریتم مناسب MCDM که در این مطالعه، روش برنامه ریزی توافقی (CP) است، پرداخته می‌شود.

روش برنامه ریزی توافقی

در این روش انتخاب سیستم آبیاری براساس تعیین حداقل فاصله نسبت به یک جواب ایده ال، توسط یک سیستم خاص انجام شد (۱۴). جواب ایده ال در فرم $f^*=(f^*_1, f^*_2, \ldots f^*_{19})$ بوده که در آن مقادیر f^*_i، جواب معادله (۱) هستند:

$$f^*_i = \mathrm{Max}_j(f_{ij})$$
$$I= 1, 2, \ldots, 21 \text{ and } j= 1, 2, \ldots, 10 \qquad (۱)$$

f_{ij}، مقادیر ارزیابی شده سیستم jام (A_j) در رابطه با معیار iام است. در مجموع تعداد ۲۱ معیار و ۸ گزینه به شرح جدول (۱) در نظر گرفته شد. در مرحله بعد فاصله مقادیر ارزیابی شده (ماتریس کارایی) نسبت به جواب ایده ال با استفاده از فرمول (۲) بررسی شد.

$$L_p(A_j)=\left\{\sum_{i=1}^{N}\mu_i^p\left[\frac{f_i^*-f_{ij}^*}{f_i^*-f_i^{**}}\right]^p\right\}^{\frac{1}{p}} \qquad (۲)$$

در معادله فوق، $L_p(A_j)$ واحد فاصله است که تابعی از سیستم jام (A_j) و پارامتر P است و μ_i، مقدار استاندارد شده $\overline{w_i}$ (میزان وزنی معیار i) است که با استفاده از معادله (۳) به دست آمد:

$$\mu_i = \frac{\overline{w_i}}{\sum \overline{w_i}} \qquad (۳)$$

به گونه ای که:

$$\sum_{i=1}^{21}\mu_i = 1 \qquad (۴)$$

f^*_i، جواب ایده ال برای معیار i و f^{**}_i، حداقل جواب برای معیار i است که از رابطه ذیل به دست آمد:

$$f_i^{**} = \underset{j}{Min}(f_{ji}) \quad i= 1, \ldots, 21 \quad \text{and} \quad j=1, \ldots, 10$$

در معادله (۲) پارامتر P می‌تواند مقادیری در محدوده $1<p<\infty$ را داشته باشد که نشان دهنده حساسیت تصمیم گیرنده به حداکثر انحراف قابل قبول در محاسبات است. هرچند که P بزرگتر باشد این حساسیت بیشتر است. در این مطالعه، براساس مطالعات گذشته (۱، ۲، ۳ و ۱۴)، مقادیر p=1, 2 در نظر گرفته شد. در این مطالعه بر اساس اهمیتی که بهره برداران نمونه برای اهداف ۸ گانه قائل هستند، ۴ مجموعه از وزن‌های مختلف برای هر معیار در نظر گرفته شد (جدول ۴).

جمعیت، نمونه گیری و جمع آوری اطلاعات

جمعیت مورد مطالعه در این تحقیق پذیرفتگان روش‌های آبیاری بارانی در استان فارس از ابتدای ترویج این روش‌ها تا سال ۱۳۸۱ بوده اند. اطلاعات لازم برای این تحقیق از طریق مصاحبه با ۲۴۲ کشاورز در طی بهار و تابستان سال ۱۳۸۲ جمع آوری شده است. برای جمع آوری اطلاعات، ابتدا اسامی تمامی کشاورزانی که تا سال ۱۳۸۱ سیستم آبیاری بارانی را در استان فارس پذیرفته و حداقل با بکارگیری آن یک محصول (صیفی یا شتوی) را تولید و برداشت کرده بودند تهیه شد. برای انتخاب نمونه ها، روش نمونه گیری تصادفی طبقه بندی شده[1] مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که در لیست تهیه شده از پذیرندگان روش‌های آبیاری بارانی، افراد به دو طبقه استفاده کننده (ادامه دهنده

1. Stratified Random Sampling

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۴) چهار مجموعه از وزن‌های مربوط به هر معیار

معیارها	شاخص معیار	مجموعه وزن‌های معیارها			
		W_1	W_2	W_3	W_4
راندمان آبیاری	۱	۱	۵	۴	۹
دبی آب	۲	۱	۴	۱	۹
نوع عرضه آب	۳	۱	۱	۱	۶
کیفیت شیمیایی آب	۴	۱	۴	۱	۵
کیفیت بیولوژیکی آب	۵	۱	۱	۱	۶
بار رسوبی	۶	۱	۱	۱	۹
هزینه اولیه	۷	۱	۴	۸	۹
جنس خاک	۸	۱	۱	۱	۴
کیفیت شیمیایی خاک	۹	۱	۱	۱	۴
غیریکنواختی خاک	۱۰	۱	۱	۱	۴
سنگلاخ بودن خاک	۱۱	۱	۱	۱	۴
مساحت مزرعه	۱۲	۱	۱	۴	۶
شکل هندسی مزرعه	۱۳	۱	۱	۵	۶
شیب مزرعه	۱۴	۱	۱	۱	۶
پستی و بلندی مزرعه	۱۵	۱	۱	۱	۶
موانع موجود در مزرعه	۱۶	۱	۱	۱	۶
تعداد قطعات زمین	۱۷	۱	۱	۱	۶
سرعت باد	۱۸	۱	۱	۱	۳
میزان بارندگی	۱۹	۱	۱	۱	۳
درجه حرارت	۲۰	۱	۱	۱	۳
مصرف کود شیمیایی	۲۱	۱	۱	۱	۳

به استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی) و عدم ادامه دهنده به استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی تقسیم شدند. منظور از عدم ادامه، تصمیمی است که ادامه استفاده از نوآوری را پس از پذیرش اولیه، متوقف می‌کند . پس از آن از هر طبقه ۵۰ درصد جمعیت هر طبقه بصورت کاملاً تصادفی به عنوان نمونه انتخاب شدند براین اساس، در مجموع ۳۰۰ سوژه نمونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق را تشکیل دادند. از آنجا که پس از مراجعه به واحدهای بهره برداری نمونه‌های انتخاب شده تعدادی از افراد مذکور فوت شده، مهاجرت کرده یا پس مراجعات مکرر دستیابی به آنها میسر نگردید همچنین به واسطه این که برخی از بهره برداریهای مورد مطالعه خصوصاً عدم ادامه دهنگان به استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی به واسطه عدم رضایت از اجرای سیستم از ارائه پاسخ به پرسشگران طرح خودداری نمودند در مجموع از ۳۰۰ نمونه انتخاب شده ۲۴۲ نمونه مورد مطالعه واقع شدند که ۱۴۲ نفر آنها از سیستم آبیاری بارانی استفاده کرده و ۱۰۰ نفر دیگر سیستم آبیاری بارانی را کنار گذاشته و تصمیم به عدم ادامه استفاده از آن اتخاذ کرده بودند.

علاوه بر تکمیل پرسشنامه برای هر یک از بهره برداران نمونه، کلاس خاک، کمیت و کیفیت آب، شکل هندسی، تعداد قطعات، پستی و بلندی و وجود موانع و سرعت باد توسط کارشناسان آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان فارس به دقت جمع آوری شد. نهایتاً از طریق تحلیل خوشه ای، بهره برداران نمونه به گروه‌های نسبتاً همگن تفکیک شدند که مشخصات چهار گروه عمده در زیر ارائه شده است:

۱- بهره برداران با اندازه مزرعه کمتر از ۱۰ هکتار، با پراکندگی متوسط اراضی و تامین آب از چاه.

۲- بهره برداران با اندازه مزرعه بین ۱۰ تا ۵۰ هکتار،

Archive of SID

www.SID.ir

دارای قطعاتی به شکل هندسی منظم کمتر از ۱۰ هکتار و تامین آب از چاه.

۳- بهره برداراني با اندازه مزرعه بیش از ۵۰ هکتار، دارای قطعاتی با شکل هندسی منظم بیش از ۲۰ هکتار و تامین آب از چاه.

۴- بهره برداراني که آب مورد نیاز آن‌ها از سد درودزن تامین می‌گردد.

نتایج و بحث

جدول ۵ نتایج حاصل از اجرای CP را برای مزرعه نماینده گروه ۱ نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در تمامی گروه‌های وزنی و برای Pهای مختلف، سیستم آبیاری تحت فشار کلاسیک متحرک حائز رتبه اول بوده و بنابراین سیستم بهینه آبیاری برای این گروه می‌باشد. سیستم آبیاری تحت فشار کلاسیک ثابت در بیشتر موارد (۴ مورد از ۸ مورد ممکن) در جایگاه دوم اهمیت قرار داشته است. سیستم ویلمو یا چرخدار در یک مورد رتبه دوم و در دو مورد جایگاه سوم را به خود اختصاص داده است. سیستم تحت فشار تفنگی یا گان در بیشتر موارد حائز رتبه چهارم بوده است. ضمن این که در پاره ای موارد جایگاه آن با سیستم ویلمو عوض شده و در رتبه سوم قرار گرفته است. تنها در گروه وزنی سوم و برای P برابر با یک، سیستم آبیاری کرتی در جایگاه دوم قرار گرفته است. در سایر موارد سیستم‌های آبیاری سطحی در این گروه در رتبه‌های اول تا چهارم قرار نگرفته اند. رتبه‌های بسیار پایین دو سیستم خطی و دورانی نیز گویا آن است که این دو سیستم در شرایط فعلی برای بهره برداران گروه، سیستم آبیاری مناسبی نمی باشد. از ۴۷ بهره بردار نمونه این گروه ۳۹ بهره برداری (درصد) از سیستم آبیاری کلاسیک متحرک، ۴ بهره برداری (درصد) از سیستم آبیاری کلاسیک ثابت و ۳ بهره برداری از سیستم آبیاری ویلمو استفاده کرده اند. این اطلاعات به خوبی نشان دهنده آن است که در این گروه انتخاب نوع تکنولوژی آبیاری از اصول علمی و فنی پیروی نموده است.

نتایج حاصل از اجرای CP برای واحد نماینده گروه ۲، در جدول ۶ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در ۷ مورد از ۸ مورد ممکن، سیستم آبیاری کلاسیک متحرک، حائز رتبه اول بوده است و در ۱ مورد دیگر سیستم آبیاری چرخدار (ویلمو) رتبه اول را در اختیار داشته است. بطور کلی در بیشتر موارد به ترتیب سه تکنولوژی آبیاری کلاسیک متحرک، ویلمو و کلاسیک ثابت حائز رتبه اول، دوم و سوم بوده اند. از ۱۲۳ بهره برداری که در این گروه قرار گرفته اند، ۹۹ بهره بردار (درصد) سیستم آبیاری کلاسیک متحرک، ۱۹ بهره برداری (درصد) سیستم آبیاری کلاسیک ثابت، ۴ بهره برداری سیستم آبیاری ویلمو و یک بهره برداری سیستم آبیاری گان را انتخاب نموده اند. بنابراین همانگونه که ملاحظه می‌گردد، سهم فعلی تکنولوژی آبیاری ویلمو در این گروه به مراتب کمتر از سهمی است که باید داشته باشد. بطور کلی نصب سیستم آبیاری ویلمو در استان فارس برخلاف سایر استان‌ها با موافقت همراه نبوده است، به گونه ای که از ۱۷ سیستم آبیاری ویلمو نصب شده، ۱۵ سیستم جمع آوری شده است، این امر ضرورت توجه خاطر به برطرف کردن مشکلات فعلی سیستم در استان فارس و آموزش و ترویج نحوه صحیح استفاده از آن را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از اجرای CP برای واحد نماینده گروه ۳ در جدول ۷ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد به استثنای گروه وزنی سوم که در آن برای p های مختلف، سیستم آبیاری کلاسیک متحرک حائز رتبه اول بوده است، در سایر گروه‌های وزنی، در بیشتر موارد (۳ مورد از ۶ مورد ممکن) سیستم آبیاری چرخدار یا ویلمو به عنوان سیستم آبیاری بهینه انتخاب شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۵) رتبه بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از روش برنامه ریزی توافقی در مزرعه نماینده گروه ۱

نام سیستم آبیاری		گروه وزنی اول				گروه وزنی دوم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۵۴۴۶	۵	۰/۱۸۹۴	۵	۰/۵۷۹۱	۷	۰/۲۶۳۸	۷
نواری	A2	۰/۵۴۴۶	۵	۰/۱۸۹۴	۵	۰/۵۷۹۱	۷	۰/۲۶۳۸	۷
کرتی	A3	۰/۵۵۱۳	۶	۰/۱۹۹۰	۶	۰/۶۱۵۹	۸	۰/۲۹۳۹	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۵۷۶۹	۹	۰/۲۰۷۱	۹	۰/۶۳۰۴	۹	۰/۲۹۵۷	۹
خطی	A5	۰/۵۵۲۰	۷	۰/۲۰۲۳	۷	۰/۴۳۲۸	۴	۰/۱۹۳۴	۵
دورانی	A6	۰/۵۶۳۵	۸	۰/۲۰۴۵	۸	۰/۴۶۲۰	۵	۰/۲۰۴۹	۶
تفنگی	A7	۰/۴۲۸۴	۳	۰/۱۵۷۴	۴	۰/۴۶۲۶	۶	۰/۱۸۹۷	۴
چرخدار	A8	۰/۴۴۳۲	۴	۰/۱۵۶۶	۳	۰/۴۲۱۵	۳	۰/۱۵۴۴	۲
کلاسیک ثابت	A9	۰/۳۴۵۱	۲	۰/۱۳۸۲	۲	۰/۳۹۰۶	۲	۰/۱۷۴۰	۳
کلاسیک متحرک	A10	۰/۳۳۰۸	۱	۰/۱۳۱۷	۱	۰/۳۶۰۶	۱	۰/۱۴۸۱	۱
نام سیستم آبیاری		گروه وزنی سوم				گروه وزنی چهارم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۴۲۱۲	۶	۰/۱۷۴۷	۵	۰/۵۵۶۳	۷	۰/۲۰۸۹	۷
نواری	A2	۰/۴۲۱۲	۶	۰/۱۷۴۷	۵	۰/۵۵۶۳	۷	۰/۲۰۸۹	۷
کرتی	A3	۰/۳۳۸۹	۲	۰/۱۵۵۳	۲	۰/۵۶۴۸	۸	۰/۲۲۷۰	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۳۵۰۰	۳	۰/۱۵۷۲	۳	۰/۵۸۳۳	۹	۰/۲۳۰۷	۹
خطی	A5	۰/۶۸۸۶	۸	۰/۳۳۳۳	۸	۰/۵۲۵۵	۵	۰/۲۰۳۰	۵
دورانی	A6	۰/۷۱۸۴	۹	۰/۳۴۸۳	۹	۰/۵۴۴۱	۶	۰/۲۰۸۷	۶
تفنگی	A7	۰/۳۸۳۹	۴	۰/۱۵۷۵	۴	۰/۳۷۳۲	۳	۰/۱۳۶۲	۲
چرخدار	A8	۰/۴۵۲۸	۷	۰/۱۷۹۰	۶	۰/۴۴۵۹	۴	۰/۱۴۹۷	۴
کلاسیک ثابت	A9	۰/۳۸۵۳	۵	۰/۲۲۰۲	۷	۰/۳۴۸۹	۲	۰/۱۳۷۶	۳
کلاسیک متحرک	A10	۰/۲۸۹۷	۱	۰/۱۲۶۵	۱	۰/۳۲۵۷	۱	۰/۱۱۹۸	۱

جدول (۶) رتبه بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از روش برنامه ریزی توافقی در مزرعه نماینده گروه ۲

نام سیستم آبیاری		گروه وزنی اول				گروه وزنی دوم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۴۹۲۱	۶	۰/۱۹۶۵	۵	۰/۵۵۴۹	۷	۰/۲۸۳۵	۷
نواری	A2	۰/۴۹۲۱	۶	۰/۱۹۶۵	۵	۰/۵۵۴۹	۷	۰/۲۸۳۵	۷
کرتی	A3	۰/۵۱۵۲	۸	۰/۲۱۲۱	۸	۰/۶۰۳۲	۸	۰/۳۱۷۵	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۵۴۵۵	۹	۰/۲۲۲۷	۹	۰/۶۱۹۰	۹	۰/۳۱۹۴	۹
خطی	A5	۰/۴۷۸۱	۴	۰/۲۰۲۶	۶	۰/۳۸۲۷	۳	۰/۲۰۱۱	۴
دورانی	A6	۰/۴۹۱۷	۵	۰/۲۰۵۶	۷	۰/۴۱۴۷	۵	۰/۲۱۴۳	۶
تفنگی	A7	۰/۵۱۳۹	۷	۰/۱۸۷۱	۴	۰/۵۱۰۶	۶	۰/۲۰۸۰	۵
چرخدار	A8	۰/۳۴۹۵	۳	۰/۱۴۹۱	۲	۰/۳۷۰۳	۲	۰/۱۵۹۰	۱
کلاسیک ثابت	A9	۰/۳۳۹۶	۲	۰/۱۵۵۲	۳	۰/۳۹۲۱	۴	۰/۱۸۸۷	۳
کلاسیک متحرک	A10	۰/۳۲۲۷	۱	۰/۱۴۷۱	۱	۰/۳۵۹۳	۱	۰/۱۶۰۰	۲
نام سیستم آبیاری		گروه وزنی سوم				گروه وزنی چهارم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۳۶۸۰	۵	۰/۱۷۰۳	۵	۰/۵۱۶۹	۷	۰/۲۲۶۰	۷
نواری	A2	۰/۳۶۸۰	۵	۰/۱۷۰۳	۵	۰/۵۱۶۹	۷	۰/۲۲۶۰	۷
کرتی	A3	۰/۳۰۹۵	۲	۰/۱۶۱۵	۳	۰/۵۴۳۰	۸	۰/۲۵۱۰	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۳۲۱۴	۳	۰/۱۶۳۷	۴	۰/۵۶۴۵	۹	۰/۲۵۵۵	۹
خطی	A5	۰/۶۶۹۳	۸	۰/۳۵۳۵	۸	۰/۴۵۷۰	۵	۰/۲۰۶۲	۵
دورانی	A6	۰/۷۰۱۲	۹	۰/۳۶۹۸	۹	۰/۴۷۸۷	۶	۰/۲۱۳۶	۶
تفنگی	A7	۰/۴۶۷۹	۷	۰/۱۸۳۱	۶	۰/۴۴۱۵	۴	۰/۱۵۹۶	۴
چرخدار	A8	۰/۳۳۹۳	۴	۰/۱۶۱۰	۲	۰/۳۳۲۳	۲	۰/۱۲۹۰	۲
کلاسیک ثابت	A9	۰/۴۰۶۸	۶	۰/۲۳۹۷	۷	۰/۳۳۲۶	۳	۰/۱۵۰۴	۳
کلاسیک متحرک	A10	۰/۳۰۴۵	۱	۰/۱۴۲۰	۱	۰/۳۰۵۷	۱	۰/۱۲۸۱	۱

Archive of SID

www.SID.ir

بزرگ بودن اندازه مزرعه، عدم وجود موانع و کیفیت شیمیایی خوب آب، باعث شده که حتی در ۳ مورد سیستم آبیاری خطی دراین گروه، حائز رتبه اول گردد. بکارگیری سیستم آبیاری خطی دراین مطالعه با این فرض همراه بوده است که اشکالات فعلی در راه اندازی سیستم مرتفع گردد. به استثنای گروه وزنی سوم، در سایر گروه‌های وزنی و برای Pهای مختلف سیستم‌های آبیاری سطحی، حائز رتبه‌های ۷، ۸ و ۹ بوده اند. ۱۰ بهره برداری نمونه در این گروه قرار دارند که سیستم‌های آبیاری تحت فشار آنها متفاوت بوده است، بدین صورت که ۸ بهره برداری‌های نمونه سیستم آبیاری کلاسیک ثابت، یک بهره برداری سیستم آبیاری ویلمو و دیگری سیستم آبیاری تحت فشار گان یا تفنگی را مورد استفاده قرار داده اند. بنابراین همانگونه که ملاحظه می‌گردد، سیستم‌های فعلی آبیاری در این گروه با سیستم‌های بهینه آن تفاوت بسیار دارد. برطرف کردن مشکلات فعلی سیستم آبیاری ویلمو، خطی و سنترپیوت به ویژه ترویج سیستم آبیاری دورانی یا سنترپیوت پایه کوتاه می‌تواند در این راستا بسیار موثر باشد.

جدول (۷) رتبه بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از روش برنامه ریزی توافقی در مزرعه نماینده گروه ۳

نام سیستم آبیاری		گروه وزنی اول				گروه وزنی دوم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۵۳۰۸	۶	۰/۲۴۰۵	۶	۰/۵۸۲۵	۷	۰/۳۲۶۱	۷
نواری	A2	۰/۵۳۰۸	۶	۰/۲۴۰۵	۶	۰/۵۸۲۵	۷	۰/۳۲۶۱	۷
کرتی	A3	۰/۵۶۲۵	۷	۰/۲۵۷۷	۸	۰/۶۳۸۹	۸	۰/۳۶۵۴	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۶۲۵۰	۹	۰/۲۷۹۵	۹	۰/۶۶۶۷	۹	۰/۳۶۸۵	۹
خطی	A5	۰/۳۶۵۷	۱	۰/۲۱۱۳	۳	۰/۳۱۶۹	۱	۰/۲۲۰۲	۴
دورانی	A6	۰/۳۸۴۴	۲	۰/۲۱۶۷	۵	۰/۳۵۴۲	۲	۰/۲۳۶۶	۵
تفنگی	A7	۰/۶۰۲۴	۸	۰/۲۴۶۱	۷	۰/۵۴۹۴	۶	۰/۲۴۰۴	۶
چرخدار	A8	۰/۴۳۸۹	۳	۰/۲۰۰۸	۱	۰/۴۱۳۵	۳	۰/۱۸۴۶	۱
کلاسیک ثابت	A9	۰/۴۶۷۰	۵	۰/۲۱۳۳	۴	۰/۴۵۷۴	۵	۰/۲۲۰۱	۳
کلاسیک متحرک	A10	۰/۴۴۳۸	۴	۰/۲۰۲۳	۲	۰/۴۱۹۲	۴	۰/۱۸۶۷	۲
نام سیستم آبیاری		گروه وزنی سوم				گروه وزنی چهارم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۴۳۳۵	۳	۰/۲۴۲۸	۴	۰/۵۶۱۷	۷	۰/۲۸۶۱	۷
نواری	A2	۰/۴۳۳۵	۳	۰/۲۴۲۸	۴	۰/۵۶۱۷	۷	۰/۲۸۶۱	۷
کرتی	A3	۰/۴۱۶۷	۲	۰/۲۴۳۷	۵	۰/۶۱۳۶	۸	۰/۳۲۳۸	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۴۴۴۴	۵	۰/۲۴۸۵	۶	۰/۶۵۹۱	۹	۰/۳۳۳۲	۹
خطی	A5	۰/۵۲۲۶	۷	۰/۴۱۸۹	۸	۰/۳۲۵۷	۱	۰/۲۱۲۵	۵
دورانی	A6	۰/۵۷۲۳	۹	۰/۴۵۱۶	۹	۰/۳۵۶۳	۲	۰/۲۲۶۷	۶
تفنگی	A7	۰/۵۱۴۸	۶	۰/۲۳۷۴	۳	۰/۵۰۸۴	۶	۰/۲۰۹۵	۳
چرخدار	A8	۰/۴۳۵۲	۴	۰/۲۳۲۷	۲	۰/۴۲۲۸	۳	۰/۱۷۶۰	۱
کلاسیک ثابت	A9	۰/۵۵۸۸	۸	۰/۳۶۱۷	۷	۰/۴۶۸۷	۵	۰/۲۱۱۹	۴
کلاسیک متحرک	A10	۰/۳۹۹۶	۱	۰/۲۰۱۵	۱	۰/۴۳۰۷	۴	۰/۱۸۰۵	۲

جدول ۸، نتایج حاصل از اجرای CP را برای واحد نماینده گروه ۴ نشان می‌دهد. همانگونه که از بررسی این جدول، به دست می‌آید، در این گروه، سیستم آبیاری چرخدار یا ویلمو در ۳ مورد از ۸ مورد ممکن، به عنوان بهترین سیستم آبیاری بهینه انتخاب شده است. این سیستم، در سه مورد نیز رتبه سوم را به دست آورده است. در این

Archive of SID

www.SID.ir

گروه، دو سیستم آبیاری سطحی جویچه ای و نواری نیز تحت شرایطی به عنوان سیستم بهینه و یا دومین سیستم انتخاب شده اند.

بعد از سیستم آبیاری ویلمو و دو سیستم سطحی جویچه ای و نواری، سیستم آبیاری کلاسیک و متحرک از وضعیت خوبی برخوردار بوده است. این سیستم در یک مورد، رتبه اول، دو مورد رتبه دوم، یک مورد رتبه سوم و سه مورد رتبه چهارم را به دست آورده است. ۶ بهره برداری نمونه مطالعه حاضر، در این گروه فعالیت داشته اند. سیستم‌های آبیاری کلاسیک متحرک، نیمه متحرک، گان و گلسار هر کدام یک بار و سیستم آبیاری ویلمو دوبار به وسیله بهره برداران نمونه مستقر در این شهرستان انتخاب شده اند.

جدول (۸) رتبه بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از روش برنامه ریزی توافقی در مزرعه نماینده گروه ۴

نام سیستم آبیاری		گروه وزنی اول				گروه وزنی دوم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۴۲۶۶	۱	۰/۲۲۰۷	۲	۰/۵۹۱۸	۷	۰/۳۶۱۰	۷
نواری	A2	۰/۴۲۶۶	۱	۰/۲۲۰۷	۲	۰/۵۹۱۸	۷	۰/۳۶۱۰	۷
کرتی	A3	۰/۴۵۸۳	۲	۰/۲۳۲۰	۶	۰/۵۹۲۶	۸	۰/۳۶۱۹	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۵۰۰۰	۴	۰/۲۵۰۰	۸	۰/۶۱۱۱	۹	۰/۳۶۴۳	۹
خطی	A5	۰/۴۹۰۷	۳	۰/۲۴۵۵	۷	۰/۳۷۲۴	۱	۰/۲۲۷۱	۳
دورانی	A6	۰/۵۰۹۴	۵	۰/۲۵۰۲	۹	۰/۴۰۹۸	۲	۰/۲۴۳۱	۵
تفنگی	A7	۰/۵۷۱۱	۹	۰/۲۳۱۸	۵	۰/۵۷۷۲	۶	۰/۲۶۶۳	۶
چرخدار	A8	۰/۵۲۲۳	۶	۰/۲۱۵۴	۱	۰/۴۷۸۳	۳	۰/۲۰۴۲	۱
کلاسیک ثابت	A9	۰/۵۵۰۳	۸	۰/۲۲۷۱	۴	۰/۵۲۲۲	۵	۰/۲۳۶۸	۴
کلاسیک متحرک	A10	۰/۵۳۷۵	۷	۰/۲۲۲۹	۳	۰/۵۰۲۵	۴	۰/۲۲۶۰	۲

نام سیستم آبیاری		گروه وزنی سوم				گروه وزنی چهارم			
		p=1		p=2		p=1		p=2	
		ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه	ارزش	رتبه
جویچه ای	A1	۰/۳۸۷۳	۲	۰/۲۳۹۱	۵	۰/۵۶۶۳	۷	۰/۳۰۷۷	۷
نواری	A2	۰/۳۸۷۳	۲	۰/۲۳۹۱	۵	۰/۵۶۶۳	۷	۰/۳۰۷۷	۷
کرتی	A3	۰/۳۷۰۴	۱	۰/۲۳۸۶	۴	۰/۵۷۹۷	۸	۰/۳۱۱۳	۸
کرتی-برنجی	A4	۰/۳۸۸۹	۳	۰/۲۴۲۲	۶	۰/۶۰۸۷	۹	۰/۳۱۸۰	۹
خطی	A5	۰/۵۷۸۲	۷	۰/۴۲۲۶	۸	۰/۳۷۶۸	۱	۰/۲۱۳۵	۳
دورانی	A6	۰/۶۲۷۸	۹	۰/۴۵۵۰	۹	۰/۴۰۶۰	۲	۰/۲۲۶۴	۵
تفنگی	A7	۰/۵۰۱۰	۶	۰/۲۳۴۶	۲	۰/۵۴۶۱	۶	۰/۲۲۹۵	۶
چرخدار	A8	۰/۴۷۲۲	۵	۰/۲۳۵۲	۳	۰/۴۶۹۶	۳	۰/۱۸۶۴	۱
کلاسیک ثابت	A9	۰/۵۹۵۸	۸	۰/۳۶۳۳	۷	۰/۵۱۳۵	۵	۰/۲۱۷۹	۴
کلاسیک متحرک	A10	۰/۴۴۱۲	۴	۰/۲۰۵۷	۱	۰/۴۹۳۵	۴	۰/۲۰۷۰	۲

نتیجه گیری

روش مناسب برای انتخاب مناسب ترین تکنولوژی آبیاری، فرآیندی است که معیارهای مختلف فیزیکی، اقتصادی، فنی، اجتماعی، فرهنگی و قانونی که تکنولوژی‌های آبیاری براساس آنها مورد قضاوت واقع می‌شوند، را در برمی گیرد. در این بررسی از میان معیارهای مختلف، ۲۱ معیار برای قضاوت در مورد عملکرد ۱۰ سیستم آبیاری در راستای رسیدن به اهداف هشتگانه پیش بینی شده، در نظر گرفته شد. برای حل مسئله انتخاب از یک الگوریتم تصمیم سازی چند معیاری به نام برنامه ریزی توافقی استفاده گردید. نتایج نشان داد که هرچند در گروه بهره برداران کوچک، انتخاب زارعین با انتخاب ناشی از اجرای الگوریتم

Archive of SID

www.SID.ir

CP، کاملاً مطابقت دارد اما در سایر گروه‌های همگن تفاوت‌های بین تکنولوژی آبیاری انتخاب شده زارعین با تکنولوژی بهینه انتخاب شده به وسیل روش CP وجود دارد. این اختلاف عمدتاً به این دلیل است که مشکلات فنی و ترویجی تکنولوژی‌های آبیاری ویلمو، خطی و سنترپیوت در استان فارس برطرف نشده است. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که هرچند بکارگیری روش آبیاری کلاسیک متحرک و ثابت نسبت به روش‌های سنتی آبیاری پیشرفت قابل توجهی محسوب می‌گردد اما باید هرچه سریعتر با برطرف کردن موانع فنی و ترویجی سیستم‌های آبیاری بارانی ویلمو، خطی و عقربه ای، زمینه استفاده از این تکنولوژی‌های آبیاری را نیز در مزارع فراهم ساخت.

منابع

۱. خلیلی، د. ۱۳۷۵. مقایسه دو روش تصمیم گیری چند معیاری در ارزیابی تکنولوژی‌های آبیاری. مجموعه مقالات پوستری نخستین گردهمایی علمی-کاربردی اقتصاد آب. معاونت امور آب وزات نیرو. ۸۶-۷۲.

۲. رفیعی دارایی، ه. ۱۳۸۴. بررسی عوامل موثر بر انتخاب و پذیرش آبیاری بارانی در استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

۳. ضیایی، س. ۱۳۷۹. ارزیابی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کاربرد متد برنامه ریزی توافقی در انتخاب روش مناسب آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

4. Andre, E.J., M.A. Cardenete and C. Romero. 2006. Using compromise programming for macroeconomic policy making in a general equilibrium framework: Theory and application to the Spanish economy. Documento De Trabajo. N. 36/2006.
5. Chang, N.B., S.C. Yeh and G.C. Wu. 1999. Stability of grey compromise programming and its application to watershed land-use planning. International Journal of Systems Science. 30(6): 571-589.
6. Duckestein, L. and S. Opricovic .1980. Multiobjective optimization in river basin development. Water Resources Research.16:14-20.
7. Duval, Y. and A.M. Featherstone .1999. Fuzzy logic and compromise Programming in Portfolio Management, Presented at Western Agricultural Economics Association Annual Meeting. July 11-14.
8. Piech, B. and T. Rehman .1993. Application multiple criteria decision making Methods to farm planning: A case study. Agricultural System. 41:305-319.
9. Shafike, N.G., L. Duckestein, and T. Maddock .1992. Multicriterion analysis of groundwater contamination management. Water Resources Bulletin. 28(1):33-43.
10. Shiau, J. and H. Lee. 2005. Derivation of optimal hedging rules for a water-supply reservoir through compromise programming. Water Resources Management. 19(2):111-132.
11. Stokes, J.R. and P.R. Tozer.2002. Site selection with multiple objectives. Agricultural Systems. 73:147-164.
12. Tecle, A. 1992. Selecting a multicriterion decision making technique for watershed resources management. Water Resources Bulletin. 28(1):129-139.
13. Tecle, A.M.M. Fogel and L. Duckstein .1988. Multicriterion analysis of forest watershed management alternatives. Water Resources Bulletin. 24:1169-1178.
14. Tecle, A. and M. Yitayew .1990. Preference ranking of alternative irrigation technologies via a multicriterion decision making procedure. Transaction of ASAR. 33:1509-1517.
15. Zarghaami, M., A. Abrishamchi, R. Ardakanian, A.D. Savic, A.M. Marino, G.H.H. Savenijie and C.J. Bertoni .2005. Multi-criteria decision making for integrated urban water management. International Association of Hydrological Science 293-73-82.

Archive of SID

www.SID.ir

Ranking irrigation technologies using a multicriterion decision-making process: a case study in Fars province

M.Zibaei[*] –M.Bakhshodeh[1]

Abstract

Appropriate method for selecting irrigation technology involves a process that incorporates physical, technical, economic, social, cultural and legal factors into the applied criteria. This study utilized a set of 21 criterion to evaluate the performance of 10 different irrigation technologies to achieve 8 objectives in a multicriterion decision-making (MCDM) framework known as compromise programming (CP). The results indicated that farmers and CP selections coincide completely in a homogenous group, but the irrigation technology selected by representative farms is different from the results of compromise programming in other homogenous groups. At last, some suggestions are proposed regarding improvement of decision making process.

Key words: Ranking, Irrigation Technologies, Multicriterion Decision Making.

Archive of SID

* Corresponding author Email: zibaei@shirazu.ac.ir
1. Contribution from College of Agriculture, Shiraz University

www.SID.ir