

## ارزیابی بهبود کارایی سیستم‌های نوین آبیاری از طریق آموزش و نظارت بر بهره‌برداران

رضا پورواعظی<sup>۱\*</sup>، نادر کوهی<sup>۲</sup>، هادی کریمی<sup>۳</sup>



۱- محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان

کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع

طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

۳- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش

کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان،

ایران

Email\*: r.poorvaezi@areeo.ac.ir

### چکیده

توسعه سامانه‌های نوین آبیاری به‌عنوان یکی از راه‌کارهای مؤثر در تعدیل شرایط بحرانی آب در کشور در دستور کار جدی متولیان بخش کشاورزی قرار گرفته است. این امر لزوم توجه به نظارت بر بهره‌برداری از سیستم‌های نوین آبیاری را بیش از پیش نمایان می‌سازد. در این پژوهش به مقایسه عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای در دو باغ پسته از منظر توجه به اصول بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای (باغ A) و عدم توجه به آن (باغ B) پرداخته شده است. نتایج بیان‌گر آن بود که بهره‌برداری اصولی مانند شستشوی لوله‌ها در ابتدای شروع فصل آبیاری، اسیدشویی به موقع، استفاده از سیستم تزریق کود مناسب بررسی و سرویس به موقع سیستم کنترل مرکزی باعث کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها در طول فصل آبیاری و یکنواختی بالاتر در زمان آبیاری می‌شود به‌گونه‌ای که در انتهای فصل رشد میزان ضریب یکنواختی پخش در باغ A، ۹۵ درصد بود ولی در باغ B، این ضریب ۷۵ درصد می‌باشد. ضریب کریستین‌سن در باغ A در حدود ۹۶ درصد و در باغ B حدود ۸۴ درصد در انتهای فصل آبیاری بدست آمد. هم‌چنین مشاهده گردید که عدم اسیدشویی می‌تواند تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها را به میزان ۲۰ درصد افزایش داده و باعث افزایش گرفتگی قطره‌چکان‌ها و کاهش یکنواختی پخش گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، بهره‌برداری، ضریب یکنواختی پخش، تغییرات دبی، کریستین‌سن.

## بیان مسئله

کاهش منابع آبی به دلیل توسعه نامتوازن و عدم تعادل در برداشت و انباشت آب، تغییر تدریجی سهم مصارف آب در کشاورزی به بخش صنعت و کشت محصولات غذایی آب بر و با ارزش غذایی بالاتر شرایط را به سوی ناامنی غذایی سوق داده است. از آنجا که بخش کشاورزی به طور طبیعی بیشترین مصرف کننده آب است، راه حل اصلی برون رفت از بحران کم آبی در کشور نیز استفاده بهینه و کارآمد از منابع موجود آبی، مدیریت توأم تولید و آبیاری در بخش کشاورزی می باشد (۱). در بحث مدیریت آبیاری و کاهش بحران آب توسعه سامانه های نوین آبیاری تحت فشار به عنوان یک راهبرد اساسی در کشور در طی سالیان متمادی از سوی کارشناسان مورد حمایت قرار گرفته است به طوری که از سال ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۰ نزدیک به ۲,۴ میلیون هکتار سامانه های نوین در کشور به اجرا در آمده است ضمن این که بررسی ها نشان می دهد که در برنامه های مدون برای توسعه آبیاری تحت فشار در کشور تنها حدود ۲۷ درصد از برنامه محقق شده است (۳).

در برنامه ششم، وزارت جهاد کشاورزی تعهد کرده است که برای حفظ پایداری، مصرف حدود ۱۱ میلیارد متر مکعب آب را کاهش دهد. ممکن است برای رسیدن به این اهداف راهبردی راه حل های متعددی ارائه گردد اما استفاده از روش های نوین آبیاری تحت فشار با افزایش بهره وری آب و کاهش مصرف آب یکی از آن راه حل ها است.

سامانه های نوین آبیاری دارای مشکلات ذاتی مانند تلفات تبخیر و بادبردگی، خسارت برگی در هنگام استفاده از آب شور در روش آبیاری بارانی، گرفتگی قطره چکان ها در روش آبیاری قطره ای و پر هزینه بودن می باشند. این مشکلات با انتخاب درست نوع سامانه و کاربرد برخی روش های مدیریتی قابل تعدیل می باشد. برنامه ریزان اجرایی کشور از اوایل دهه ۷۰ در تلاش هستند تا هر ساله بر وسعت زمین های آبیاری تحت فشار با هدف استفاده بهینه تر از آب بیفزایند (۲ و ۳). متأسفانه گسترش و توسعه سیستم های آبیاری تحت فشار با مسائل متعددی رو به رو بوده که موجب پذیرش و یا عدم ادامه به کارگیری این سیستم ها از سوی کشاورزان شده است (۵). هم چنین محمدی و همکاران (۴) بیان کردند که به طور کلی دلایل اصلی کاهش عملکرد مطلوب در بعضی از سامانه های آبیاری قطره ای را می توان عدم آشنایی و مهارت کافی کشاورز در بهره برداری از سیستم، گرفتگی قطره چکان ها به دلیل کیفیت پایین آب آبیاری، عدم شستشوی صحیح و به موقع فیلترهای شنی و دیسکی و پایین بودن فشار در سامانه ها دانست.

باقرخانی و همکاران (۲) با ارزیابی سامانه های نوین کشاورزی نشان دادند که مشکل عمده سامانه های آبیاری قطره ای، دست کاری قطره چکان ها، گرفتگی لوله ها و قطره چکان ها، ناهمگونی فشار و توزیع غیر یکنواخت آب، فقدان دانش و مهارت کاربران به واسطه تصورات سنتی باغ داران، طراحان و مجریان است. علی رغم اهمیت صافی ها و لزوم به کارگیری لوازم اتصالات نو، باغداران معمولاً حساسیتی به کامل بودن و تناسب فیلترها با آبدهی سامانه ها و عدم افت و نشت به دلیل نگهداری صحیح سامانه ها ندارند.

به منظور بررسی تأثیر آموزش بهره برداری از سیستم های نوین آبیاری مطالعه ای در باغات مجهز شده به سیستم آبیاری قطره ای در استان کرمان انجام گرفت. در این مطالعه به بررسی مزارع و باغاتی که از ابتدای بهره برداری، اصول مربوط به نگهداری و بهره برداری از سیستم های آبیاری تحت فشار در آن ها رعایت می شد (مزرعه A) و هم چنین باغاتی که کشاورزان آن، اصول و روش های بهره برداری از سیستم های آبیاری را رعایت نمی کردند (مزرعه B) پرداخته شده و نتایج حاصل از داده برداری با یکدیگر مقایسه شدند.

حساس‌ترین بخش در آبیاری قطره‌ای کارآیی قطره‌چکان‌ها از نظر یکنواختی پخش، دوام، طول عمر و مقاومت آن در مقابل گرفتگی توسط عوامل مختلف می‌باشد. گرفتگی قطره‌چکان‌ها به عنوان بزرگ‌ترین مشکل اجرایی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مطرح می‌باشد. گرفتگی قطره‌چکان‌ها باعث کاهش دبی تخلیه، غیریکنواختی پخش آب، بالا رفتن هزینه‌های نگهداری سیستم مانند کنترل قطره‌چکان‌ها و تعویض یا تعمیر آن‌ها و در نتیجه صدمه به گیاه می‌گردد. در این پژوهش به بررسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر عدم توجه به اصول نگهداری و بهره‌برداری از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای پرداخته شده است. جهت ارزیابی سامانه‌های قطره‌ای از شاخص‌های ارزیابی از جمله راندمان پخش (EU)، ضریب یکنواختی کریستین‌سن (CU) و تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها (qvar) استفاده شد. یکنواختی پخش، اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازده یکنواختی در آبیاری قطره‌ای می‌باشد. برخی از متخصصان روش‌های طراحی را بر مبنای ضریب یکنواختی کریستین‌سن پیشنهاد نموده‌اند که در آن مشخصات طراحی هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها، تغییرات ساخت در بین خروجی‌ها و تغییرات ارتفاع در سطح مزرعه در نظر گرفته شده است. هم‌چنین ضریب یکنواختی کریستین‌سن (CU) میزان یکنواختی توزیع (چگونگی توزیع) آب در مزرعه از نظر کمی را نشان می‌دهد. بدیهی است CU بیش‌تر دلیل بر توزیع یکنواخت‌تر آب و بهبود سامانه می‌باشد. یکی دیگر از روش‌های بررسی تغییرات دبی در قطره‌چکان‌ها مقایسه حداقل و حداکثر دبی در قطره‌چکان است که از آن می‌توان به‌عنوان معیار انتخاب قطره‌چکان استفاده نمود.

برای به دست آوردن دبی قطره‌چکان‌ها ابتدا یک مانیفولد در حال کار به‌طور تصادفی انتخاب شد. در این قطعه بر روی مانیفولد چهار لوله لترال (لوله آب‌ده) به ترتیب در ابتدای مانیفولد، فاصله یک‌سوم از ابتدای مانیفولد، دو سوم ابتدای مانیفولد و در انتهای مانیفولد انتخاب گردید. روی هر لترال (لوله آب‌ده)، چهار قسمت ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهایی را تعیین، آن‌گاه در مدت زمان مشخصی حجم آب خروجی اندازه‌گیری شد. این اندازه‌گیری در طول فصل آبیاری سه مرتبه، ابتدای فصل آبیاری  $M_1$ ، اواسط فصل آبیاری  $M_2$  و در انتهای فصل آبیاری  $M_3$  انجام گردید (شکل ۱).



شکل ۱- اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها در دو مزرعه A و B

جهت عدم تأثیر عوامل دیگر مانند طراحی و اجرا، در نحوه کار و نتایج بررسی‌های صورت گرفته، باغ‌های انتخابی از لحاظ طراحی هیدرولیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این‌کار با توجه به این‌که بافت خاک در دو مزرعه یکسان بود، فاصله

قطره چکان ها نیز یکسان در نظر گرفته شد و مزارع به گونه ای انتخاب شد که طول لترال ها و هم چنین نوع قطره چکان نیز مشابه باشد. با توجه به شیب زمین و هم چنین فاصله از سیستم پمپاژ، فشار در انتهای لوله های لترال محاسبه گردید (شکل ۲).



شکل ۲- اندازه گیری فشار در انتهای لوله لترال

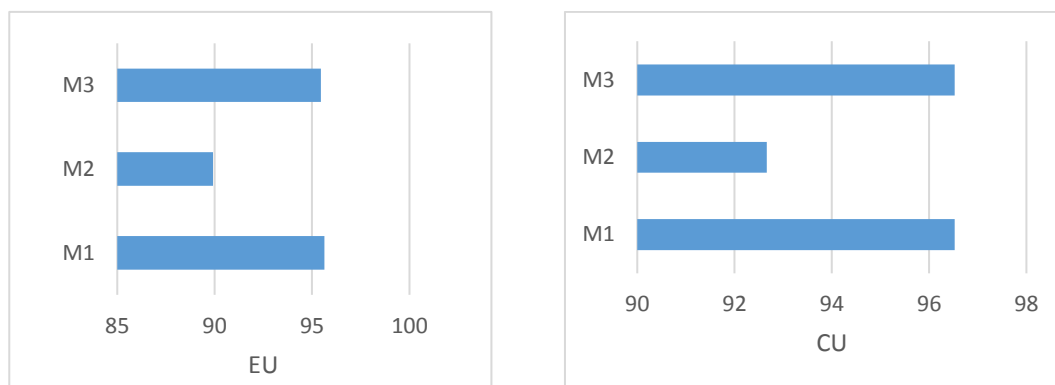
هم چنین جهت بررسی عملکرد فیلتراسیون فشار خروجی و ورودی به فیلترهای شن و فیلترهای دیسکی مطابق شکل (۳) مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۳- اندازه گیری اختلاف فشار بین فیلترها در اتاقک کنترل مرکزی

#### معرفی دستاورد

با توجه به نتایج جدول (۱)، مشخص شد که در باغ پسته که اصول بهره برداری در آن رعایت می شد (مزرعه A)، ضریب یکنواختی پخش و ضریب کریستین سن در هر سه نمونه برداری در بازه قابل قبول تا بسیار خوب بوده است. مقدار عددی این دو ضریب در نمونه برداری دوم کم تر از مرحله اول بود که علت آن عدم اسیدشویی با توجه به بالا بودن ضریب لانژیلر (LSA) آب آبیاری می باشد. همان گونه که مشاهده می شود با انجام اسیدشویی میزان درصد این ضرایب نیز افزایش یافت.

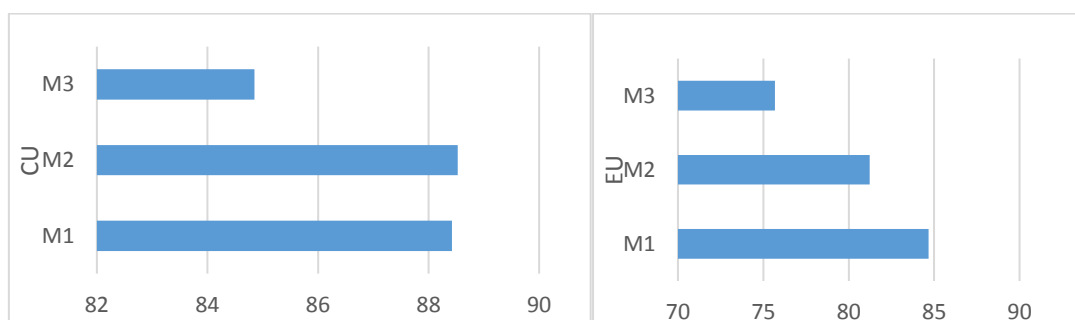


شکل ۴- اندازه‌گیری ضریب یکنواختی پخش (EU) و ضریب یکنواختی کریستین سن (CU) در مزرعه A

همچنین در باغ پسته‌ای که اصول نگهداری و بهره‌برداری در آن رعایت نمی‌شود (مزرعه B) و با توجه به اینکه کیفیت آب نیز از مزرعه A تا حدودی بهتر بود و شاخص لائزیر آب آبیاری عددی کمتر از مزرعه A بود، ولی شاخص‌های ارزیابی در حد قابل قبولی نبود. با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در مزرعه B نتایج به‌دست آمده از ضریب یکنواختی پخش و ضریب کریستین سن بیانگر روند کاهشی این دو شاخص عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در طول فصل آبیاری می‌باشد. به صورتی که در انتهای فصل میزان این دو شاخص کمتر از میزان مطلوب ارائه شده در جدول ۱ بود. علت این امر گرفتگی بیش از حد قطره‌چکان‌ها در اثر عوامل فیزیکی برآمده از عدم سرویس به موقع فیلتراسیون‌ها و همچنین گرفتگی ناشی از عوامل شیمیایی برآمده از عدم اسید شویی به موقع سیستم می‌باشد. عدم رعایت اصول نگهداری در نهایت موجب کاهش راندمان آبیاری در باغات و کاهش عملکرد محصول می‌شود.

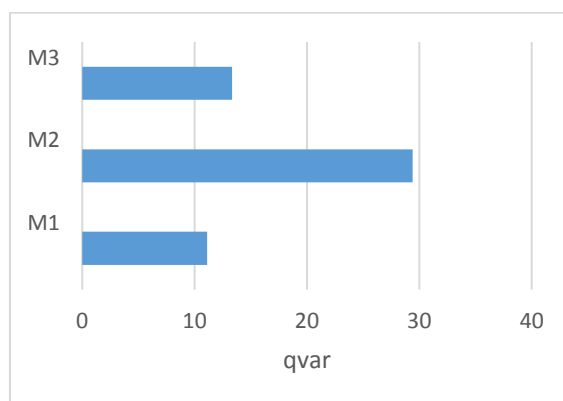
جدول ۱- طبقه‌بندی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بر اساس شاخص یکنواختی پخش و ضریب تغییرات کریستین سن (می‌ستری و همکاران، ۲۰۱۹).

| طبقه بندی     | EU%        | %US        |
|---------------|------------|------------|
| عالی          | ۹۴-۱۰۰     | ۹۵-۱۰۰     |
| خوب           | ۸۱-۸۷      | ۸۵-۹۰      |
| قابل قبول     | ۶۸-۷۵      | ۷۵-۸۰      |
| ضعیف          | ۵۶-۶۲      | ۶۵-۷۰      |
| غیر قابل قبول | کمتر از ۵۰ | کمتر از ۶۰ |

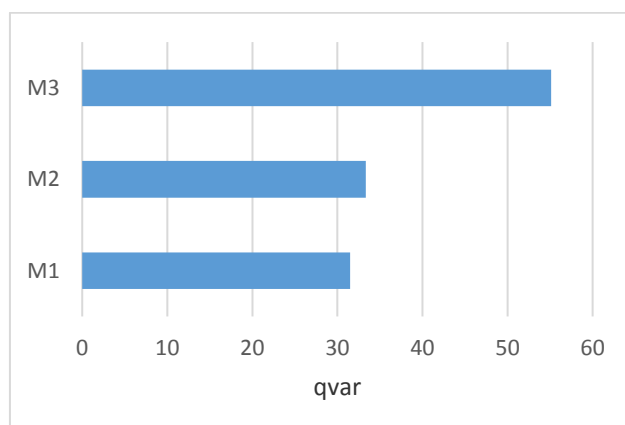


شکل ۵- اندازه‌گیری ضریب یکنواختی پخش (EU) و ضریب کریستین سن (CU) در مزرعه B

همچنین در شکل های (۷ و ۶) تغییرات دبی جریان قطره چکان ها نشان داده شده است. بررسی ها نشان داد که با توجه به کیفیت آب آبیاری و بالا بودن میزان بی کربنات و در نتیجه شاخص لانتزیر مثبت، بعد از مدتی رسوب گذاری در دهانه خروجی قطره چکان ها انجام می گیرد که باعث افزایش تغییرات دبی قطره چکان ها می گردد. در این پژوهش عدم اسید شویی به عنوان یکی از مراحل نگهداری از سیستم آبیاری قطره ای باعث شد تغییرات جریان به میزان بیست درصد افزایش یابد. ولی رعایت آن و انجام اسیدشویی باعث کاهش آن به میزان اولیه شد. میزان تغییرات دبی بالاتر از ۲۰ درصد برای سیستم آبیاری قطره ای غیر قابل قبول می باشد (می ستری و همکاران، ۲۰۱۹).



شکل ۶- درصد تغییرات دبی در مزرعه A



شکل ۷- درصد تغییرات دبی در مزرعه B

با توجه به مشاهدات میدانی نشان داده شد که عدم توجه به اصول نگهداری باعث افزایش خطر گرفتگی قطره چکان ها در اثر عوامل فیزیکی می شود. با توجه به این که در مزرعه B اصول مربوط به نگهداری سیستم کنترل مرکزی و سرویس و شستشوی به موقع فیلترها انجام نمی گرفت، همچنین عدم تمیز نمودن استخر و شستشوی لوله های لترال در هر فصل، آب خروجی از لوله های لترال در مزرعه B، هماگونه که در شکل (۸) نشان داده می شود از کدورت مطلوبی برخوردار نبود که این امر به دلیل حجم زیاد مواد نامحلول مانند جلبک ها، مواد آلی و غیره می باشد. علت این امر را می توان در کاهش راندمان فیلتراسیون در اثر عدم سرویس به موقع آن و همچنین عدم رعایت اصول نگهداری جستجو کرد.





شکل ۸- الف) آب خروجی از لترال مزرعه B، ب) آب خروجی از لترال مزرعه A

افزایش گرفتگی قطره چکان‌ها در یک لترال باعث افزایش فشار پشت قطره‌چکان‌ها شده و باعث ترک خوردن زیر قطره چکان و یا پاره شدن لوله لترال از محل نصب قطره‌چکان می‌شود که موجب کاهش راندمان آبیاری و کاهش شدید یکنواختی پخش می‌شود. هم‌چنین پاشش آب بر روی درختان نیز خود باعث بروز مشکلات خاص دیگر می‌شود (شکل ۹ و ۱۰).



شکل ۹- نشت لوله‌های لترال در اثر افزایش فشار پشت قطره چکان‌ها



شکل ۱۰- کاهش راندمان آبیاری در اثر گسیختگی لوله‌های لترال

عدم رعایت اصول نگهداری در نهایت موجب کاهش راندمان آبیاری در باغات و کاهش عملکرد محصول می‌شود. همچنین کاهش یکنواختی پخش باعث کاهش یکنواختی توزیع کود در سیستم کود آبیاری و اتلاف کود در اثر خرابی‌های موجود در سیستم می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۴۰۳). در نهایت توجه نکردن به بهره‌برداری صحیح از سیستم آبیاری تحت فشار باعث می‌شود که کشاورز به سمت سیستم‌های سنتی گرایش پیدا کند. صرف نظر از اتلاف وقت و هزینه زیاد جهت اجرای این پروژه، ذهنیت کشاورزان دیگر نیز با دیدن این گونه پروژه‌ها نسبت به سیستم‌های آبیاری قطره‌ای تغییر کرده و باعث کاهش اقبال کشاورزان به کشاورزی مدرن و استفاده از راه‌کارهای افزایش بهره‌وری آب می‌شود.

### توصیه ترویجی

یکی از اساسی‌ترین مسائل و موانع فراروی توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار که منجر به عدم ادامه و به کارگیری موقت آن‌ها شده، نبود بهره‌برداران ماهر و نیروی انسانی کارآزموده می‌باشد. واقعیت این است که فعالیت‌های آموزشی ارائه شده در موضوعات مختلف نظیر سیستم‌های آبیاری تحت فشار باید متناسب با نیازها و علایق مخاطبین باشد. توصیه می‌گردد کشاورزانی که مبادرت به اجرای سامانه‌های نوین آبیاری از نوع تحت فشار قطره‌ای نموده‌اند اصول مربوط به نگهداری از سیستم‌های آبیاری تحت فشار را رعایت نمایند به‌طور خلاصه این اصول شامل ۱- سرویس سیستم پمپاژ مجدد در انتهای فصل آبیاری و رعایت شیوه‌نامه‌های نگهداری از پمپ و ایستگاه پمپاژ. ۲- سرویس فیلتراسیون کنترل مرکزی و شستشوی به موقع فیلترها بر اساس اختلاف فشار دو طرف فیلتر. ۳- استفاده از سیستم تزریق کود متناسب با استانداردهای مشخص جهت انحلال کامل کودهای جامد. ۴- شستشوی لترال‌ها در ابتدا فصل آبیاری. ۵- شستشوی لوله‌های اصلی و نیمه اصلی در ابتدای فصل آبیاری. ۶- اسیدشویی به موقع و دقیق در طول فصل آبیاری. ۷- تمیز نمودن استخر ذخیره آب. ۸- استفاده از تجهیزات لازم جهت جلوگیری از ورود آشغال به داخل سیستم پمپاژ ثانویه، می‌باشد.

### فهرست منابع

- ۱- اسلام‌پور، س. ر.، مرادی نژاد، ا.، جبباری، ا.، حقی آبی، ا. ح. و پارسایی، ع. (۱۳۹۲). موانع و مشکلات بهره‌برداری و نگهداری از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، مطالعه موردی شهرستان سپیدان استان فارس. چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز ۴ اسفند ماه ۱۳۹۰.
- ۲- باقرخانی، ع.، و زارع ابیانه، ح. (۱۳۹۸). ارزیابی عملکرد برخی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای (مطالعه موردی: شهرستان سنقر). دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)، ۲۹(۲)، ۱۵۴-۱۴۱. <https://sid.ir/paper/fa397249SID>.
- ۳- شاکری م، حسام م (۱۳۹۹) نگرشی بر روند توسعه کمی سامانه‌های نوین آبیاری تحت فشار در کشور و نقش آن‌ها در کاهش مصرف آب، هفتمین همایش علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران.



- ۴- محمدی، ا.، نقدی، م.، کهنوجی، م.، عطرچیان، ح. (۱۴۰۳). ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای باغ‌های پسته (منطقه مورد باغ‌های پسته تحت پوشش طرح سیماپ استان کرمان)، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب

ایران

- 5- Mistry T., Akil M., Suryanarayana T., and Parekh F. (2019) Evaluation of drip irrigation system for different operating pressures evaluation of drip irrigation system for different operating pressures, International Journal of Advance Engineering and Research Development.