

انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری در دشت‌های فامنین، قهاوند و رزن

ابوالفضل مجنون‌ی هریس^{۱*}، مروت نایی^۲ و علی اشرف صدرالدینی^۳

* نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. majnooni1979@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد، شرکت مهندسی مشاور یکم، تهران.

۳- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۳

چکیده

عوامل متنوع در انتخاب روش‌های آبیاری، گزینش سیستم متناسب با شرایط مختلف را به مسئله‌ای پیچیده تبدیل کرده است. در این تحقیق با استفاده از روش امتیازدهی چارلز برت به انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری در بین انواع سیستم‌های بارانی شامل کلاسیک ثابت، جابجایی دستی، جابجایی چرخدار، قرقره‌ای، دوار مرکزی، سیستم خطی و سیستم‌های موضعی شامل تیپ، قطره‌ای و بابلر و همچنین سیستم‌های سطحی شامل آبیاری کرتی، نواری و جویچه‌ای در دشت‌های فامنین، قهاوند و رزن در استان همدان پرداخته شده است. برای امتیازدهی از خصوصیات ماندن نوع محصول، نوع منبع آب، اقلیم، زمین و شرایط اجتماعی و ساختاری منطقه استفاده شده است. نتایج حاصل، نشان داد که در بین روش‌های آبیاری، در روش بارانی، کلاسیک ثابت، در روش موضعی سیستم تیپ و در روش سطحی، سیستم کرتی بیشترین تناسب را با شرایط منطقه مورد مطالعه دارد. البته در بین سیستم‌های کلاسیک ثابت، سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک علیرغم نیاز به تغییر استقرار آبپاش به دلیل سرمایه‌گذاری کمتر، مناسب و قابل توصیه است. در مناطقی که روش سطحی گزینه مناسب باشد، استفاده از شبکه توزیع کم فشار و کاربرد هیدروفولوم می‌تواند باعث افزایش راندمان و کاهش تلفات نفوذ گردد و در این مناطق لازم است که این موضوع مد نظر قرار داده شود.

کلید واژه‌ها: انتخاب، سیستم آبیاری، امتیازدهی، رزن، قهاوند و فامنین.

مقدمه

سیستم آبیاری افزوده است. شناخت معایب، مزایا و محدودیت‌های هر کدام از سیستم‌ها از یک طرف و اطلاع از شرایط فیزیکی محل اجرای پروژه‌ها، پیامدها و اهداف محیطی، اجتماعی و اقتصادی از طرف دیگر، از جمله فرآیندهای مؤثری هستند که بایستی به‌طور جامع در انتخاب سیستم آبیاری مناسب جهت طرح‌های توسعه، مد نظر تصمیم‌گیران باشد (عبادی و همکاران، ۱۳۸۳). باید توجه داشت که انتخاب سیستم مناسب یک تصمیم چند معیاره است و هر کدام از سیستم‌های آبیاری در شرایط و محدوده خاصی امکان اجرا شدن دارند و در صورتیکه شرایط طرح خارج از محدوده برخی از معیارهای تعیین کننده باشد، چنین عاملی به تنهایی می‌تواند سیستم آبیاری مورد نظر را از فرایند گزینش خارج نماید. در تصمیم‌گیری چند معیاری، انتخاب مورد برتر با مد نظر قرار دادن چند معیار انجام می‌پذیرد که این معیارها می‌توانند کمی یا کیفی، مثبت یا منفی باشند. واقعیت‌های شرایط منطقه شامل خصوصیات آب، خاک و گیاه، دسترسی به آب و کیفیت آب و خاک، ناهمواری‌های توپوگرافی، خصوصیات فیزیکی خاک، نیروی کار و غیره در تصمیم‌گیری و ارزیابی اثر گذار هستند. فرموله کردن معیارهای ارزیابی، یک مسئله مهم می‌باشد. چون باید به عواملی از جمله علاقه کشاورز، افزایش درآمد خالص، کاهش هزینه‌های تولیدات کشاورزی، بهبود وضعیت کیفی خاک، بهبود بکارگیری منابع انسانی و ماشینی و بهینه‌سازی

بدون شک اصلی‌ترین چالش پیش‌روی افزایش جمعیت در ایران و جهان، مسئله محدودیت منابع آب و مدیریت استفاده از آن می‌باشد. در این میان مدیریت بهینه آب مصرفی در بخش کشاورزی به دلیل مصرف بالای آن (حدود ۹۲ درصد) نسبت به سایر بخش‌ها باید به‌طور جدی مد نظر قرار گیرد. یکی از راهکار-های افزایش کارایی مصرف آب کشاورزی، استفاده از روش‌های آبیاری مناسب می‌باشد. تنوع در عرضه تکنولوژی‌های آبیاری، ممکن است، کشاورزان را در انتخاب نوع سیستم مناسب دچار مشکل نماید (سیدان و فیروزآبادی، ۱۳۸۵؛ قره‌داغی و همکاران، ۱۳۹۰). عدم گزینش صحیح سیستم آبیاری برای یک شبکه با توجه به شرایط منطقه موجب اتلاف وقت و هزینه بسیار در مراحل مختلف طراحی و اجرا و چه بسا باعث غیر اقتصادی شدن طرح گردیده و در نتیجه موجب عدم بهره‌برداری بهینه و اتلاف منابع ارزشمند آب و خاک منطقه خواهد شد. لذا انتخاب درست سیستم آبیاری گامی اساسی در استفاده بهینه از منابع آب و خاک محسوب می‌شود. ضرورت توجه به محدودیت‌های موجود در ماهیت هر کدام از سیستم‌های آبیاری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک مزارع کشاورزی، تفاوت‌های اقلیمی، جغرافیایی و فرهنگی، پیامدهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از اجرای این سیستم‌ها بر پیچیدگی انتخاب نوع

در این مطالعه، آبیاری سطحی به عنوان گزینه مناسب معرفی شد. همچنین تکه و بیتایو روش برنامه‌ریزی توافقی را روشی مناسب‌تر از برنامه‌ریزی خطی معرفی نمود چراکه به دلیل ناتوانی برنامه‌ریزی خطی در وارد کردن تمام شرایط واقعی کشاورز، مزرعه و اقلیم استفاده از روش خطی مناسب نخواهد بود (تکه و بیتایو، ۱۹۹۰). سیدان و قدمی فیروز آبادی (۱۳۸۵) با کاربرد روش برنامه‌ریزی توافقی به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن محدودیت‌های منطقه و به منظور افزایش راندمان آبیاری در شهرستان‌های بهار، نهاروند و همدان سیستم کلاسیک ثابت و قطره‌ای، در شهرستان‌های رزن و کبودرآهنگ سیستم کلاسیک ثابت و سیستم چرخدار^{۱۲} و در شهرستان‌های تویسرکان، اسدآباد و ملایر سیستم کلاسیک ثابت بهترین نوع سیستم می‌باشد.

ضیایی و همکاران (۱۳۷۹) سه سیستم کلاسیک ثابت، کلاسیک نیمه متحرک و چرخدار را در استان فارس مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که سیستم آبیاری بارانی چرخدار بهترین گزینه می‌باشد. جوندی (۱۹۹۸) با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و توافقی به این نتیجه رسید که سیستم آبیاری جویچه‌ای بهترین گزینه و سیستم کلاسیک ثابت بدترین گزینه در بین سیستم‌های آبیاری ارزیابی شده می‌باشد. کهنسال و رفیعی دارانی (۱۳۸۷) طی مطالعه‌ای با استفاده از کاربرد روش برنامه‌ریزی توافقی در استان خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که روش‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و جابجایی دستی^{۱۳} بهترین و روش دوار مرکزی و بارانی خطی بدترین روش برای منطقه فوق می‌باشد. رفیعی دارانی و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از روش برنامه‌ریزی توافقی و روش امتیازدهی به ارزیابی تناسب سیستم‌های آبیاری در استان اصفهان پرداختند. در این تحقیق سیستم‌های بارانی خطی^{۱۴}، دوار مرکزی^{۱۵}، قرقره‌ای^{۱۶}، چرخدار، کلاسیک ثابت و متحرک مورد ارزیابی قرار گرفتند که سیستم‌های کلاسیک ثابت و متحرک مناسب منطقه انتخاب شدند. روش‌های متنوعی برای انتخاب سیستم مناسب توسط محققان مختلف استفاده شده که دارای معیارهای گزینشی مختلف هستند. ولی ضروری است که در انتخاب سیستم‌های آبیاری علاوه بر عوامل اقتصادی طیف وسیعی از عوامل اثرگذار دیگر را نیز باید برای انتخاب موفقیت‌آمیز سیستم لحاظ نمود. روش‌های آبیاری دارای محدودیت‌ها و مزایای مختلفی در شرایط محیطی بوده و منابع آب، خاک و عوامل بومی، جغرافیایی، اقلیمی، اقتصادی اجتماعی و غیره نیز بر کارایی آنها تأثیر خواهد گذاشت. از این رو در این تحقیق برای انتخاب روش آبیاری مناسب در دشت‌های فامنین، قهاوند و رزن از روش امتیازدهی چارلز برت (روش ماتریس معیارها و کارایی کیفی گزینه‌ها) که یک روش جدید، ساده و جامع

مصرف آب مورد توجه قرار گیرد. در این میان مهمترین دغدغه این است که کدام یک از عوامل بر دیگری برتری دارد و در فرآیند، تصمیم‌گیری بر دیگران ترجیح داده خواهد شد (سردجویس^۱، ۱۹۹۷). برای انتخاب سیستم مناسب آبیاری روش‌های مختلفی شامل مجموعه‌ای از روش‌های برنامه‌ریزی چند معیاره مثل روش برنامه‌ریزی توافقی (زلنی^۲، ۱۹۷۳)، برنامه‌ریزی خطی، روش سلسله مراتب تحلیلی (ساعتی^۳، ۱۹۸۰)، روش تصمیم‌گیری چند معیاره (کاسول و زیلبرمن^۴، ۱۹۸۵)، روش ماتریس امتیاز معیارها (کلر و بلیسنر^۵، ۱۹۹۰) و روش امتیاز دهی (برت و همکاران^۶، ۱۹۹۹) ارائه شده است. برخی محققان از روش سلسله مراتب تحلیلی برای بررسی پذیرش کشاورزان در مورد انواع روش‌های آبیاری و بررسی عوامل مؤثر در انتخاب روش مناسب سیستم آبیاری استفاده نموده‌اند (خلیلی، ۱۳۷۵؛ دارابی، ۱۳۷۹؛ کرمی^۷، ۲۰۰۶). منتظر و بهبهانی^۸ (۲۰۰۷) طی تحقیقی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به انتخاب بهترین و کارآمدترین سیستم آبیاری برای سه منطقه در دشت قزوین با سه الگوی کشت مختلف گندم، چغندر قند و انگور پرداختند. آنها با مقایسه نتایج حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با دیگر روش‌های موجود، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان ابزاری مفید و کارآمد در انتخاب بهترین سیستم آبیاری معرفی نمودند (منتظر و بهبهانی، ۲۰۰۷؛ قره‌داغی و همکاران، ۱۳۹۰).

روش برنامه‌ریزی توافقی یکی از روش‌های دیگری است که در مطالعات گذشته برای تعیین سیستم مناسب آبیاری در مناطق مختلف بکار رفته است (رفیعی دارانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ سیدان و فیروزآبادی، ۱۳۸۵؛ ضیایی و همکاران، ۱۳۷۹؛ جوندی^۹، ۱۹۹۸؛ کهنسال و رفیعی دارانی^{۱۰}، ۲۰۰۹). تکه و بیتایو^{۱۱} (۱۹۹۰) با استفاده از روش برنامه‌ریزی توافقی اقدام به رتبه‌بندی ۱۰ گزینه آبیاری نمودند. در مطالعه فوق، معیارهای در نظر گرفته شده شامل راندمان آبیاری، دبی جریان آب، کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی آب، وضعیت رسوبگذاری در سیستم‌ها، هزینه اولیه، هزینه عملیاتی و نگهداری، نیاز به متخصص جهت تعمیر و نگهداری، سطح مهارت مدیریتی، استفاده بیشتر از اراضی، سطح تکنولوژی مورد نیاز، سطح مصرف انرژی، ظرفیت نفوذپذیری خاک، عمق خاک، وضعیت زهکش منطقه، سطح ایستابی آب زیرزمینی، اندازه مزرعه، شکل هندسی مزرعه، وضعیت توپوگرافی منطقه، تنوع محصول، سرعت باد و درجه حرارت محیط می‌باشد.

- 1 - Srdjevic
- 2 - Zeleny
- 3 - Saaty
- 4 - Caswell and Zilberman
- 5 - Keller and Bliesner
- 6 - Burt *et al.*
- 7 - Karami
- 8 - Montazar and Behbahani
- 9 - Junedi
- 10 - Kohansal and Rafiei Darani
- 11 - Tecle and Yitayew

- 12 - Wheel move
- 13 - Hand move
- 14 - Linear move
- 15 - Center pivot
- 16 - Traveling gun

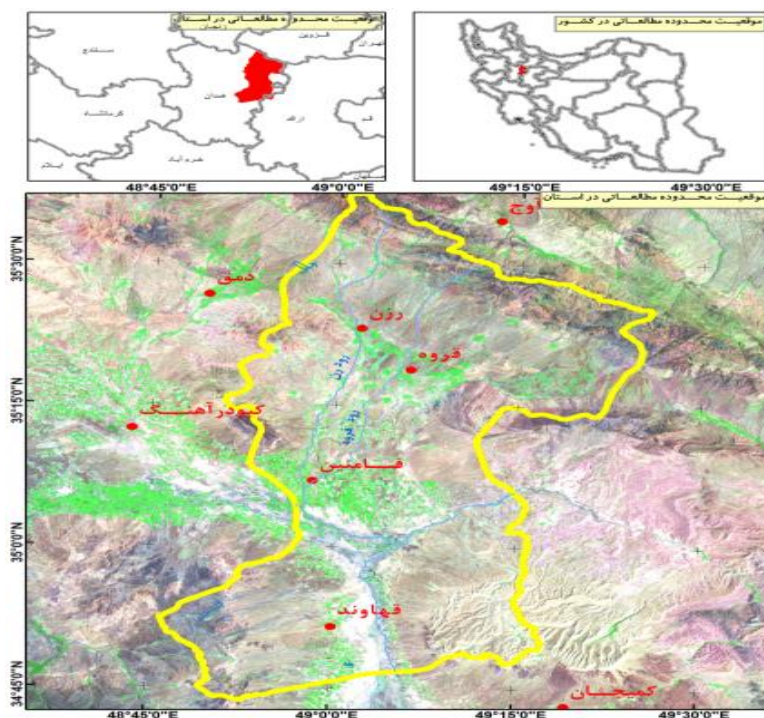
سانتیگراد می‌باشد. حداکثر سرعت باد در محدوده طرح در ارتفاع ۲ متری برابر ۳/۶، بطور متوسط برابر ۲/۸ و حداقل آن برابر ۲/۱ متر بر ثانیه است. در جدول (۱) خلاصه اطلاعات اقلیمی محدوده مورد مطالعه ارائه گردیده است. بر اساس آماربرداری سال ۱۳۹۰ دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای همدان منابع آب زیرزمینی نقش اصلی را با ۹۹ درصد تأمین مصارف آب کشاورزی، بر عهده دارند. در بین منابع آب زیرزمینی نیز چاه‌ها با ۹۳/۵ درصد تأمین آب کشاورزی، دارای بیشترین اهمیت بوده و نقش قنوت و چشمه‌ها کم اهمیت‌تر است. استفاده از منابع آب سطحی محدود به اراضی شمالی محدوده طرح در رزن و قروه بوده و نقش ناچیزی در تأمین منابع آب کشاورزی منطقه بر عهده دارند. کیفیت منابع آب زیرزمینی بر اساس دیاگرام ویلکوکس در شمال منطقه (حوالی رزن و قروه) عمدتاً در کلاس‌های C2S1 و C3S1 و در مرکز محدوده (فامنین) عمدتاً در کلاس C3S1 و در جنوب منطقه (قهاوند) عمدتاً در کلاس‌های C4S2 و C3S1 قرار می‌گیرد. منابع آب سطحی منطقه نیز که عمدتاً در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه متمرکز می‌باشد بر اساس دیاگرام ویلکوکس در دسته‌های C2S1 و C3S1 قرار گرفته و کیفیت آن از نقطه نظر کشاورزی، خوب و متوسط می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۰). بر اساس مطالعات طبقه‌بندی اراضی و خاک‌شناسی نیمه تفصیلی دشت‌های رزن، قهاوند و فامنین (مؤسسه تحقیقات آب و خاک) حدود ۷۵ درصد از اراضی محدوده مورد مطالعه برای کشاورزی و آبیاری مناسب می‌باشند.

برای تصمیم‌گیری در انتخاب نوع سیستم می‌باشد، استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌ها

محدوده مورد مطالعه، دشت‌های فامنین، قهاوند و رزن واقع در استان همدان می‌باشد. بر اساس شکل (۱) این منطقه در بین عرض جغرافیایی ۳۴° ۴۴' تا ۳۵° ۳۱' شمالی و طول جغرافیایی ۴۸° ۵۴' تا ۴۹° ۲۴' شرقی واقع گردیده است. برای بررسی وضعیت اقلیمی منطقه از آمار هواشناسی بلند مدت ایستگاه‌های موجود در منطقه که شامل ۳ ایستگاه تبخیرسنجی وزارت نیرو (خمیگان، قهاوند و عمرآباد)، ۲ ایستگاه باران سنجی وزارت نیرو (زهتران و آب‌باریک) و ۱ ایستگاه کلیماتولوژی سازمان هواشناسی (درگزین همدان) و نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه (نوژه همدان)، استفاده شده است. از نظر آب و هوایی محدوده مورد مطالعه دارای اقلیمی نیمه خشک و سرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه محدوده ۳۱۶ میلی‌متر بوده و ۶۴/۱ درصد بارندگی‌ها در پاییز و زمستان و تنها ۱/۶ درصد آن در فصل تابستان رخ می‌دهد. بیشترین میانگین بارش ماهانه برابر ۵۱/۶ میلی‌متر در فروردین و کمترین آن برابر ۱/۳ میلی‌متر در مرداد ماه اتفاق می‌افتد. بیشترین و کمترین دمای میانگین ماهانه بترتیب برابر ۲۴/۵ و ۱/۸- درجه سانتیگراد مربوط به ماه‌های تیر و بهمن بوده و میانگین درجه حرارت سالانه معادل ۱۱/۴ درجه



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی

مجنونی هریس و همکاران: انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری در دشت‌های...

جدول ۱- عوامل اقلیمی منطقه مورد مطالعه

سالانه	ماه												عوامل اقلیمی	
	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر		
۳۱۶	۱/۵	۱/۳	۲/۲	۱۱/۱	۴۵/۹	۵۱/۶	۶۴/۴	۴۱/۳	۳۹/۴	۳۲/۸	۳۲/۳	۱۰/۲	متوسط ماهانه	بارندگی (میلی‌متر)
۱۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۷۰	۳/۵	۱۴/۵	۱۶/۳	۱۴/۷	۱۳/۱	۱۲/۵	۱۰/۴	۱۰/۲	۳/۲	درصد ماهانه	
۱۱/۴	۲۰/۳	۲۴/۳	۲۴/۵	۱۹/۶	۱۳/۶	۸/۲	۳/۵	-۱/۸	-۱/۳	۱/۷	۸/۱	۱۵/۳	متوسط ماهانه دما (درجه سانتیگراد)	
۱۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۲۱	۲۷	۲۹	۲۷	۱۹	۲	متوسط تعداد روزهای یخبندان	
۲/۸	۲/۵	۳/۱	۳/۲	۳/۰	۳/۱	۳/۶	۳/۵	۲/۷	۲/۲	۲/۱	۲/۲	۲/۴	متوسط سرعت باد در ارتفاع ۲ متری	متر بر ثانیه
۷۴	۵۷	۵۲	۵۴	۶۱	۷۷	۸۱	۸۵	۸۸	۹۰	۸۹	۸۳	۷۱	حداکثر	
۵۴	۳۵	۳۲	۳۳	۳۷	۵۰	۵۶	۶۴	۷۳	۷۷	۷۴	۶۴	۴۸	ماهانه	میانگین درصد رطوبت نسبی
۳۴	۱۸	۱۷	۱۸	۱۸	۲۸	۳۳	۴۱	۵۳	۵۹	۵۴	۴۱	۲۶	حداقل	
۱۴۹۸	۱۶۴	۲۳۹	۲۵۹	۲۳۰	۱۷۲	۱۳۵	۷۳	۳۸	۲۷	۳۰	۵۵	۷۷	تبخیر- تعرق مرجع (میلی‌متر)	

نتایج و بحث

انتخاب صحیح روش آبیاری که به بهترین نحو ممکن اهداف توسعه آبیاری را تأمین کند، مهمترین گام در مرحله طراحی مقدماتی است. یک سیستم ممکن است به خودی خود، به خوبی طراحی شده باشد ولی در مقایسه با روش آبیاری دیگر که اهداف توسعه را به نحوی بهتر تأمین کند، نامناسب باشد. در حالی که آگاهی از ویژگی‌های انواع روش‌های آبیاری جهت انتخاب روش آبیاری به منظور تهیه طرح مناسب ضروری است، اما کافی نیست. گام ضروری در انتخاب روش آبیاری، انتخاب بهترین روش آبیاری و هماهنگی سیستم آبیاری با شرایط ویژه طرح می‌باشد. در این بخش بر اساس روش امتیازدهی، سیستم آبیاری مناسب محدوده طرح تعیین می‌گردد. در تعیین پارامترهای مؤثر برای انتخاب روش آبیاری، به شرایط پروژه توجه شده و پارامترهایی که در شرایط این پروژه موضوعیت نداشتند، حذف گردیده‌اند. برای انتخاب سیستم مناسب برای منطقه مورد مطالعه عوامل مؤثر در انتخاب سیستم آبیاری در پنج بخش محصول، آب و هوا، منبع آب، زمین و مسائل ساختاری و اجتماعی بررسی و نتایج برترتیب در جدول (۲) تا (۶) ارائه شده است.

نوع محصول

الگوی کشت مورد استفاده و نحوه کشاورزی اثر چشمگیری روی انتخاب سیستم دارد. اثر روش آبیاری بر عوامل گیاهی مانند ارتفاع گیاه، جوانه زنی، بیماری‌های اندام هوایی و تحولات اقلیمی و همچنین بر عملیات زراعی شامل نحوه کشت و کاربرد سم و کود باید بررسی شود. تناوب زراعی، یک مورد بسیار مهم برای بررسی است. برخی روش‌های آبیاری ممکن است برای بعضی از محصولات در تناوب، مناسب بوده، اما برای تمامی آنها مناسب نباشند. در جدول (۲) امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس محصولات و الگوی کشت موجود در دشت‌های فامنین، رزن و قهقوند ارائه شده است. مطابق جدول فوق بر اساس نوع محصول، در روش آبیاری بارانی، سیستم کلاسیک ثابت، در روش موضعی سیستم تیپ و در روش سطحی، سیستم کرتی برای محصولات منطقه دارای بیشترین تناسب می‌باشند. بر اساس نتایج جدول فوق سیستم قرقره‌ای با ۴- امتیاز و سیستم های قطره ای و بابلر با ۵- امتیاز بدترین در بین سیستم های آبیاری از نظر نوع محصولات کشاورزی ارزیابی شدند.

بر اساس نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه، وسعت اراضی کشاورزی حدود ۱۴۳۲۷۷ هکتار می‌باشد. از کل اراضی کشاورزی، حدود ۷۷/۵ درصد را اراضی زراعی، ۱/۴ درصد را اراضی باغی و ۵/۵ درصد اراضی شوره زار و مرتعی و بقیه مناطق مسکونی، جاده‌ها و غیره می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۰). برای اخذ اطلاعات مورد نیاز دیگر از گزارش‌های موجود در شرکت مشاور یکم و از نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های طبقه‌بندی اراضی، نقشه‌های زمین‌شناسی عمومی و عکس‌های ماهواره‌ای موجود نیز استفاده شده است.

روش امتیاز دهی چارلز برت

برای استفاده از این روش ابتدا معیارها و ویژگی‌های خاص هر منطقه که در رابطه با سیستم‌های آبیاری مختلف در نظر گرفته شده، تعیین می‌شود. از جمله این ویژگی‌ها که برای امتیازدهی در نظر گرفته شده نوع محصول، منبع آب (کیفیت کمیت و غیره)، اقلیم (شرایط دمایی، باد، باران، یخبندان و غیره)، زمین (شکل، شیب، کیفیت خاک، نوع خاک و غیره) و شرایط اجتماعی و ساختاری (نوع مدیریت، نیروی کار، دسترسی به قطعات، مهارت کاربر و غیره) می‌باشد. برای استفاده از این روش، سیستم‌های آبیاری قابل کاربرد در منطقه نیز بایستی مشخص گردد که در این رابطه سیستم‌های آبیاری بارانی شامل کلاسیک ثابت، جابجایی دستی، جابجایی چرخدار، قرقره‌ای، دوار مرکزی، سیستم خطی و سیستم‌های موضعی شامل تیپ، قطره‌ای و بابلر و همچنین سیستم‌های سطحی شامل آبیاری کرتی، نواری و جویچه‌ای می‌باشد. هر سیستم آبیاری در رابطه با هر معیار کارایی خاصی دارد که این کارایی با علامت‌های +، ۰ و - مشخص می‌گردد. علامت مثبت بدین معنی است که این سیستم آبیاری با توجه به این معیار و ویژگی، سیستم مناسبی است. علامت صفر بیانگر اینست که معیار نقشی در انتخاب سیستم ندارد و علامت منفی نشان می‌دهد که سیستم با توجه به این ویژگی خاص مناسب نیست. از آنجایی که هر منطقه بسته به شرایط خاص خود دارای تعدادی از این معیارها و ویژگی‌هاست، بنابراین برای هر مزرعه ماتریسی از معیارهای خاص آن و کارایی کیفی سیستم‌های آبیاری تشکیل می‌شود. در این مرحله هر سیستمی که بیشترین امتیاز مثبت را داشته باشد سیستم مناسب منطقه ترجیح داده خواهد شد و سیستمی که بیشترین امتیاز منفی را دارد، نامناسب‌ترین خواهد بود. استفاده از این روش در کنار جامع بودن، دارای مزیت راحتی در محاسبه و بکارگیری سریع بدون نیاز به محاسبات پیچیده است.

جدول ۲- امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری براساس نوع محصول

نوع گیاه	نوع سیستم آبیاری											
	بارانی					موضعی			سطحی			
	سیستم ثابت	جابجایی دستی	آبشار چرخدار	بارانی فرقه‌ای	دوار مرکزی	بارانی خطی	پنر	قطره‌ای	بلیز کم فشار	کرتی	نوری	نشتی
غلات دانه‌ریز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	۰	۰	۰
یونجه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	+	+	-
سیب‌زمینی	+	۰	۰	-	+	+	-	-	-	-	-	-
سبزیجات	۰	۰	۰	-	۰	۰	-	-	-	۰	-	۰
سایر گیاهان	۰	۰	۰	-	۰	۰	-	-	-	۰	-	۰
باغات/ تاکستان‌ها	+	۰	-	۰	-	-	+	+	+	۰	۰	۰
تناوب	۰	۰	۰	-	+	+	-	-	-	+	۰	۰
امتیاز	+۲	۰	-۱	-۴	+۱	+۱	-۲	-۵	-۵	+۱	-۲	-۲

کمیت و کیفیت آب

آبیاری، حاوی برخی مواد جامد محلول هستند. در صورت انتخاب روش آبیاری نامناسب و اجرای نادرست آن، مشکلات فراوانی در زمینه شوری ایجاد خواهد شد. در انتخاب روش آبیاری، باید امکان آسبونی خاک نیز مورد بررسی قرار گیرد چرا که شوری آب در مناطق خشک از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار است. سمیت یون‌های ویژه برای برخی گیاهان مشکل‌آفرین خواهد بود. برای مثال، مقادیر زیاد بور برای بسیاری از گیاهان مضر است. از پاشیدن آب‌هایی که حاوی مقادیر زیاد کلر هستند، بر روی برگ بسیاری از گیاهان باغی باید اجتناب کرد. مقدار زیاد سدیم نسبت به کلسیم و منیزیم، اثر بدی بر ساختمان خاک گذاشته و ممکن است به کاهش سرعت نفوذ در بسیاری از خاک‌ها، بیانجامد (غلامعلی‌زاده آهنگر، ۱۳۸۱). منبع آب در محدوده مورد مطالعه چاه می‌باشد که دارای دبی نسبتاً پایینی می‌باشند همچنین در دشت قهاوند مشکل شوری آب آبیاری نیز وجود دارد. بر طبق نتایج جدول (۳) بر اساس نوع منبع آب، در روش آبیاری بارانی، تمامی سیستم‌ها، در روش موضعی سیستم قطره‌ای و در روش سطحی، سیستم نواری و نشتی برای منبع آب منطقه دارای بیشترین تناسب می‌باشند. بررسی نتایج جدول فوق نشان داد که از نظر منبع آب روش‌های سیستم بارانی هیچ برتری خاصی نسبت بهم ندارند. در بین روش‌های سطحی، روش کرتی بدلیل پایین بودن کمیت آب منابع (چاه) با امتیاز ۱- بدترین می‌باشد. در بین تمامی سیستم‌های مختلف روش قطره‌ای با ۳+ امتیاز بهترین برای شرایط منطقه ارزیابی گردید.

امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس کیفیت و کمیت منبع آب در جدول (۳) ارائه شده است. کمیت، کیفیت، قابلیت اطمینان و برنامه توزیع آب باید به دقت در انتخاب روش آبیاری مورد بررسی قرار گیرد منابع آب غیرقابل اطمینان مانع از سرمایه‌گذاری هنگامت در بکارگیری تجهیزات پیچیده آبیاری می‌شود. در حالی که در برخورد با منابع محدود اما قابل اطمینان، روش‌های آبیاری با راندمان بالا توصیه می‌شوند. تناوب، مقدار و مدت توزیع آب در مزرعه، اثر زیادی بر انتخاب و طراحی روش آبیاری، هزینه‌های آن، نیاز کارگری و راندمان آن دارد. برای آبیاری بارانی، می‌توان از جریانی دائمی ولی با دبی کم یک چاه یا نهر آبیاری استفاده نمود اما این منبع آب را نمی‌توان برای روشی که به جریان متناوب ولی با دبی بالا احتیاج دارد بکار برد مگر اینکه مخازنی در مزرعه وجود داشته باشند. در روش سطحی، جریان‌های با دبی بالا و فواصل تحویل زیاد، می‌توانند به بهترین نحو بکار برده شوند. در هر حال، برنامه‌های ثابت و انعطاف‌ناپذیر توزیع آب، مانعی برای داشتن آبیاری با راندمان بالا به حساب می‌آیند. ثبات منابع آب بدلیل اثرات آن بر اقتصاد پروژه و انتخاب نوع محصول حائز اهمیت است. در مناطقی که دارای منابع آب متغیر هستند، کشاورزان غالباً زمین‌ها را رها کرده و یا انتخاب محصول را به گونه‌ای تنظیم می‌کنند که با منابع آب موجود سازگار باشد. کیفیت آب هم عاملی بسیار مهم در انتخاب روش آبیاری به شمار می‌رود در فرآیند انتخاب روش آبیاری، برخورداری از داده‌های کافی کیفیت آب ضروری است. تمامی آب‌های

جدول ۳ - امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس منبع آب

نوع سیستم آبیاری											تأمین آب	
سطحی			موضعی			بارانی						
نشتی	فجاری	کرتی	بند کم فشار	قطره‌ای	تیپ	بارانی خطی	دوار مرکزی	بارانی قرقره‌ای	آفتشان چرخدار	جایبختی دستی		سیستم ثابت
۰	۰	۰	+	+	+	+	+	+	+	+	+	چاه آب زیرزمینی
۰	۰	۰	۰	+	۰	-	-	-	-	-	-	با شوری زیاد
۰	۰	۰	+	+	+	+	+	+	+	+	+	دبی پایین جریان
۰	۰	-۱	+۲	+۳	+۲	+۱	+۱	+۱	+۱	+۱	+۱	امتیاز

جدول ۴ - امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس عوامل اقلیمی

نوع سیستم آبیاری											آب و هوا	
سطحی			موضعی			بارانی						
نشتی	فجاری	کرتی	بند کم فشار	قطره‌ای	تیپ	بارانی خطی	دوار مرکزی	بارانی قرقره‌ای	آفتشان چرخدار	جایبختی دستی		سیستم ثابت
۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	بارندگی کم
۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	دمای بالا - خشک
۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	بادخیز
-	-	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	+	شرایط یخبندان
-۱	-۱	۰	۰	۰	۰	-۳	-۳	-۳	-۳	-۳	-۲	امتیاز

عوامل زمین و خاک

امتیازدهی به انواع سیستم‌های آبیاری بر اساس ویژگی‌های مؤثر زمین و خاک در جدول (۵) آورده شده است. بافت، یکنواختی، عمق، سرعت نفوذ، فرسایش پذیری، شوری و زهکشی خاک همگی باید در انتخاب روش‌های آبیاری بررسی شوند. اثرات متقابل عملیات زراعی و آبیاری با توجه به عوامل مؤثر خاک، باید مورد مطالعه قرار گیرد. شکل زمین و موانع فیزیکی، در انتخاب برخی روش‌های آبیاری اثرگذار هستند. محل استقرار ساختمان‌ها، خطوط هوایی انتقال برق و لوله‌های انتقال دفن شده در زمین، و مرزهای زمین در فرآیند انتخاب روش آبیاری بسیار با اهمیت هستند. خطوط هوایی انتقال برق، اجرای برخی از سیستم‌های بارانی مکانیزه را با مشکل مواجه می‌کنند. ساختمان‌ها و مرز اراضی بر بیشتر روش‌های آبیاری اثر می‌گذارند. در دشت‌های فامنین، رزن و قهاوند اراضی منطقه دارای شکل نامنظم و پراکنده بوده، همچنین بافت اکثر خاک‌های این منطقه سنگین است علاوه بر این در دشت قهاوند خاک‌ها دارای مشکل شوری و قلیائیت می‌باشند. مطابق جدول (۵) و بر اساس زمین، در روش آبیاری بارانی، سیستم قرقره‌ای، در روش موضعی سیستم تیپ و در روش سطحی، سیستم کرتی برای اراضی منطقه دارای بیشترین تناسب

عوامل اقلیمی

اطلاع از داده‌های اقلیمی در فرآیند انتخاب روش آبیاری ضروری است. الگوی بارندگی در میزان آبیاری مورد نیاز (آبیاری کامل یا تکمیلی) و همچنین تناسب روش‌های مختلف آبیاری مؤثر است. دما، شرایط سرما، رطوبت و باد همگی بر فرآیند انتخاب روش آبیاری اثر می‌گذارند. آبیاری همراه با بارندگی طبیعی، محیط اقلیمی گیاه را تعدیل می‌کند برخی روش‌های آبیاری، دارای توانایی اضافی مثل جلوگیری از یخبندان، تأخیر در شکوفه‌زنی و یا تأمین سرما یا گرمای لازم در دوره دماهای بحرانی هستند. در دشت‌های فامنین، رزن و قهاوند در سال، ۱۳۰ روز یخبندان وجود دارد. همچنین این منطقه بادخیز نیز می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در منطقه مورد مطالعه برابر ۳۱۶ میلی‌متر است. در جدول (۴)، امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس عوامل مؤثر اقلیمی ارائه شده است. مطابق نتایج حاصل شده در جدول (۴)، بر اساس وضعیت اقلیمی، در روش آبیاری بارانی، سیستم کلاسیک ثابت، در روش موضعی تمامی سیستم‌ها و در روش سطحی، سیستم کرتی برای منطقه مناسب می‌باشد. بررسی نتایج این بخش نشان داد که اقلیم نقشی در انتخاب سیستم‌های موضعی ندارد و از این نظر روش‌های موضعی برتری خاصی نسبت بهم ندارند.

می‌باشند.

جدول ۵ - امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس عوامل زمین و خاک

نوع سیستم آبیاری											زمین و خاک	
سطحی			موضعی			بارانی						
نشتی	جاری	چرخی	بهر کم فشار	قره‌مان	چرخی	بارانی خطی	دوار مرکزی	بارانی قره‌مانی	آبشار چرخدار	جابجایی دستی		سیستم ثابت
۰	۰	+	+	+	+	-	-	+	-	۰	۰	اراضی با شکل نامنظم
۰	۰	۰	۰	۰	+	-	-	-	۰	۰	۰	رسی، خاک با نفوذپذیری
-	-	۰	۰	+	+	۰	۰	۰	-	-	-	خاک‌های شور
-۱	-۱	+۱	+۱	+۲	+۳	-۲	-۲	۰	-۲	-۱	-۱	امتیاز

شرایط اجتماعی و ساختاری

امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس بررسی‌های ساختاری - اجتماعی در جدول (۶) ارائه شده است. در انتخاب سیستم آبیاری، ملاحظات اجتماعی - ساختاری شامل مسائلی است که ارتباط مردم با سیستم را نشان می‌دهد. این بررسی‌ها معمولاً در فرایند انتخاب به ندرت مورد توجه قرار می‌گیرند زیرا که کمی کردن آنها دشوار است. برخی از سیستم‌های آبیاری به وسایل با درجه پیچیدگی متوسط تا پیشرفته احتیاج دارند، وجود امکانات لازم برای نگهداری سیستم بسیار حائز اهمیت است. توانایی انجام تعمیرات توسط کشاورز و خدمات موجود برای انجام تعمیرات و نگهداری سیستم نیز باید مد نظر قرار گیرند. میزان مشارکت و همکاری‌های محلی نیز باید مورد توجه واقع شود. این مورد شامل امکان مشارکت در امکانات توزیع آب، توافق بهره‌برداران در برنامه توزیع آب، همکاری در تأمین نیروی کارگری می‌شود. هزینه کارگری معمولاً به عنوان یک مسئله اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرد، اما هنگامی که دسترسی به کارگر و قابلیت اتکا به کیفیت کار او مطرح می‌شود، امری ساختاری نیز خواهد بود. در مواردی که کارگر کافی یا مطمئن در دسترس نباشد، روش‌هایی که موجب کاهش نیروی کارگری مورد نیاز شوند، مورد توجه قرار خواهند گرفت، هر چند اصول دقیق اقتصادی، تراکم بیشتر کارگری را توصیه نمایند. این موضوع نه تنها دسترسی و اطمینان از وجود نیروی کار، بلکه میزان مهارت‌ها و آموزش‌های کارگران را نیز شامل می‌شود. مطابق نتایج جدول (۶) و بر اساس معیارهای شرایط اجتماعی - ساختاری، در روش آبیاری بارانی، سیستم کلاسیک ثابت، در روش موضعی سیستم بابلر و در روش سطحی، سیستم کرتی برای اراضی منطقه دارای بیشترین تناسب می‌باشند. خلاصه، انتخاب سیستم‌های آبیاری بر اساس ۵ فاکتور مؤثر در روش‌های آبیاری شامل: محصول، منبع آب، اقلیم، زمین و شرایط اجتماعی و ساختاری در جدول (۷) ارائه شده است. مطابق جدول فوق در بین روش‌های آبیاری بارانی سیستم کلاسیک ثابت، در بین روش‌های موضعی سیستم تیپ و در بین روش‌های سطحی، سیستم کرتی بیشترین تناسب را با شرایط دشت‌های

فامنین، رزن و قهاوند دارا می‌باشند. البته به نظر می‌رسد در بین سیستم‌های کلاسیک ثابت، سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک به دلیل صرفه اقتصادی ارجحیت دارد. در مورد روش سطحی نیز برای شبکه توزیع، استفاده از شبکه توزیع کم فشار و کاربرد هیدروفلوم باعث افزایش راندمان آبیاری و کاهش تلفات نفوذ خواهد شد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج دیگر پژوهشگران در مناطق مختلف کشور نیز مقایسه شد. سیدان و قدمی فیروز آبادی (۱۳۸۵) با کاربرد روش برنامه ریزی توافقی سیستم کلاسیک ثابت را مناسب برای شهرستان‌های بهار، نهاوند، رزن، کبودرآهنگ، تویسرکان، اسد آباد و پیشنهاد دادند. ضیایی و همکاران (۱۳۷۹) از بین سه سیستم کلاسیک ثابت، کلاسیک نیمه متحرک و چرخدار سیستم آبیاری بارانی چرخدار را بهترین گزینه در استان فارس ارزیابی کردند. کهنسال و رفیعی دارانی (۲۰۰۹) روش‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و جابجایی دستی را بهترین و روش دوار مرکزی و بارانی خطی را بدترین روش برای خراسان رضوی انتخاب کردند. رفیعی دارانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز سیستم‌های کلاسیک ثابت و متحرک را مناسب منطقه اصفهان تشخیص دادند.

همانطوری که از نتایج سایر پژوهشگران هم مشخص است، سیستم کلاسیک ثابت با شرایط اغلب مناطق ایران مطابقت دارد و می‌تواند بعنوان یک روش آبیاری مناسب در کشور مد نظر کارشناسان، مدیران و مروجان قرار گیرد. در ضمن استفاده از سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک از نظر هزینه نیز مقرون به صرفه خواهد بود. نکته آخر اینکه نتایج روش امتیاز دهی چالز بارت که یک روش ساده بوده با نتایج روش پیچیده‌تر برنامه ریزی توافقی در منطقه رزن همخوانی دارد. چراکه سیدان و قدمی فیروزآبادی (۱۳۸۵) سیستم کلاسیک ثابت را به همراه سیستم چرخدار مناسب در بین روش‌های آبیاری بارانی برای این منطقه گزارش کرده‌اند.

جدول ۶ - امتیازدهی به سیستم‌های آبیاری بر اساس شرایط اجتماعی - ساختاری

نوع سیستم آبیاری											شرایط اجتماعی/ساختاری	
سطحی			موضعی			بارانی						
نشتی	نواری	کرتی	بایر کم فشار	قطره‌ای	تیپ	بارانی خطی	دوار مرکزی	بارانی قرقره‌ای	آفشان - پرخدار	جابجایی دستی		سیستم ثابت
۰	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	۰	۰	مهارت کم کارگران
۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کمبود قطعات در دسترس
۰	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-	۰	۰	کمبود سرویس فنی در دسترس
۰	۰	+	+	۰	۰	+	+	۰	-	-	+	کمبود نیروی کار در دسترس
-	-	۰	۰	+	+	+	+	۰	۰	۰	+	قابلیت خودکار شدن
+	+	+	۰	-	-	-	-	-	-	۰	۰	قابلیت خرابکاری
۰	۰	-	۰	-	-	-	-	-	۰	۰	۰	سطح پایین مدیریت
-	-	-	+	+	+	۰	۰	۰	۰	۰	۰	کاربرد مواد شیمیایی
-۱	-۱	۰	+۱	-۳	-۳	-۳	-۳	-۵	-۵	-۲	+۱	امتیاز

جدول ۷ - خلاصه نتایج انتخاب سیستم‌های آبیاری

نوع سیستم آبیاری			عوامل موثر
سطحی	موضعی	بارانی	
کرتی	تیپ	کلاسیک ثابت	محصول
نواری و نشتی	قطره‌ای	تمامی سیستم‌ها	منبع آب
کرتی	تمامی سیستم‌ها	کلاسیک ثابت	اقلیم
کرتی	تیپ	قرقره‌ای	زمین
کرتی	بایر	کلاسیک ثابت	ساختاری - اجتماعی

مطالعه می‌باشد. سیستم کلاسیک ثابت از نظر اراضی برای منطقه مناسب نبود که این مسئله ناشی از کوچک بودن اراضی و شکل نامنظم مزارع می‌باشد. در بین روش‌های موضعی، سیستم تیپ به دلیل نیاز به مدیریت و مهارت بالا و امکان خرابکاری از نظر ساختاری دارای مشکل بوده ولی از دیدگاه محصول، اقلیم و زمین گزینه برتر می‌باشد. در بین روش‌های سطحی، سیستم کرتی از دیدگاه محصول، اقلیم، زمین، خاک و ساختار اجتماعی سیستمی مناسب می‌باشد.

نتیجه‌گیری

روش امتیازدهی چارلز برت در مجموع از بین گزینه‌های آبیاری بارانی سیستم کلاسیک ثابت، از بین روش‌های موضعی سیستم تیپ، از بین روش‌های سطحی سیستم کرتی را مناسب برای دشت‌های فامنین، رزن و قهاوند انتخاب نمود. نتایج حاصل نشان داد که روش امتیازدهی مورد استفاده علیرغم دستورالعمل ساده آن یک روش کاربردی برای گزینش سیستم مناسب آبیاری است. نتایج حاصل نشان داد که سیستم کلاسیک ثابت از نظر محصول، اقلیم، منبع آب و عوامل ساختاری مناسب برای منطقه مورد

منابع

- ۱- بی‌نام، ۱۳۹۰. گزارش مطالعات مرحله اول طراحی روش‌های نوین آبیاری در دشت‌های فامنین، قهاوند و رزن. شرکت مهندسی مشاور یکم. ۱۵۰ صفحه.
- ۲- خلیلی، خ. ۱۳۷۵. مقایسه دو روش تصمیم‌گیری در ارزیابی تکنولوژی‌های آبیاری. مجموعه مقالات نخستین گردهمایی علمی - کاربردی اقتصاد آب. معاونت امور آب و وزارت نیرو.
- ۳- دارابی، ه. ۱۳۷۹. تصمیم‌گیری به کمک AHP. مجله صنایع، ۳: ۱۵-۲۴.

مجنونی هریس و همکاران: انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری در دشت‌های...

- ۴- رفیعی دارانی، ه.، بخشوده، م. و م. زیبایی. ۱۳۸۶. انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری در استان اصفهان: کاربرد ماتریس معیارها و برنامه ریزی چند معیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۴۰): ۳۹۹-۴۰۷.
- ۵- سیدان، س.م. و ع. قدمی فیروزآبادی. ۱۳۸۵. انتخاب مناسب‌ترین سیستم آبیاری با استفاده از برنامه ریزی توافقی مطالعه موردی در استان همدان. نشریه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۳: ۱۷۷-۱۸۳.
- ۶- ضیائی، س.، سلطانی، غ.ر.، و د. خلیلی. ۱۳۷۹. کاربرد برنامه‌ریزی توافقی در انتخاب روش مناسب آبیاری. مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، ایران ۲: ۵ تا ۳۴.
- ۷- عبادی، ه.، لیاقت، ع. و ع. کشاورز. ۱۳۸۳. ارزیابی مدل Isys سیستم تصمیم‌گیری خبره برای انتخاب سیستم آبیاری. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب، و خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۸- غلامعلی زاده آهنگر، الف. ۱۳۸۱. کیفیت و ارزیابی کیفیت آب آبیاری. نشر علوم کشاورزی. ۱۱۴ صفحه.
- ۹- قره داغی، م. م.، معروف‌پور، ع.، بابایی، خ. و م. پاشازاده. ۱۳۹۰. کاربرد «فرایند تحلیل سلسله مراتبی» در انتخاب سیستم‌های آبیاری تحت فشار (مطالعه موردی: دشت دهگلان کردستان). مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳۴ (۲): ۹۵-۱۰۶.
- ۱۰- کهنسال، م.ر. و ه. رفیعی دارانی. ۱۳۸۷. انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری بارانی و سنتی در استان خراسان رضوی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۲(۱): ۹۱-۱۰۴.
- 11- Burt, C. M., Clemmens, A. J., Bliesner R., Merriam, J.L. and L. Hardy.1999. Selection of irrigation methods for Agriculture, American Society of Civil Engineering, On-Farm Irrigation Commit.
- 12- Caswell, M. and D. Zilberman. 1985. The choices of irrigation technologies in California. American Journal of Agricultural Economics, 67(2): 224-234.
- 13- Junedi, H., 1998. Selection algorithm for irrigation technologies: Sustainable land and water resources development and management in the wetlands, Young Professional Forum Seminar at the Tenth ICID Afro-Asian Regional Conference on Irrigation and Drainage, Indonesia.
- 14- Karami, E., 2006. Appropriateness of farmers' adoption of irrigation methods: The application of the AHP model. Agricultural Systems, 87(1): 101-119.
- 15- Keller, J. and R.D. Bliesner. 1990. Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold Pub., NY.
- 16- Kohansal, M.R. and H. Rafiei Darani. 2009. Choosing and ranking irrigation methods and the study of effective factors of adoption in Khorasanrazavi province in Iran. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 15 (1): 67-76.
- 17- Montazar, A. and S. M. Behbahani. 2007. Development of an optimised irrigation system selection model using analytical hierarchy process. Biosystems Engineering, 98: 155-165.
- 18- Saaty, T. L. 1980. The analytic hierarchy process, McGraw-Hill International, New York, JY, U.S.A.
- 19- Srdjevic, B. 1997. On the use of systems analysis in horticultural crops irrigation. Acta Horticultural, 449 (1): 245-250.
- 20- Teclé, A. and M. Yitayew. 1990. Preference ranking of alternative irrigation technologies via a multicriterion decision-making procedure. Transaction of ASAE, 33: 1509- 1517.
- 21- Zeleny, M. 1973. "Compromise programming." Multiple criteria decision making. University of South Carolina Press, Columbia.

EXTENDED ABSTRACT**Selecting the Most Appropriate Irrigation System for Famenin, Qahavand and Razan Plains**A. Majnooni Heris^{1*}, M. Naebi² and A.A. Sadraddini³

1* - Corresponding Author, Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. (*majnooni1979@yahoo.com*)

2- M.Sc. in Water Engineering, Yekkom Consulting Engineers Co., Tehran, Iran.

3- Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agric. University of Tabriz, Iran.

Received: 5 October 2015

Accepted: 25 September 2015

Keywords: Selection, Irrigation system, Scoring, Razan, Qahavand, Famenin.**Introduction**

Due to the impact of various factors, selecting the best irrigation method for different conditions of the field has become a complex issue (Montazar and Behbahani, 2007). In this study, the best irrigation system selection among the sprinkler systems (including solid set, hand move, wheel move, traveling gun, center pivot, and linear move), trickle systems (including row crop drip, drip, and bubbler) and surface irrigation systems (including basin, border strip and furrow) was done using Charles Burt scoring method (Burt *et al.*, 1999) for Famenin, Qahavand and Razan plains of Hamadan province. Scoring of the systems were performed based on some related properties such as the type of production, type of water source, climate, land, soil, social structure and, conditions of the studied regions. According to the results, the best choices and suitable irrigation methods among the mentioned systems based on their priority in the studied area were; solid set, drip tape and basin methods in sprinkle, trickle and surface irrigation systems respectively. Despite increasing the labor costs due to sprinkler's displacement, the solid set method with moveable sprinklers due to less investment was selected as an appropriate and advisable system. If surface irrigation system is identified as the suitable choice for an area, the use of low pressure distribution networks and gated pipe systems can improve the irrigation efficiency and reduce the infiltration losses, which should be considered in projects.

Methodology

There are many influential factors which should be considered in selection of an irrigation system along with economic considerations. Each irrigation system, under its environmental conditions has its own advantages and limitations, and some factors like water and soil resources, climatological, geographical, and economical aspects have impact on their efficiency. Thus, in this investigation the Charles Burt scoring method as a new and simple procedure is used for a suitable system selection based on the defined criteria and scores.

Charles Burt scoring method

This method demands to identify the related criteria and specifications of different irrigation systems in each region. Considered specifications in this study are the type of production, water resource (from quantitative and qualitative aspects), climate (temperature, wind, rain, and frost conditions), farm (shape, slope, soil type, and quality), social structure and conditions (management, labor and facilities). To use this method, the applicable irrigation systems for the

area (i.e. kinds of sprinkle, trickle, and surface irrigation) should be identified. The efficiency or inefficiency of each irrigation method which is related to specific criterion may be shown by the signs of +, 0, -, respectively. For example, the sign + shows that relevant irrigation system with this criterion or specification has a suitable situation. Each farm based on its condition owns some of these criteria and specifications. Therefore, for each farm a matrix of its relevant criteria based on the qualitative efficiency of the irrigation systems should be provided. In this stage, a system with the maximum positive score is the preferable system for application on the intended farm.

Results and Discussion

Selecting the appropriate method, knowledge about the specifications of different irrigation methods is an essential parameter but it is not enough. The most essential step in selection process is consistency of the irrigation system with the design specifications. Therefore, effective parameters on system selection are investigated in five sections of product, water resource, climate, farm, and social structures and conditions.

Production type

Cropping pattern and agricultural methods have significant effects on irrigation system selection. Qin *et al.* (2018) showed that the basin irrigation method is more economic and suitable for growing winter wheat in north China. As some irrigation systems are more compatible with some of the crops and cultivation methods, a high score should be assigned to them. The assigned scores on the basis of production type for different irrigation methods were within the range of -5 to +2.

Water quality and Quantity

Irrigation depth, frequency, and irrigation duration have significant effect on selection and design of the irrigation system's labor costs efficiency. Sprinkle irrigation needs to continuous small streams of flow but these resources are not suitable for the systems that require alternative use of high rate flows. Existence of a confident resource and its consistency with the irrigation system plays an important role in system selection. Also, water quality is an important factor and influences the system selection. For instance, irrigation with high salinity water needs leaching, which should be considered in selection of an appropriate system. The assigned scores on the basis of the water qualitative and quantitative criteria for different irrigation methods were within the range of -1 to +3.

Climatological factors

Knowledge about Climatological data is one of the important necessities in process of an irrigation system selection. Rainfall pattern, temperature, humidity, and wind all affects the crop-water requirement, and consequently play an effective role in the selection of an appropriate system. Some of the systems are suitable for a special use for example some sprinkle systems can protect the plants against freezing. Hence, based on the Climatological condition and the abilities of the irrigation systems in different conditions, the scores were assigned within range of -1 to +3 for this criterion.

Land and soil factors

Some of the soil physical and chemical properties like texture, homogeneity, permeability, erodibility, salinity, and soil drainage should be considered in an irrigation system selection. Also, field shape, physical abstractions, and irrigation and farm operations interaction, all should be considered when choosing a system. The assigned scores for this criterion ranged between -2 to +3.

Social structure and conditions

Although social specifications are practically less considered in selection of irrigation system but they are important factors and should be involved in selection process. For example, the abilities of farmers in system maintenance and the available services in an area play an important role and should be considered in selection of a suitable method. The assigned scores for this criterion ranged between -5 to +1.

Conclusions

Application of the Charles Burt scoring method results showed that among the considered irrigation systems, the classic system of sprinkle, drip tape of trickle and basin method of surface irrigation systems were the most suitable methods to use in Famenin, Razan and Qahavand plains.

References

- 1- Burt, C. M., Clemmens, A. J., Bliessner R., Merriam, J.L. and L. Hardy.1999. Selection of irrigation methods for Agriculture, American Society of Civil Engineering, On-Farm Irrigation Commit.
- 2- Hosseinzade, Z., Pagsuyoin, S.A., Ponnambalam, K. and Monem, M.J. 2017. Decision-making in irrigation networks: Selecting appropriate canal structures using multi-attribute decision analysis. *Biosystem Engineering*, 98: 155-165.
- 3- Montazar, A. and S. M. Behbahani. 2007. Development of an optimised irrigation system selection model using analytical hierarchy process. *Biosystems Engineering*, 98: 155-165.
- 4- Qin, F., Zhang, X., Shao, L., Chen, S. and Sun, H. 2018. Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. *Agricultural Water Management*, 196:133-143.