مدیریت آب و آبیاری
دوره ۸ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۷
صفحه‌های ۲۲۵-۲۱۱

ارزیابی سامانه‌های آبیاری نخلستان‌های بوشهر و تعیین مناسب‌ترین سامانه با استفاده از روش AHP

مهکامه نائینی[۱]، عبدالمجید سادات لیاقت[۲*]، بیژن نظری[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران.
۲. استاد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۰۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۲

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از سامانه آبیاری موضعی در نخلستان‌ها، افزایش یافته است. هدف از این مطالعه، ارزیابی سامانه‌های آبیاری و تعیین مناسب‌ترین سامانه در نخلستان‌های بوشهر بود. روش‌شناسی مطالعه در قالب اندازه‌گیری مقادیر آب مصرفی و ارزیابی راندمان آبیاری و تهیه مدل تصمیم‌گیری تعریف گردید. در این مطالعه معیارهای فنی- اجرایی مؤثر در انتخاب سامانه آبیاری ۳۹/۱، معیارهای اقتصادی ۸/۹، معیارهای اجتماعی ۲۱/۰، معیارهای بهره‌برداری و نگهداری ۱۹/۹ و معیارهای زیست‌محیطی ۱۱ درصد نقش داشتند. نتایج مدل تصمیم‌گیری نشان داد که در استان بوشهر سامانه آبیاری قطره‌ای بابلر و در مناطقی از استان بوشهر که امکان اجرای آبیاری قطره‌ای بابلر وجود ندارد، اصلاح سامانه آبیاری سنتی غرقابی به سامانه آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان، به‌عنوان سامانه برتر انتخاب شدند. نتایج ارزیابی راندمان سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بابلر نخلستان‌های استان بوشهر نشان داد که در شهرستان دشتستان کمترین راندمان برابر ۳۶/٦ و متوسط ٥٦/٥، در شهرستان تنگستان کمترین راندمان ۳۱/٤ و متوسط ۵۷/۸ و در شهرستان جم کمترین ٤۰/۱ و متوسط ٦٥/۲ درصد است.

کلیدواژه‌ها: آبیاری سنتی، آبیاری قطره‌ای، تحلیل سلسله مراتبی، مدل تصمیم‌گیری، معیار.

* نویسنده مسئول
Email: aliaghat@ut.ac.ir

مقدمه

خرما از محصولات استراتژیک استان بوشهر بوده و نخلستان‌های استان از منظر اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اهمیت زیادی دارا هستند. بوشهر از نظر سطح بارور و تولید خرما در کشور به‌ترتیب در رتبه دوم و پنجم قرار دارد (۲). وضعیت آبیاری در استان بوشهر با شرایط ویژه‌ای روبه‌روست. در درجه اول به‌علت شوری آب در اکثر مناطق، سامانه آبیاری بارانی قابلیت کاربرد ندارد. در درجه دوم قریب به ۷۰ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی در استان، به مصرف نخلستان‌ها می‌رسد که به‌علت سامانه آبیاری سنتی و نیاز آبی بالای نخل می‌باشد (۱). تاکنون مطالعه جامعی درخصوص راندمان سامانه‌های آبیاری نخلستان‌ها در استان بوشهر صورت نگرفته است، اما آن‌چه نظرات کارشناسی و بازدیدها و گزارش‌ها نشان می‌دهد، راندمان آبیاری به‌ویژه در مورد شیوه آبیاری سنتی نخیلات در وضعیت مطلوبی نیست (۷).

در مطالعه‌ای میزان بهره‌وری مصرف آب نخل در مناطق مختلف استان بوشهر بررسی شد. نتایج نشان داد که بهره‌وری آب نخل در استان بوشهر ۰/۲۵ تا ۱/۷ کیلوگرم در مترمکعب است. بیشترین بهره‌وری آب نخل مربوط به شهرستان جم و کمترین مقدار آن مربوط به شبکه آب‌پخش است. بهره‌وری آب نخل در استان بوشهر از میانگین کشوری و تحقیقات انجام‌گرفته بیشتر است و یادآوری می‌کند که این مسئله به معنای مدیریت آب یا کشاورزی مطلوب نیست، بلکه به‌علت عمومیت مشکل تلفات بالای آب و تولید کم در نخیلات کشور است (۷).

الگوی کشت غالب منطقهٔ آبادان به نخلستان‌ها اختصاص دارد و برای آبیاری نخیلات، اغلب از روش‌های آبیاری سطحی استفاده می‌شود. بافت خاک منطقه سنگین و شوری خاک و آب زیاد است. آب مورد نیاز نخیلات آبادان و خرمشهر از رودخانه‌های اروند و یا بهمنشیر تأمین می‌شود که در اثر کاهش دبی، ورود پساب‌های کشاورزی و صنعتی از بالادست و برگشت آب شور از پایین‌دست با مشکل جدی روبه‌رو شده است. براساس بررسی‌های انجام‌شده، تنها منبع موجود آب مناسب در آینده منطقه، رودخانه کارون می‌باشد، لذا تمامی راه‌حل‌ها حول آبگیری از انتهای رودخانه کارون و جایگزینی آبیاری سطحی به‌جای آبیاری جزر و مدی مطرح شده است (۱۱).

از تحقیقات دیگری که در زمینهٔ آبیاری نخیلات آبادان انجام شده، در بخشی از طرح ۵۵۰ هزارهکتاری مؤسسهٔ جهاد نصر بوده است که با هدف ارزیابی تغییر سیستم آبیاری سطحی انجام گرفته است. با تهیهٔ مدل ارزیابی چندمعیاره و با توجه به امکانات زیربنایی موجود در منطقه، پیشنهاد شد که سیستم آبیاری موجود در منطقه (سیستم کم‌فشار)، که در اولویت‌بندی مدل ارزیابی نیز رتبهٔ اول را داشت، با انجام دادن اصلاحات مورد نیاز در شبکه (شامل تعمیر سازه‌ها، اصلاح سامانه زهکشی و ایجاد نهرهای توزیع آب در نخیلات) عملیاتی و اجرا شود. پژوهشگران اشاره داشته‌اند که هرچند از بین سیستم‌های آبیاری موضعی با توجه به تجربیات برخی کشورهای دارای نخلستان، سیستم آبیاری قطره‌ای (اسپریر) برای نخیلات آبادان توصیه و پیشنهاد می‌شود، به‌علت افزایش شوری آب رودخانه در این منطقه (که احتمالاً در آینده اجتناب‌ناپذیر خواهد بود) کاربرد آن دور از مخاطره نیست (۱۰).

در بهبهان اثر مقادیر مختلف آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم خرمای کبکاب و زاهدی بررسی شد. نتایج نشان داد که در تمام صفات کمی به‌جز کارایی مصرف آب از جمله وزن حبه و هسته، طول، تعداد حبه در خوشه، عملکرد خرما و کارایی مصرف آب اختلاف

معنی‌داری بین تیمارهای سطوح مختلف آب وجود نداشت (۳).

در نخیلات هرمزگان، اثر روش‌های آبیاری بر روی مصرف آب و عملکرد بررسی شد. دو روش آبیاری قطره‌ای و سطحی برای دو حالت از نیاز آبی نخل (۱۰۰ و ۷۵ درصد) با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که چهار حالت، تفاوت معنی‌داری بر عملکرد نخل نداشته است. درحالی‌که مقدار آب مورد استفاده نخل در حالت آبیاری سطحی با نیاز آبی ۱۰۰ درصد بیش از دو برابر روش آبیاری قطره‌ای در هر دو حالت از نیاز آبی است (۸).

بررسی شبکه‌های آبیاری قطره‌ای موز و نخیلات در استان سیستان و بلوچستان، افراط در دیدگاه صرفه‌جویی در مصرف آب را نشان می‌دهد که پیامدهایی را در طراحی و ساخت شبکه‌های آبیاری قطره‌ای داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد علت اصلی ایجاد مشکل، عدم کفایت آبیاری است. کم آب دادن و عدم کفایت آبیاری باعث کندی بسیار شدید رشد گیاهان شده است و بهره‌برداران با مشاهده چنین وضعیتی در نخیلات اقدام به جمع‌آوری شبکه آبیاری قطره‌ای نموده‌اند. سامانه‌های قطره‌ای به‌دلیل طراحی اشتباه از نظر ظرفیتی و آرایشی جوابگوی تأمین آب مورد نیاز گیاهان نبوده است و این طراحی غلط مربوط به ماهیت سامانه آبیاری نیست. به‌دلیل فاصله نخل‌ها، عدم امکان تغییر آرایش کلی سامانه، ظرفیت محدود سامانه و ویژگی‌های ریشه نخل، تلاش‌هایی جهت افزایش دبی قطره‌چکان‌ها صورت گرفته ولی اغلب نتیجه‌بخش نبوده و به جمع‌آوری سامانه منجر شده است (۹).

در مطالعه‌ای امکان تغییر سامانه آبیاری سنتی و بهبود راندمان آبیاری در نخیلات شادگان (مطالعه موردی نهرهای عبودی و خروسی) بررسی شد. سنتی بودن روش آبیاری در این اراضی و تلفات زیاد آب از انهار موجود از یک‌سو و سنگینی بافت خاک منطقه و پست بودن اراضی و عدم وجود زهکشی طبیعی مناسب از سوی دیگر علاوه بر هدر رفتن آب باعث شوری و باتلاقی شدن اراضی گردیده است. یکی از راه‌کارهای اساسی جهت حل مشکلات وضعیت موجود، مطالعه و طراحی سامانه شبکه نوین آبیاری می‌باشد (٤). در آزمایشی بر روی پاجوش‌های خرمای رقم مضافتی در استان کرمان، آبیاری نواری با دو عمق آبیاری معادل ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر و دور هفت روز و آبیاری قطره‌ای با دو عمق آبیاری معادل ٦۰ و ۸۰ درصد تبخیر از تشت کلاس A و دور سه روز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بیشترین رشد رویشی مربوط به آبیاری قطره‌ای براساس ۸۰ درصد تبخیر از تشت بوده است (٦).

اگرچه نخلستان‌ها در کشور ایران بیش از ۳۰ سال است که گسترش یافته‌اند، اما روش آبیاری و بهره‌وری آبیاری آنها بهبود نیافته است. در طول ۱۵ سال گذشته، پیشرفت‌هایی در رابطه توسعه سامانه‌های نوین آبیاری برای تمام محصولات حاصل شد، اما سطح باغ‌های نخلی که به آبیاری نوین تبدیل شده‌اند، هنوز هم بسیار اندک است. از بین سامانه‌های نوین آبیاری، آبیاری قطره‌ای و بابلر بیشترین کاربرد را در نخیلات به‌عهده دارند (١٤).

یکی از نگرانی‌های اصلی در مورد سامانه‌های نوین، مربوط به کشاورزان است. کشاورزان بر این باورند که سامانه‌هایی مانند قطره‌ای و بابلر قادر به تأمین آب به اندازه کافی برای نخل‌های قدیمی که ریشه آنها به‌طور گسترده‌ای در نتیجه آبیاری سیلابی در درازمدت پخش شده‌اند، نیستند. از طرفی کشاورزان زمانی نخل جدید می‌کارند که بخواهند نخل‌های جدید را با نخل مرده و یا عقیم جایگزین کنند و به‌ندرت تمام کشت موجود را با کشت جدید جایگزین می‌کنند. بنابراین همان سامانه آبیاری سیلابی موجود در محل باقی می‌ماند. هم‌چنین در

حال حاضر، برخی از نخلستان‌ها در ایران، عقیم هستند و یا تولید خرما با کیفیت پایین دارند، بنابراین همان سامانه آبیاری سیلابی موجود در محل باقی می‌ماند. هم‌چنین در حال حاضر، برخی از نخلستان‌ها در ایران، عقیم هستند و یا تولید خرما با کیفیت پایین دارند، بنابراین سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین پرهزینه است و برای بسیاری از کشاورزان به‌عنوان یک گزینه پایدار، مدنظر نمی‌باشد. در بسیاری از موارد، خاک و کیفیت آب اجازه نمی‌دهد که کشاورزان از سامانه‌های نوین آبیاری به‌ویژه در برخی از نقاط استان هرمزگان، سیستان و بلوچستان و بوشهر استفاده کنند. وضعیت مالی نخل‌داران همراه با دانش و اطلاعات کم در مورد آبیاری، دلیل دیگری برای استفاده کم از روش‌های نوین است. بنابراین در انتخاب سامانه آبیاری مناسب برای نخیلات، برای تمام مناطق نمی‌توان نسخه واحد ارائه نمود و بسته به شرایط مختلف کیفیت آب، بافت خاک و شرایط اجتماعی، سامانه آبیاری مناسب متفاوت خواهد بود. از این‌رو نیاز به یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره است تا بتوان سامانه مناسب را با توجه به تمامی عوامل مهم فنی اجرایی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مؤثر در کارآمدی، انتخاب نمود. هدف از این مطالعه، ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای استان بوشهر و در نهایت تعیین مناسب‌ترین سامانه آبیاری در نخیلات ایران با استفاده از مدل تصمیم‌گیری بوده است.

بنابراین در انتخاب سامانه آبیاری مناسب برای نخیلات، برای تمام مناطق نمی‌توان نسخه واحد ارائه نمود و بسته به شرایط مختلف کیفیت آب، بافت خاک و شرایط اجتماعی، سامانه آبیاری مناسب متفاوت خواهد بود. از این‌رو نیاز به یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره است تا بتوان سامانه مناسب را با توجه به تمامی عوامل مهم فنی اجرایی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مؤثر در کارآمدی، انتخاب نمود. هدف از این مطالعه، ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای استان بوشهر و در نهایت تعیین مناسب‌ترین سامانه آبیاری در نخیلات ایران با استفاده از مدل تصمیم‌گیری بوده است.

مواد و روش‌ها

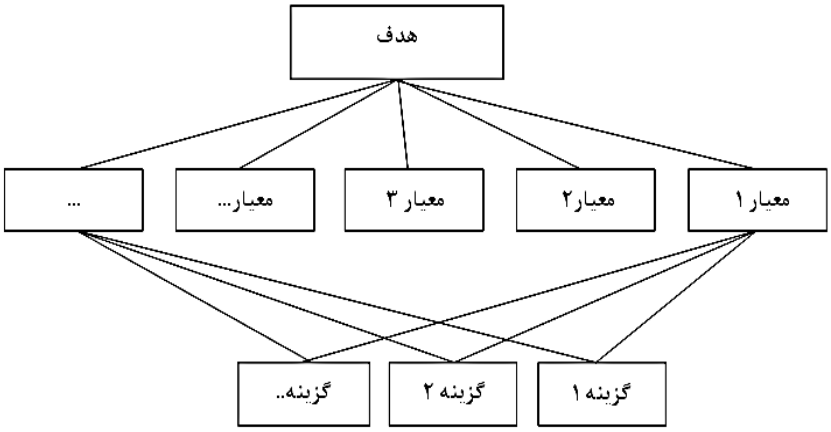
برای ارزیابی و انتخاب بهینه سامانه‌های آبیاری، روش‌های متعددی از جمله روش تحلیل سلسله مراتبی[1]، وجود دارد. این روش با مقایسه زوجی تمام عوامل مؤثر بر انتخاب و امکان اعمال نظرات تیم کارشناسی در روند مقایسه گزینه‌ها، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان از آن برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب بهترین سامانه آبیاری با لحاظ نمودن اطلاعات میدانی پروژه و بر مبنای یک تحلیل ریاضی با استفاده از ابزار نرم‌افزاری انتخاب کارشناس[2] استفاده نمود.

در این مطالعه، کاربرد روش‌های مختلف آبیاری (باتوجه به نوع منبع آبیاری) از منظر معیارهای مختلف شامل فنی- اجرایی، اجتماعی، اقتصادی، بهره‌برداری و نگهداری و زیست‌محیطی با در نظر گرفتن زیر معیارهای مربوطه برای استان بوشهر مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌نحوی‌که در این فرآیند مجموعه‌ای از معیارها به‌عنوان معیارهای سطح اول، دوم و ... برای ارزیابی گزینه‌های تبدیل روش آبیاری سطحی به روش‌های نوین آبیاری (تحت‌فشار و کم‌فشار) انتخاب شد و جهت استفاده در سامانه تصمیم‌گیری چندمعیاره، وزن‌دهی و ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها/ شاخص‌ها براساس ارزش هر شاخص در هر گزینه تشکیل شد. در نهایت با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی، ارزیابی گزینه‌ها صورت گرفته و نتایج، مورد تحلیل قرار گرفتند. نوع منبع تأمین آب در انتخاب سیستم آبیاری مناسب، تأثیرگذار است.

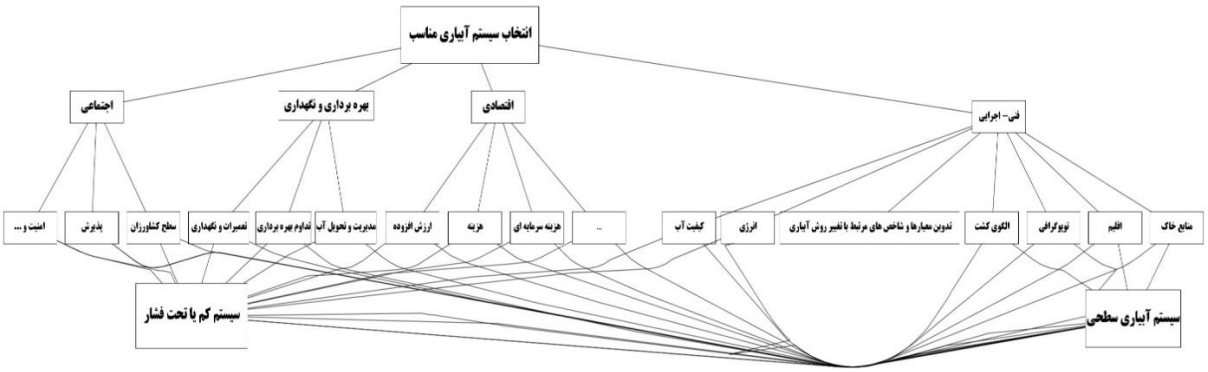
1. AHP (Analytic Hierarchy Process)
2. Expert Choice

چنانچه منبع آب، زیرزمینی باشد، کشاورز هر زمان که نیاز به آبیاری هست، به منبع تأمین آب دسترسی داشته و محدودیتی در زمان استفاده از آب نخواهد داشت. بنابراین منبع آب زیرزمینی برای استفاده در آبیاری قطره‌ای مناسب خواهد بود. هم‌چنین معمولاً کیفیت منبع آب زیرزمینی به نسبت منبع آب سطحی برای سامانه آبیاری قطره‌ای مناسب‌تر خواهد بود. اما چنانچه منبع آب، سطحی باشد، کشاورز در نوبت خود، امکان دریافت حقابه را خواهد داشت و برای استفاده در آبیاری سطحی مناسب خواهد بود. نوع منبع تأمین آب جز معیارهای روش تحلیل سلسه مراتبی (فنی- اجرایی، اقتصادی..) نبوده و با مشخص بودن نوع منبع تأمین آب، پرسشنامه‌ها تکمیل و معیارها و زیرمعیارها وزن‌دهی شده‌اند. بنابراین باتوجه به نوع منبع آب، سیستم آبیاری مناسب انتخاب شده است.

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسأله است که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. در شکل (۱) مرحله مهم کار در پایین‌ترین سطح سلسله مراتب نشان داده شده است. در شکل (۲) نیز ساختار اولیه تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب سامانه آبیاری مناسب ارائه شده است.



شکل ۱. ساختار کلی در تحلیل سلسله مراتبی



شکل ۲. ساختار کلی سلسله مراتبی در انتخاب سامانه‌های آبیاری

در انتخاب سامانه آبیاری از روش تحلیل سلسله مراتبی (باتوجه به نوع منبع تأمین آب)، تعیین معیارهای مرتبط با کاربرد روش‌های آبیاری از مهم‌ترین مراحل انتخاب سامانه است. جهت استخراج معیارها و شاخص‌ها براساس سوابق تحقیقات موضوع در سطح بین‌المللی و ملی، تجربیات اجرایی ملی و بین‌المللی و هم‌چنین نظرات کارشناسی تیم فنی، پرسشنامه‌هایی طراحی شد. طبق نتایج پرسشنامه، معیارها تعیین و با جمع‌بندی تیم فنی، نهایی شدند. تیم فنی متشکل از ۲۵ نفر متخصصین و کارشناسان سازمان آب منطقه‌ای (٤ نفر) و کارشناسان اجرایی در بخش آب و خاک دفاتر جهاد کشاورزی استان بوشهر (۷ نفر) و کارشناسان و مهندسین آبیاری (۸ نفر)، اساتید دانشگاهی (٦ نفر) بود. بررسی شرایط منطقه‌ای و مشکلاتی که در مناطق مشابه آبیاری و زهکشی وجود داشت، خود در تعیین شاخص‌ها کمک‌ساز بود. معیارها در محورهای فنی- اجرایی، اقتصادی، اجتماعی، بهره‌برداری و نگهداری و زیست‌محیطی به‌عنوان معیارهای اصلی مورد بررسی قرار گرفت.

هر یک از معیارهای اصلی به‌شرح ذیل شامل زیرمعیارهایی هستند که در انتخاب نهایی سامانه مؤثر هستند:

- معیارها و شاخص‌های فنی- اجرایی (معیارها و شاخص‌های مرتبط با وضعیت منابع خاک اراضی، کمیت آب، کیفیت آب آبیاری، وضعیت اقلیمی محدوده مناطق مورد مطالعه، وضعیت توپوگرافی و شیب اراضی و شکل و ابعاد مزرعه، تأمین و مصرف انرژی، الگوی کشت و نوع محصولات کشت‌شده و تأثیر تغییر روش آبیاری به تغییر شبکه اصلی)
- معیارهای اقتصادی (هزینه‌های سرمایه‌ای، بهره‌برداری و نگهداری، تأمین و مصرف انرژی، کارگری و هزینه‌های ویژه (هزینه‌های زراعی مازادی که برخی سامانه‌های آبیاری می‌طلبند)، درآمد کشاورز (این معیار برای روش‌های مختلف آبیاری متفاوت است و اثر عملکرد و کیفیت محصول را نشان می‌دهد) و بازدهی یک مترمکعب آب)
- معیارهای اجتماعی (پذیرش سامانه آبیاری از طرف بهره‌برداران، آشنایی با سامانه آبیاری و وجود نیروهای ماهر، اشتغال، امنیت، امکان مشارکت در سامانه توزیع آب در بین مزارع، نحوه مالکیت اراضی)
- معیارهای بهره‌برداری و نگهداری (اطمینان‌پذیری تحویل، سهولت کاربرد سامانه، برنامه تحویل (دور، مقدار، مدت)، پایداری بهره‌برداری از سامانه (قابلیت انطباق با شرایط خشکسالی)، دوام تجهیزات و میزان دسترسی به قطعات یدکی و خدمات مورد نیاز)
- معیارهای زیست‌محیطی (اثر بر منابع خاک و آب)

براساس معیارهای فوق، پرسشنامه‌هایی تهیه شد که در آن به بررسی و مقایسه زوجی تمام معیارها پرداخته شد. در جدول (۱) پرسشنامه مورداستفاده در تعیین اهمیت معیارهای اصلی در انتخاب سامانه آبیاری ارائه شده است. معیارها توسط کارشناس خبره به شکل دو به دو مقایسه شدند و در مقایسه عوامل، ابتدا عامل مهم‌تر در انتخاب سامانه آبیاری مناسب، علامت زده شد (گزینه الف و یا ب). در ادامه یکی از اعداد یک تا نه که معرف میزان برتری می‌باشد را به شرحی که در جدول ذیل ارائه شده است، توسط کارشناس خبره انتخاب می‌شود. برای بررسی و مقایسه زوجی هر یک از زیرمعیارها از این پرسشنامه‌ها استفاده شده است.

پرسشنامه‌های تهیه شده توسط کارشناسان و صاحب‌نظران پس از بحث و توضیحات لازم در مورد هر معیار، با حضور کارشناسان برای هر دو منبع تأمین آب، امتیازدهی شد. سپس میانگین امتیاز معیارها برای ارزیابی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، در نرم‌افزار انتخاب کارشناس وارد شد. ارزیابی نهایی پس از جمع‌آوری اطلاعات از مناطق مورد مطالعه، با وارد نمودن اطلاعات زیرمعیارها صورت گرفت.

جدول ۱. تعیین اهمیت عوامل اصلی مؤثر در انتخاب سامانه آبیاری

ردیف	عامل الف	عامل ب	اهمیت یکسان	عامل مهم‌تر و مؤثرتر	مساوی تا کمی مهم‌تر	کمی مهم‌تر	کمی مهم‌تر تا مهم‌تر	مهم‌تر و مؤثرتر	مهم‌تر تا خیلی مهم‌تر	خیلی مهم‌تر	خیلی تا کاملاً مهم‌تر	کاملاً مهم‌تر و ارجح
۱	فنی- اجرایی	اقتصادی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۲	فنی- اجرایی	اجتماعی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۳	فنی- اجرایی	بهره‌برداری و نگهداری	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
٤	فنی- اجرایی	زیست‌محیطی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
٥	اقتصادی	اجتماعی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
٦	اقتصادی	بهره‌برداری و نگهداری	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۷	اقتصادی	زیست‌محیطی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۸	اجتماعی	بهره‌برداری و نگهداری	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۹	اجتماعی	زیست‌محیطی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱۰	بهره برداری و نگهداری	زیست محیطی	۱	الف ب	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹

جهت انجام مطالعات ارزیابی راندمان در استان بوشهر ابتدا وضعیت کلی منابع آب، کشاورزی و آبیاری مناطق مختلف استان شناسایی شد. سپس با هم‌فکری و مشورت کارشناسان آب منطقه‌ای و کشاورزی، استان بوشهر به چند ناحیه (که هر ناحیه وضعیت نسبتاً مشابهی از منظر وضعیت منابع آب، کشاورزی و آبیاری دارا باشند) تقسیم شد. در شهرستان‌های دشتستان، تنگستان و جم به‌ترتیب ۱۵، ۱۱ و ۱۳ نخلستان مورد مطالعه قرار گرفت. کیفیت آب آبیاری در نخلستان‌های مورد مطالعه از شور (دشتستان و تنگستان) و لب شور (دشتستان، تنگستان و در مناطقی از شهرستان جم) تا کیفیت خوب (جم) را در بر گرفت. توپوگرافی در نخلستان‌های مورد مطالعه عمدتاً صاف و هموار و در مواردی صاف و شیب‌دار و نوع منبع آب در نخلستان‌های مورد مطالعه شبکه، رودخانه و چاه (عمدتاً نیمه‌عمیق) بوده است. مساحت نخلستان‌های در مناطق مورد بررسی از ۱ هکتار تا ۱۵ هکتار متفاوت و نظام بهره‌برداری عمدتاً شخصی بوده است. در نخلستان‌های بازدید شده از هر نفر خرما در محدوده ۲۵ کیلوگرم (در منطقه تنگستان و با آب شور و در مناطقی از دشتستان) تا ۱۰۰ کیلوگرم (خرمای شاهونی در جم و مناطق با وضعیت آبی بهتر در تنگستان) متغیر بود. سامانه آبیاری در نخلستان‌های مورد مطالعه، مینی بابلر بود که مشخصات آن در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات سامانه‌های مورد ارزیابی

شرح	مقدار
نوع سامانه آبیاری	مینی بابلر
ظرفیت نگهداری آب در خاک (میلی‌متر/ متر)	۸۰-۱۲۰
تعدا خروجی (قطره‌چکان- آبفشان)	۲-۳
دبی خروجی (قطره‌چکان- آبفشان) (لیتر/ ساعت)	۲٤-۳۰
عمق ریشه (متر)	۱,٥-۲
دور آبیاری (روز)	۱
فاصله بین خروجی‌ها (سانتی‌متر)	۷٥

راندمان کاربرد در آبیاری قطره‌ای[1] (Ea)

ترکیبی از یکنواختی پخش آب (EU) و نسبت مقدار متوسط آب ذخیره‌شده در منطقه توسعه ریشه‌ها به مقدار آب داده‌شده به زمین (Es) است. تعریف کلی راندمان سامانه یا کاربرد به‌صورت فرمول زیر است:

$$Ea = Es \times EU \qquad (۱)$$

در این رابطه، Ea راندمان کاربرد آبیاری است. مقدار Es که مقدار آب مورد استفاده را می‌رساند، به مدیریت و بهره‌برداری از سامانه بستگی دارد. معمولاً در آبیاری میکرو تلفات ناچیز و کم است، ولی در خاک‌های درشت بافت تلفات نفوذ عمقی اجتناب‌ناپذیر است. مقادیر Es برای خاک‌های مختلف در مراجع قید شده است (۵).

یکنواختی پخش آب[2] (EU)

انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا[3] (ASAE) یکنواختی پخش آب را با معادله زیر توصیف نموده است (۱۲):

$$EU = 100\left(1 - 1.27\frac{CV}{\sqrt{n}}\right) \times \frac{q_n}{q_a} \qquad (۲)$$

در این رابطه، qn و qa به‌ترتیب دبی حداقل و دبی متوسط قطره‌چکان در یک لترال نماینده مزرعه در قطعه آبیاری است که اندازه‌گیری می‌شود. n تعداد قطره‌چکان‌های نصب‌شده در سطح A و CV ضریب تغییرات ساخت است.

ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها یا کریستیانسن[4] (CU)

کریستیانسن معادله زیر را برای محاسبه ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها ارائه کرده است (۱۳).

$$CU = 100\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}|qi-qa|}{n\,qa}\right) \qquad (۳)$$

در این رابطه، CU ضریب یکنواختی کریستیانسن برحسب درصد و n تعداد مشاهدات است.

یکنواختی پخش آب در مزرعه ('EU)

اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای یکنواختی پخش است که می‌توان آن را معادل DU یا یکنواختی توزیع[5] دانست. تعریفی که کلر و کارملی[6] (۱۷) برای یکنواختی پخش ارائه کردند، براساس رابطه بین حداقل و متوسط شدت دبی قطره‌چکان‌های سامانه به شرح زیر بود (۱۷):

$$EU' = \frac{qn}{qa} \times 100 \qquad (٤)$$

در این رابطه، 'EU یکنواختی پخش برحسب درصد، qm میانگین یک‌چهارم کمترین دبی قطره‌چکان‌ها برحسب لیتر در ساعت است.

ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان[7] (qvar)

این شاخص برای بررسی تغییرات دبی قطره‌چکان، حداکثر و حداقل دبی است که به‌صورت زیر توصیف می‌شود (۱۵). مقدار qvar درصورتی‌که کمتر از ۱۰ درصد باشد از لحاظ طبقه‌بندی یکنواختی پخش «خوب»، اگر qvar بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد «قابل قبول» و درصورتی‌که بزرگ‌تر از ۲۰ درصد باشد از لحاظ طبقه‌بندی «غیرقابل قبول» ارزیابی می‌شود (۱۶).

$$qvar = 100\left(1 - \frac{qmin}{qmax}\right) \qquad (۵)$$

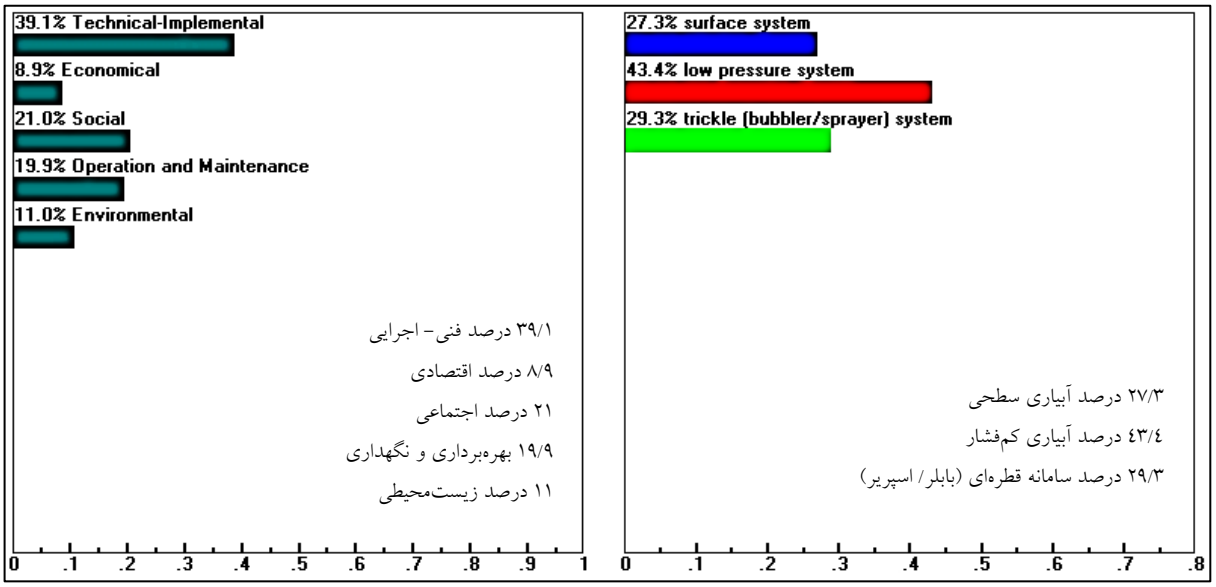
در این رابطه، qmin کمترین مقدار دبی مشاهده‌شده و qmax بیشترین مقدار دبی مشاهده‌شده است.

1. Application Efficiency
2. Emission Uniformity
3. American Society of Agricultural Engineers
4. Uniformity Coefficient
5. Distribution Uniformity
6. Keller and Karmeli
7. Emitter flow rate variation

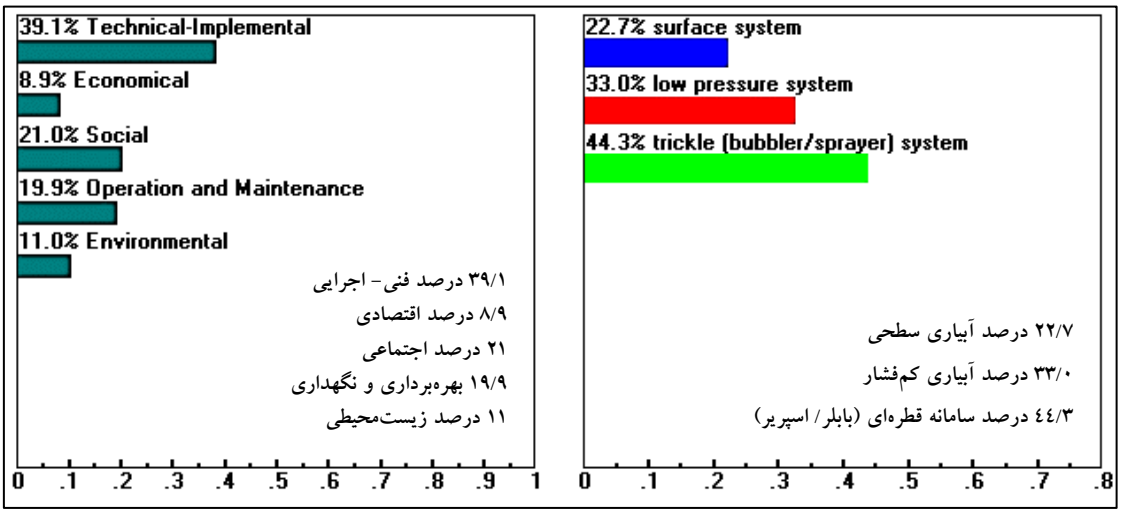
نتایج و بحث

در این بخش نتایج مدل تصمیم‌گیری در انتخاب سامانه آبیاری نخیلات بوشهر، ارائه شده است. چنان‌چه منبع آب، سطحی باشد، همان‌طورکه در شکل (۳) نشان داده شده است، سامانه آبیاری کم‌فشار با ٤٣/٤ درصد بیشترین امتیاز و پس از آن سامانه آبیاری قطره‌ای (بابلر/ اسپریر) با ۲۹/۳ درصد و در نهایت سامانه آبیاری سطحی سنتی با ۲۷/۳ درصد امتیاز ارجحیت دارند. باید گفت که معیارهای فنی نیز با ۳۹/۱ درصد تأثیر، بیشترین نقش را در انتخاب سامانه آبیاری مناسب داشته است.

در جدول (۳) جمع‌بندی نهایی و پیشنهادات براساس نوع منبع آب، ارائه شده است.



شکل ۳. نتایج اولویت‌بندی سامانه آبیاری در نخیلات بوشهر با منبع آب سطحی



شکل ٤. نتایج اولویت‌بندی سامانه آبیاری در نخیلات بوشهر با منبع آب زیرزمینی

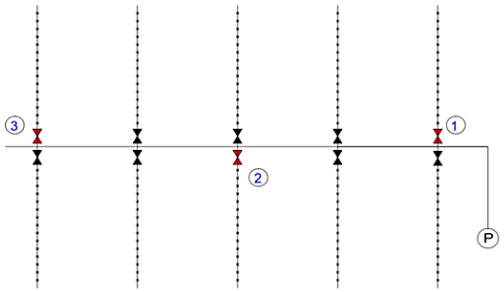
جدول ۳. جمع‌بندی نهایی نتایج در استان بوشهر

نوع منبع آب	سامانه آبیاری مناسب		ملاحظات و پیشنهادات
	اولویت اول	اولویت دوم	
منبع آب سطحی، شبکه‌های آبیاری	آبیاری سطحی جوی و پشته‌ای یک در میان	سامانه بابلر	در صورت پذیرش اجتماعی و تأمین زیرساخت‌های فنی، آبیاری قطره‌ای (بابلر/ اسپریر) می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. امکان اجرای شبکه توزیع آب کم‌فشار، بررسی گردد. سامانه آبیاری سنتی غرقابی به جوی و پشته‌ای یک در میان اصلاح شود.
زیرزمینی، چاه و قنات	سامانه قطره‌ای بابلر	آبیاری تشتکی	زیرساخت‌هایی جهت اجرای قطره‌ای (بابلر/ اسپریر) در آینده پیش‌بینی گردد. فرهنگ‌سازی پذیرش و آموزش بهره‌برداری در دستور کار قرار گیرد.

بررسی و مطالعه مصرف آب و وضعیت راندمان نخیلات در دشتستان، تنگستان و جم استان بوشهر طبق روش‌شناسی تعیین‌شده شامل اندازه‌گیری راندمان، مصاحبه با کارشناسان و کشاورزان بوده است. جهت ارزیابی این سامانه‌ها شاخص‌های ضریب یکنواختی پخش و راندمان آبیاری موضعی تعیین گردید. شکل (۵) روش آبیاری بابلر در یکی از نخلستان‌های شهرستان تنگستان را نشان می‌دهد.

شکل ۵. آبیاری بابلر در نخلستان مورد مطالعه

شکل (٦) نمای کلی از نحوه قرارگیری لترال‌ها و موقعیت لترال‌های مورد محاسبه را نشان می‌دهد که دبی قطره‌چکان‌ها در لترال‌های یک، دو و سه به روش حجمی محاسبه گردیده است.



شکل ٦. نمونه‌ای از موقعیت لترال‌های اندازه‌گیری‌شده در نخلستان

نتایج راندمان آبیاری اندازه‌گیری‌شده سامانه‌های آبیاری قطره‌ای به تفکیک در نخیلات دشتستان، تنگستان و جم در جدول (٤) ارائه شده است. در جدول (۵) نتیجه محاسبات ضریب تغییرات دبی، راندمان یکنواختی ریزش آب در قطره‌چکان، ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان (ضریب کریستیانسن) و یکنواختی پخش آب در مزرعه آمده است.

جدول ٤. نتایج ارزیابی راندمان سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در نخلستان شهرستان‌های مورد مطالعه

نام شهرستان	نوع سامانه‌های قطره‌ای	راندمان آبیاری قطره‌ای (درصد)		
		کمینه	بیشینه	متوسط
دشتستان	مینی بابلر	٣٦/٦	٧١/٣	٥٦/٥
تنگستان	"	٣١/٤	٦٨/٥	٥٧/٨
جم	"	٤٠/١	٧٥/٦	٦٥/٢

جدول ٥. نتایج ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای با شاخص‌های مختلف توزیع آب (درصد)

پارامتر	ضریب تغییرات دبی	راندمان یکنواختی ریزش آب در قطره‌چکان	ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان (ضریب کریستیانسن)	یکنواختی پخش آب در مزرعه
کمینه	٤٧/٢	٣٧/٤	٥٧/٦	٦٩
بیشینه	٧٧/٨	٧٥/٦	٨٥/٩	٩٠/٣
متوسط	٤٩	٥٩	٧٢/٨	٨١/٩

توصیف مقادیر یکنواختی پخش آب در مزرعه ('EU) و راندمان یکنواختی ریزش آب در قطره‌چکان (EU) برای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای که به‌مدت حداقل یک‌سال کار کرده باشند، طبق جدول‌های (٦) و (٧) طبقه‌بندی می‌گردد.

جدول٦. طبقه‌بندی یکنواختی پخش آب در مزرعه (درصد)(١٢)

طبقه‌بندی	یکنواختی پخش آب در مزرعه
عالی	≤٩٠
خیلی خوب	٩٠-٨٠
نسبتاً خوب (آستانه)	٨٠-٧٠
ضعیف	٧٠-٦٠
غیرقابل قبول	≥٦٠

جدول ٧. طبقه‌بندی راندمان یکنواختی ریزش آب در قطره‌چکان (درصد) (١٦)

راندمان عالی	>٩٠
راندمان خوب	٩٠-٨٠
راندمان نسبتاً خوب	٨٠-٧٠
راندمان ضعیف	<٧٠

با توجه به طبقه‌بندی یکنواختی پخش آب در مزرعه در جدول (٦)، متوسط یکنواختی پخش آب در مزرعه در بازه ٨٠ تا ٩٠ درصد قرار می‌گیرد که خیلی خوب است.

ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها، بزرگ‌تر از ٢٠ درصد می‌باشد که از لحاظ طبقه‌بندی «غیرقابل قبول» ارزیابی می‌شود. بالا بودن ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها، به‌علت اختلاف زیاد بین دبی حداقل و حداکثر می‌باشد. باتوجه به شوری آب، بعضی از قطره‌چکان‌ها دچار گرفتگی شده‌اند و دبی خروجی از آنها ناچیز است و از طرفی برخی از قطره‌چکان‌ها بیش از حد باز شده‌اند و دبی خروجی از آنها زیاد است.

باتوجه به جدول (٧)، مقادیر راندمان یکنواختی زیر ٧٠ درصد برای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای که حداقل به‌مدت یک سال کار کرده باشند، در طبقه‌بندی راندمان ضعیف قرار می‌گیرد. عامل اصلی پایین بودن یکنواختی، اختلاف زیاد بین دبی قطره‌چکان‌هاست. پایین بودن مقدار راندمان یکنواختی عمدتاً ناشی از توزیع نامناسب آب به‌علت گرفتگی قطره‌چکان‌ها و بهره‌برداری غیراصولی از

سامانه (به‌عنوان مثال باز شدن قطره‌چکان‌ها توسط کشاورزان) می‌باشد. راندمان پایین آبیاری قطره‌ای به معنای شکست این طرح‌ها نمی‌باشد. در بسیاری موارد علی‌رغم پایین بودن راندمان، وضعیت آبیاری به‌طور کلی نسبت به وضعیت سابق آن (آبیاری سنتی و سطحی) بهبود یافته است.

جدول (۸) نتایج توزیع فراوانی تعداد کل دفعات آبیاری را برای کل بهره‌برداری‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طورکه نتایج نشان می‌دهد تعداد کل دفعات آبیاری اغلب بیشتر از ۱۵ دفعه بود که نشانگر استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

در جدول (۹) حجم آب مصرفی به تفکیک سامانه آبیاری در شهرستان‌های استان بوشهر ارائه شده است.

جدول ۸. نتایج توزیع فراوانی تعداد کل دفعات آبیاری بهره برداری‌های مورد مطالعه

عنوان	تعداد
کم‌تر از ۵ دفعه	۹
۵ تا ۱۰ دفعه	۲۷
۱۰ تا ۱۵ دفعه	۳۵
بیشتر از ۱۵ دفعه	۱٤
کل	۸۵

جدول ۹. حجم آب مصرفی مناطق مورد مطالعه به تفکیک سامانه آبیاری

نام منطقه	حجم آب مصرفی (مترمکعب)	
	سطحی	قطره‌ای
تنگستان	۱۰۷۵۰	۸۷۵۰
دشتستان	۱۰۰۰۰	۸۳۳۷
جم	۱۰۲۵۰	۸٤۵۰
شبکه آب‌پخش	۱۹٤۵۰	–

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در استان بوشهر، به‌علت سامانه آبیاری سنتی و نیاز آبی بالای نخل، قریب به ۷۰ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی در این استان به مصرف نخیلات می‌رسد (۱). توجه به اصلاح روش‌های آبیاری نخیلات در این استان بسیار ضروری است. با بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های به‌عمل‌آمده در این مطالعه و براساس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره، سامانه آبیاری قطره‌ای بابلر در استان بوشهر، سامانه آبیاری برتر انتخاب گردید. البته در برخی مناطق این استان، که منبع آب شور بوده است، تعدادی از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای با مشکل گرفتگی مواجه شده و از انتفاع خارج شده‌اند که نیازمند اصلاح و آموزش کشاورزان در زمینه بهره‌برداری است. توجه به توزیع ریشه افشان در نخیلات از الزامات غیرقابل چشم‌پوشی در طراحی سامانه آبیاری قطره‌ای مناسب در نخیلات است و عدم توجه به آن موجبات ناکارآمدی سامانه را فراهم خواهد ساخت. در مناطقی و شرایطی از استان بوشهر که شبکه‌های آبیاری وجود دارند و از نظر اجرایی و اجتماعی امکان اجرای آبیاری قطره‌ای بابلر وجود ندارد، اصلاح سامانه آبیاری سنتی غرقابی به سامانه آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان، می‌تواند تا ۳۰ درصد مصرف آب را نسبت به سامانه آبیاری سنتی غرقابی کاهش دهد.

در استان بوشهر به‌ویژه در مواردی که منبع آب چاه بوده است، اجرای سامانه مینی بابلر موجب رضایت‌مندی کشاورزان و ارتقای وضعیت آبیاری آنان شده است. در سامانه بابلر امکان گرفتگی در اثر املاح موجود در آب نسبت به سایر روش‌های آبیاری موضعی پایین‌تر است.

راندمان یکنواختی ریزش آب در قطره‌چکان زیر ۷۰ درصد اندازه‌گیری شد که راندمان را در آستانه ضعیف بودن درجه‌بندی می‌کند. عامل اصلی پایین بودن یکنواختی، اختلاف زیاد بین دبی قطره‌چکان‌هاست. پایین

بودن مقدار راندمان یکنواختی عمدتاً ناشی از توزیع نامناسب آب به‌علت گرفتگی قطره‌چکان‌ها و بهره‌برداری غیراصولی از سامانه (به‌عنوان مثال باز شدن قطره‌چکان‌ها توسط کشاورزان) می‌باشد.

براساس نتایج توصیفی بازدید از نخیلات و مصاحبه با کشاورزان، اگرچه آنها، سامانه آبیاری سنتی غرقابی را سامانه قابل‌قبول و صحیح نمی‌دانند و به تلفات آب و مشکلات آبیاری در آن واقف هستند، اما در مقایسه با آبیاری موضعی اطمینان بیشتری از سیراب شدن و تأمین نیاز نخل‌های خود با این سامانه داشتند. کشاورزان بر این باور بودند که ریشه‌های نخل‌های قدیمی به‌طور گسترده‌ای در نتیجه آبیاری سیلابی در درازمدت پخش شده‌اند و سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، آب را به اندازه کافی برای نخل‌ها، به‌ویژه نخل‌های مسن‌تر با سامانه‌های گسترده ریشه، تأمین نمی‌کنند. این مسأله ضرورت فرهنگ‌سازی و اجرای پروژه‌های پایلوت را خاطرنشان می‌سازد.

مشاهدات نشان داد که سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در نخلستان‌های تازه احداث‌شده، وضعیت بهتری داشتند و به‌علت توسعه کمتر ریشه در این نخلستان‌ها سامانه آبیاری قطره‌ای توانسته است به‌خوبی نیاز آبی را تأمین کند، زیرا توسعه ریشه هماهنگ با سامانه آبیاری قطره‌ای اتفاق می‌افتد و در آینده نیز این نخلستان‌ها مشکلی از نظر تأمین نیاز آبی به روش قطره‌ای نخواهند داشت. هرچند موارد بسیاری از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجراشده از نظر بهره‌برداری در وضعیت ضعیفی قرار دارند، اما در صورت طراحی و بهره‌برداری صحیح، این سامانه از منظر راندمان، صرفه‌جویی آب و سهولت بهره‌برداری بر سامانه سنتی برتری دارد (پتانسیل کاهش مصرف آب تا ۳۵ درصد). براساس نتایج توصیفی بازدید از نخیلات و مصاحبه با کشاورزان، عدم آموزش بهره‌برداری صحیح از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای موجب گشته است عملکرد این سیستم‌ها از حد انتظار کمتر باشد. اکثر کشاورزان بسته به این‌که چه مقدار توان پمپاژ آب و یا آبگیری داشته باشند، آبیاری کرده‌اند و برنامه آبیاری طراحان و مشاوران مورد توجه نبوده است. عدم اطمینان کشاورزان و باغداران به سیستم آبیاری قطره‌ای، نشان‌گر نیاز ضروری به ترویج و آموزش هدفمند در این زمینه را خاطرنشان می‌سازد. بنابراین آموزش بهره‌برداری از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای بسیار ضروری است و بر ارتقای کارآیی این سامانه‌ها اثربخش خواهد بود. همچنین تجربیات نخل‌داران بومی منطقه، نتایج بازدید از نخیلات و مصاحبه با کشاورزان نشان داده است که در سامانه قطره‌ای، ایجاد تشتک در پای نخل منجر به استقرار و توزیع مناسب ریشه نخل در خاک گردیده است.

منابع

۱. آمار و اطلاعات شرکت آب منطقه‌ای بوشهر (۱۳۹۳).

۲. آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۵). معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران.

۳. سلامتی ن. و دهقانی سانیچ ح (۱۳۹٦) اثر مقادیر مختلف آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم خرمای کبکاب و زاهدی. تحقیقات آب و خاک ایران. ٤٨(۳): ۵۵۳-۵٤۳.

٤. طرفی ک. و محجوبی آ (۱۳۸۸) بررسی امکان تغییر سامانه آبیاری سنتی موجود و بهبود راندمان آبیاری در نخیلات شادگان (مطالعه موردی نهرهای عبودی و خروسی). مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، ایران.

۵. علیزاده ا (۱۳۸٦) طراحی سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار. چاپ دوم، دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد. ۳٦۷ صفحه.

٦. غفاری‌نژاد ع (۱۳۷۹) مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و نواری در باغ‌های تازه احداث خرما از طریق پاجوش. جیرفت. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جیرفت.

۷. لیاقت ع.، نظری ب.، علیزاده ح. و امیدوار م (۱۳۹۲) مطالعه میزان بهره‌وری مصرف آب کشاورزی در مناطق مختلف استان بوشهر و بررسی و ارائه راه‌کارهای بهبود آن. گزارش پژوهشی شماره ۳۳۷۲. آب منطقه‌ای بوشهر.

۸. محبی ع. و علی حوری م (۱۳۹۲) اثر عمق و روش آبیاری بر میزان بهره‌وری، عملکرد و صفات رویشی نخل پیارم. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۷(٤): ٤٦٤-٤٥٥.

۹. مریدنژاد ع (۱۳۸۸) عدم کفایت آبیاری مشکل اصلی شبکه‌های آبیاری و قطره‌ای در مناطق گرم و خشک کشور. مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، ایران.

۱۰. مریدنژاد ع.، لیاقت ع. و نظری ب (۱۳۹٤) تحلیل نتایج مطالعات ارزیابی تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری تحت فشار در شبکه‌های فرعی آبیاری اراضی ۵۵۰۰۰۰ هکتاری مؤسسه جهادنصر در استان خوزستان. اولین همایش ملی بررسی ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، طرح احیای ۵۵۰ هزار هکتاری اراضی خوزستان و ایلام.

۱۱. مهندسین مشاور انهار جنوب (۱۳۸٤) خلاصه‌ای از تدوین مبانی و روش‌های اجرایی نوین در شبکه زهکشی نخیلات جنوب جزیره آبادان. فصل اول گزارش، خوزستان.

12. ASAE EP405.1 (2003) ASAE Engineering Practice EP405.1, FEB03, Design and Installation of Microirrigation Systems. ASAE, St. Joseph, Michigan, pp. 901-905.
13. Christiansen J.E (1941) the uniformity of application of water by sprinkler system. Agricultural Engineering, 32(3): 89-99.
14. FAO (2008) Proceedings, Workshop on "Irrigation of Date Palm and Associated Crops". Damascus, Syrian Arab Republic.
15. Jiang S. and Kang Y (2010) Evaluation of microirrigation uniformity on laterals considering field slope. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 136(6), 429-434.
16. Keller J. and Bliesner R. D (1990) Sprinkler and Trickle Irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 643.
17. Sadeghi S. H. and Peters T (2012) Analytical determination of distribution uniformity for micro-irrigation tapered laterals laid on uphill and horizontal slopes. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 139(6), 483-489.

Water and Irrigation Management
(Scientific Journal of Agriculture)
(*College of Abouraihan – University of Tehran*)
Vol. 8 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2019

Evaluation of date palm irrigation systems in Bushehr and determination of the best irrigation system using AHP approach

Mahkameh Naeini[1], Abdolmajid Liaghat[2*], Bijan Nazari[3]

1. Former M. Sc. Student, Department of Irrigation and Reclamasion Engineering, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran.
2. Professor, Department of Irrigation and Reclamation, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Water Engineering. Faculty of Engineering. University of Imam Khomeini International. Qazvin. Iran.

Received: May 31, 2018 Accepted: November 13, 2018

Abstract
In recent years, application of pressurized irrigation systems in palm fields has been increased. The objective of this study was to evaluate the irrigation systems and to determine the best system for date palm fields in Bushehr, Iran. The methodology of this study was defined in the form of water consumption measurement, evaluation of irrigation efficiency and providing a decision making model. In this study, the effective technical-executive criteria contributed 39.1% in irrigation system selection, 21.0% in economic criteria, 21.0% in social criteria, 19.9% in operation and maintenance criteria and 11.0% in environmental criteria. According to the multi criteria decision-making model in Bushehr, the bubbler irrigation system was the most suitable system. Also, in some places of Bushehr provience where the bubbler irrigation system cannot be implemented, replacing the traditional flood irrigation system with alternate furrow irrigation system was the proper system. Evaluation results of the bubbler irrigation systems in Dashtestan district showed the lowest irrigation efficiency equal to 36.6 percent and the average value equal to 56.5 percent. The lowest and average irrigation efficiencies in Tangestan district were equal to 31.4 and 57.8 percent respectively. The lowest and average irrigation efficiencies in Jam district were equal to 40.1 and 65.2 percent, respectively.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Criteria, Decision-Making Models, Drip Irrigation, Traditional Irrigation.

* Corresponding author: aliaghat@ut.ac.ir