

بررسی اثرات مدیریت کم آبیاری بر عملکرد محصول انار

مصطفی گودرزی^۱

^۱استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران (goodarzimustafa@gmail.com)

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۲/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۱۲/۱۲

چکیده

ایران جزو کشورهای خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود و از نظر منابع آب در شرایط مناسبی قرار ندارد. مهمترین عامل محدود کننده تولیدات باغی در این مناطق، کمبود آب است و اصلاح الگوی مصرف و استفاده بهینه از این منابع می تواند موجب افزایش تولید و کاهش ضایعات شود. در این تحقیق جنبه های مختلف و قابلیت کاربرد کم آبیاری برای محصول انار مورد ارزیابی قرار گرفته و بدین منظور از یافته های تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف دنیا استفاده شده است. واکنش و تغییرات فیزیولوژیکی درخت انار تحت رژیم های مختلف آبیاری متفاوت می باشد و عمدتاً درخت انار با ایجاد مکانیزم اجتناب از تنش و مقاومت در مقابل تنش، با تنش آبی ناشی از کم آبیاری مقابله می کند. اثر کم آبیاری بر کیفیت میوه انار می تواند مثبت یا منفی باشد که بیشتر از هر چیزی به روش کم آبیاری به کاررفته، مقدار تنش اعمال شده و نحوه مدیریت کم آبیاری بستگی دارد. کم آبیاری با روش خشکی موضعی ریشه و کاهش حداکثر ۲۵ درصدی مصرف آب نسبت به آبیاری کامل، بهترین نتیجه را در پی دارد. براساس بررسی انجام شده مشخص شد که استفاده از کم آبیاری، ضمن کاهش مصرف آب باعث افزایش بهره وری مصرف شده و با توجه به خشکسالی های متعدد می تواند به عنوان یک راهکار عملی و مفید در مدیریت تولید محصول و مقابله با بحران کم آبی مورد توجه و استفاده قرار گیرد. با وجود این، برای به دست آوردن نتیجه مطلوب رعایت اصول مدیریت کم آبیاری لازم و ضروری است.

واژگان کلیدی: انار، کم آبیاری، بهره وری مصرف آب، عملکرد، تنش خشکی.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. بومی ایران و مناطق همجوار بوده و در سایر شرایط آب و هوایی مشابه به عنوان درخت غیربومی کشت می‌شود. بهترین رشد این گیاه در مناطقی که دارای زمستان سرد و تابستان گرم می‌باشند، اتفاق می‌افتد. در حال حاضر کشور ایران بالاترین سطح زیر کشت و تنوع ارقام انار را در دنیا دارد (۱، ۷). انار به دلیل اینکه توانایی تحمل گرما را دارد، یک گونه مقاوم به خشکی محسوب می‌شود و به خوبی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و حتی در شرایط بیابانی رشد می‌کند. با وجود این امروزه مشاهده می‌شود که بسیاری از باغ‌های انار به دلیل کمبود آب و خشکسالی خشک شده و از بین رفته‌اند. بنابراین منابع آب باید به درستی و با دقت بیشتری مورد استفاده قرار بگیرد، به گونه‌ای که بهره‌وری مصرف آب به بیشترین مقدار خود برسد. برای رسیدن به این هدف، بهبود مدیریت مصرف آب در آبیاری یک راهکار امیدبخش است. (۷). کمبود منابع آب تجدید شونده در دنیا، باعث شده تأمین آب مورد نیاز کشاورزی با بحران‌های جدی‌تری روبرو شود. به همین دلیل بزرگترین چالش پیش روی دنیا در زمینه تولید کشاورزی، افزایش تولید محصولات کشاورزی با کمترین مصرف آب می‌باشد. محدودیت منابع آب از نظر کمی و کیفی

ایجاب می‌کند که مدیریت مزارع به سوی استفاده بهینه از واحد آب مصرفی سوق یابد. لذا امروزه استفاده از روش‌های مناسب و پایدار برای افزایش بهره‌وری مصرف آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. در گذشته، تحقیقات کشاورزی بر پیشینه‌نمودن عملکرد کل تمرکز داشته، اما در سال‌های اخیر، نگاه‌ها به عامل محدودکننده تولید، یعنی آب معطوف شده‌است. در این بین مدیریت کم‌آبیاری، به عنوان یک راهبرد ارزشمند در مناطق خشک که آب یک عامل محدودکننده برای تولید است، به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته و مشخص شده که این روش می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری شود (۴). با وجود کاربرد گسترده کم‌آبیاری برای محصولات مختلف، قابلیت‌ها و اثرات کاربرد کم‌آبیاری برای محصول انار کمتر مورد توجه بوده‌است. در این تحقیق جنبه‌های مختلف و قابلیت کاربرد کم‌آبیاری برای محصول انار بررسی می‌شود و بدین منظور یافته‌های تحقیقات مختلف انجام شده در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معرفی، ضرورت و روش اجرا

• مفهوم کم‌آبیاری

کم‌آبیاری یک راهکار مدیریت آبیاری است که چندین سال پیش برای بهبود بهره‌وری مصرف آب

کم آبیاری را به روش‌های مختلف شامل کم آبیاری تنظیم شده (RDI^1)، خشکی موضعی ریشه (PRD^2) و کم آبیاری پایدار (SDI^3) می‌توان اعمال و مدیریت نمود (۹). در کم آبیاری تنظیم شده، مقدار آبیاری در دوره‌های خاصی از رشد گیاه که عملکرد و کیفیت محصول کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد، کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه در نظر گرفته می‌شود و در سایر دوره‌ها، به خصوص در مراحل حساس (مانند مرحله گلدهی) مقدار آبیاری به اندازه مورد نیاز گیاه اعمال می‌شود. در واقع در این نوع کم آبیاری جنبه‌های فیزیولوژیکی گیاه در واکنش به تنش خشکی در نظر گرفته می‌شود. در این روش فرض بر این است که درصد کاهش عملکرد از درصد کاهش میزان آب مصرفی کمتر می‌باشد. با استفاده از این روش از تنش آبی در مراحل حساس و بحرانی رشد و نمو گیاه اجتناب شده و در زمان‌های غیر حساس با آبیاری کمتر از نیاز گیاه، مقادیر آب مصرفی کنترل می‌شود. در کم آبیاری پایدار بر خلاف کم آبیاری تنظیم شده، مقدار آبیاری در تمام طول فصل به طور یکنواخت کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه در نظر گرفته می‌شود تا از تنش شدید آب در یک مرحله خاص اجتناب شود (۹). در روش خشکی موضعی ریشه

و کاهش تعداد دفعات آبیاری پیشنهاد شد. در حالت کلی، کم آبیاری عبارت است از اعمال آبیاری کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه به صورت عمدی و سپس تمی. به عبارت دیگر، در کم آبیاری مقدار آب به کاررفته کمتر از مقدار آبی است که نیاز آبی گیاه را برای تولید بیشینه تأمین نماید. با کاهش مقدار آب آبیاری، معمولاً تبخیر و تعرق کاهش می‌یابد و در پی آن نرخ رشد گیاه نیز کاسته می‌شود. به همین دلیل، دانستن بیشترین مقدار کاهش تبخیر و تعرق به گونه‌ای که بتوان بیشترین محصول را در درختان بالغ به دست آورد، بسیار مهم است. کاربرد اصولی و صحیح کم آبیاری نیازمند شناخت کامل از واکنش گیاه به کمبود آب و اثرات اقتصادی کاهش عملکرد محصول است. بنابراین منافع بالقوه کم آبیاری از افزایش بهره‌وری مصرف آب، کاهش هزینه‌های آبیاری و تولید و هزینه فرصت آب، به دست می‌آید. امروزه مدیریت کم آبیاری یک عملیات متداول در بسیاری از نقاط دنیا به خصوص در مناطق خشک می‌باشد. در این مناطق بیشینه کردن بهره‌وری مصرف آب از بیشینه کردن عملکرد در واحد سطح، مفیدتر است. در این حالت آب ذخیره شده می‌تواند برای مصارف دیگر یا آبیاری زمین‌های بیشتر مورد استفاده قرار گیرد (۹).

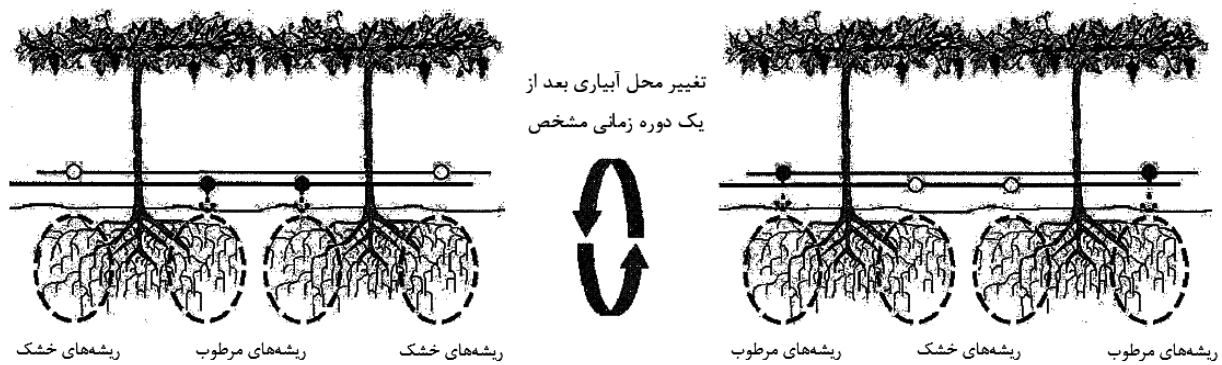
¹ . Regulated Deficit Irrigation

² . Partial Root-zone Drying

³ . Sustainable Deficit Irrigation

بخشی از ریشه که آبیاری به صورت کامل صورت گرفته، گیاه آب کافی را جذب کرده و به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد و تغییری در میزان فتوسنتز رخ نمی‌دهد (۳).

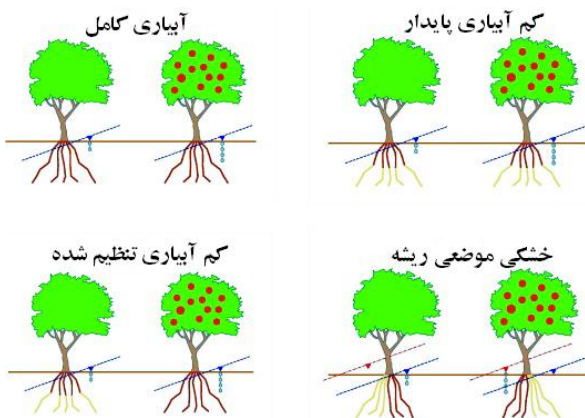
تقریباً نیمی از ریشه به اندازه کافی آبیاری شده و نیمه دیگر خشک می‌ماند و در آبیاری بعدی برعکس عمل می‌شود. در واقع در این روش دو نیمه ریشه به طور متناوب خشک باقی می‌مانند. در این روش، در



شکل ۱: کم آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه در آبیاری قطره‌ای

فصل بخشی از نیاز خود را دریافت نمی‌کند (بخشی از رنگ ریشه روشن است، یعنی ریشه خشک است)، در آبیاری تنظیم‌شده ریشه گیاه در مراحل غیرحساس (به عنوان مثال ابتدای فصل) بخشی از نیاز خود را دریافت نمی‌کند ولی در مراحل حساس به طور کامل آبیاری می‌شود.

زمانی که بخشی از ریشه در خاک خشک قرار دارد، بخش خشک ریشه با فرستادن علائمی از ریشه به روزه‌ها، میزان بازشدگی آنها را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش تلفات آب می‌شود در حالی که میزان عملکرد کاهش معنی‌داری نخواهد داشت (۹). این روش را در آبیاری قطره‌ای می‌توان با قرار دادن دو خط قطره‌چکان در کنار گیاه و قطع آب هر خط در هر آبیاری به صورت نوبتی (شکل ۱) و یا در آبیاری غرقابی به صورت آبیاری شیاری یک در میان اعمال نمود. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در آبیاری کامل در تمام طول فصل، ریشه آب مورد نیاز را دریافت می‌کند (رنگ ریشه تیره)، در کم آبیاری پایدار ریشه گیاه به طور پیوسته در تمام



شکل ۲: نمای شماتیک از روش‌های کم آبیاری

با تعداد میوه‌ها در هر درخت است تا اندازه و وزن میوه‌ها (۷).

• اثر کم‌آبیاری بر گل‌دهی انار

اثر کم‌آبیاری بر گل‌دهی و فرآیند تولید مثل در درخت انار از این جهت دارای اهمیت است که این پارامترها می‌توانند بر خصوصیات میوه و عملکرد نهایی تأثیرگذار باشند. در تحقیقی که به بررسی اثرات کم‌آبیاری تنظیم‌شده و پایدار بر گل‌دهی و خصوصیات میوه انار پرداخته شده است، مشخص شد که کم‌آبیاری تنظیم‌شده باعث کاهش رشد سبز گیاه در ابتدای فصل شده و باعث به تأخیر افتادن اولین نوبت گل‌دهی می‌شود و از طرف دیگر باعث تسریع گل‌دهی در دو نوبت بعدی می‌شود. بنابراین دوره گل‌دهی درخت‌ها در روش کم‌آبیاری تنظیم‌شده کاهش می‌یابد. اما در کم‌آبیاری پایدار تغییر قابل ملاحظه‌ای در طول دوره گل‌دهی نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد. به نظر می‌رسد تعداد گل‌های کمتر ولی قوی‌تر در تیمارهای کم‌آبیاری می‌تواند سبب تشکیل دانه بیشتر (تعداد آریل بیشتر) شود، زیرا عمل لقاح در انار برای تشکیل هر آریل به صورت مستقل صورت می‌پذیرد. از طرفی مشخص شد که روش کم‌آبیاری پایدار (با اعمال تنش شدید در طول فصل) باعث کاهش تعداد گل و رشد نامتوازن میوه می‌شود (۱۰).

در روش خشکی موضعی ریشه نیز در تمام طول فصل به صورت نوبتی نیمی از ریشه خشک باقی می‌ماند.

• اثرات کم‌آبیاری بر فیزیولوژی و رشد

انار

یکی از آثار کم‌آبیاری ایجاد تنش آبی در گیاه است که به‌طور مشخص باعث واکنش‌های فیزیولوژیکی از طرف گیاه می‌شود. واکنش گیاه نسبت به تنش خشکی معمولاً از طریق ترشح اسید آبسسیک از ریشه می‌باشد. وقتی گیاه در برابر تنش خشکی قرار می‌گیرد، این هورمون در ریشه گیاه ترشح می‌شود و طی فرآیند تعرق، با صعود در میان شیره گیاهی به اندام‌های فتوسنتزکننده رسیده و با کاهش در میزان عوامل مؤثر در فتوسنتز که عمده‌ترین آنها کاهش سرعت رشد برگ و کاهش بازشدگی روزنه‌ها می‌باشد، میزان تلفات آب را به حداقل می‌رساند. همچنین کاهش هورمون سیتوکسین در ریشه‌ها، نوک شاخه‌ها و جوانه‌ها و به دنبال آن کاهش رشد شاخه‌ها از دیگر نتایج کم‌آبیاری می‌باشد (۲).

بر اساس بررسی‌های انجام شده مشخص شده که کم‌آبیاری ملایم و شدید بر رشد میوه انار تأثیری ندارد و رشد میوه بستگی به دما دارد و تغییر عملکرد بوجود آمده بر اثر کم‌آبیاری بیشتر در ارتباط

• اثر کم آبیاری بر کیفیت میوه انار

علاوه بر تغییر در عملکرد محصول، یکی از آثار احتمالی کم آبیاری تغییر کیفیت محصول به خصوص در مورد درختان میوه، تغییر در کیفیت میوه است. بر اساس بررسی‌های انجام شده، حداکثر مقدار آریل در کم آبیاری موضعی ریشه و کمترین مقدار آن در آبیاری کامل به دست می‌آید. در مورد مقدار پوست، عکس مقدار آریل بوده و بیشترین مقدار پوست مربوط به آبیاری کامل است. هم‌چنین، رژیم کم آبیاری با روش خشکی موضعی ریشه باعث افزایش درصد آب انار می‌شود. در مجموع، کم آبیاری با کاهش ۲۵ درصدی نیاز آبی باعث افزایش درصد آب انار و دانسیته آن شده، در حالی که کم آبیاری با کاهش ۵۰ درصدی نیاز آبی باعث کاهش درصد آب انار و افزایش دانسیته آن می‌شود (۶). انارهای به دست آمده از کم آبیاری تنظیم شده به دلیل داشتن اندازه بزرگ‌تر میوه و درصد آریل بالاتر از آب میوه بیشتری برخوردار می‌باشند. به طور کلی، میوه درختان تحت رژیم کم آبیاری پایدار دارای پوست قرمزتر و استحکام کمتر، ویتامین C بیشتر و درصد شکر بیشتر می‌باشند (۸). با توجه به نتایج تحقیقات مختلف، اثر کم آبیاری بر کیفیت میوه انار می‌تواند به شکل‌های مختلف بروز کند. این اثرات می‌تواند مثبت یا منفی باشد که بیشتر از هر چیزی به روش کم آبیاری به کار رفته، مقدار

تنش اعمالی و نحوه مدیریت صحیح کم آبیاری بستگی دارد. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، کم آبیاری با روش خشکی موضعی ریشه با کاهش حداکثر ۲۵ درصدی مصرف آب نسبت به آبیاری کامل بهترین نتیجه را در پی دارد.

• اثر کم آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب

یکی از نتایج بسیار مهم کم آبیاری که هدف اصلی آن نیز محسوب می‌شود، کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش بهره‌وری مصرف آب است. با اعمال کم آبیاری مصرف آب کاهش یافته و بهره‌وری مصرف آب افزایش می‌یابد. روش کم آبیاری تنظیم شده یک گزینه مناسب برای مقابله با کم آبی و قیمت بالای آب می‌باشد. هم‌چنین از دو گزینه کم آبیاری پایدار و کم آبیاری تنظیم شده، روش کم آبیاری تنظیم شده در ابتدای فصل یعنی در زمان گل‌دهی و تشکیل میوه راحت‌ترین و بهترین گزینه است (۵). بررسی‌ها نشان داده که روش کم آبیاری تنظیم شده اثرات مثبتی در کیفیت میوه و افزایش بهره‌وری مصرف آب محصول انار دارد، اما روش کم آبیاری پایدار اثرات منفی زیادی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (۱۰). کم آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه، یک راهکار مناسب برای کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری مصرف آب است؛ در زمانی که منابع آب با محدودیت

در نقاط مختلف دنیا استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد روش‌های مختلف کم‌آبیاری از قبیل کم‌آبیاری پایدار، کم‌آبیاری تنظیم‌شده و کم‌آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه را برای درختان انار می‌توان استفاده کرد. انتخاب روش کم‌آبیاری بیشتر به شرایط مزرعه و نحوه مدیریت آن بستگی دارد، اما در مجموع بررسی‌ها نشان داده که روش خشکی موضعی ریشه، هم از لحاظ مدیریتی بهتر است و هم به دلیل مزایای متعددی که دارد برای استفاده در باغ‌های انار توصیه می‌شود. هم‌چنین بررسی‌ها نشان داد که کم‌آبیاری بر کیفیت میوه انار می‌تواند اثرات مثبت و یا منفی داشته باشد که بیشتر از هر چیزی به روش کم‌آبیاری به کار رفته، مقدار تنش اعمالی و نحوه مدیریت کم‌آبیاری بستگی دارد. اما مهمترین مزیت کم‌آبیاری کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب است که در شرایطی که بحران کم‌آبی و خشکسالی حاکم است و یا در شرایطی که هزینه تأمین آب بالا است، یکی از بهترین راهکارها برای به دست آوردن سود بیشینه و گذر از شرایط بحرانی می‌باشد. با وجود این، برای به دست آوردن نتیجه مطلوب رعایت اصول مدیریت کم‌آبیاری، توجه به مراحل حساس گیاه، اجتناب از تنش‌های شدید خشکی لازم و ضروری است.

مواجه است، بدون اینکه کاهش قابل توجهی در عملکرد محصول به وجود بیاید. (۷).

در تحقیقات انجام شده مشخص شد واکنش گیاهان مختلف نسبت به انواع کم‌آبیاری متفاوت است. در این رابطه مهمترین عوامل مؤثر در میزان تغییر عملکرد محصول نسبت به کم‌آبیاری، نوع گیاه و بافت خاک است. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیقات، در تمامی روش‌های کم‌آبیاری باید انتظار کاهش عملکرد محصول را داشت که میزان محصول به مقدار زیادی به نحوه مدیریت و میزان تنش اعمال شده بستگی دارد. مدیریت صحیح کم‌آبیاری شرط لازم برای جلوگیری از کاهش قابل توجه عملکرد محصول است. هم‌چنین توجه به مراحل حساس که باعث کاهش قابل توجه عملکرد می‌شود نیز در مدیریت بهتر کم‌آبیاری مهم می‌باشد. اما استفاده از کم‌آبیاری ضمن کاهش مصرف آب باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب شده و با توجه به بحران کم‌آبی و خشکسالی‌های متعدد می‌تواند به عنوان یک راهکار عملی و مفید در مدیریت تولید محصول و مقابله با بحران کم‌آبی مورد توجه و استفاده قرار گیرد.

نتایج کاربردی

در این تحقیق جنبه‌های مختلف و قابلیت کاربرد کم‌آبیاری برای محصول انار مورد ارزیابی قرار گرفته و بدین منظور از یافته‌های تحقیقات انجام شده

- fruit quality of a pomegranate (*Punica granatum* (L.) CV. Rabab) orchard. *Agricultural Water Management*, 156: 70–78.
- 7- Parvizi, H., Sepaskhah, A.R., Ahmadi, S.H. (2016). Physiological and growth responses of pomegranate tree (*Punicagranatum* (L.) CV. Rabab) under partial root zone drying and deficit irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 163: 146–158.
- 8- Pena, M.E., Artes-Hernandez, F., Aguayo, E., Martinez-Hernandez, G.B., Galindo, A. Artes, F. and Gomez P.A. (2013). Effect of sustained deficit irrigation on physicochemical properties, bioactive compounds and postharvest life of pomegranate fruit (cv. 'Mollar de Elche'). *Postharvest Biology and Technology*, 86:171–180.
- 9- Ruiz-Sanchez, M. C., Domingo, R. and Castel, J. R. (2010). Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(S2): S5-S20.
- 10- Selahvarzi, Y., Zamani, Z., Fatahi, R. and Talaei, A.R. (2017). Effect of deficit irrigation on flowering and fruit properties of pomegranate (*Punica granatum* cv. Shahvar). *Agricultural Water Management*, 192:189–197.

مراجع

- ۱- تدین، م. (۱۳۹۵). بررسی عکس العمل کمی و کیفی انار به مدیریت آبیاری خشکی موضعی ریشه (PRD) در منطقه ارسنجان. گزارش نهایی طرح پژوهشی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۲- چراغی‌زاده، م.، شاه‌نظری، ع.، احمدی، م. و آقاجانی مازندرانی، ق. (۱۳۹۳). بررسی عملکرد میوه کیوی تحت تنش ناشی از اعمال کم‌آبیاری تنظیم‌شده و آبیاری ناقص ریشه. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۱(۱): ۱۹۷–۱۸۱.
- 3- Dodd, I.C. (2005). Root-to-shoot signaling: assessing the roles of «up» in the up and down world of long-distance signaling in plants. *Plant and Soil*, 274: 251-270.
- 4- Geerts, S. and Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96: 1275–1284.
- 5- Intrigliolo, D.S., Bonet, L., Nortes, P.A., Puerto, H., Nicolas, E., Bartual, J., (2013). Pomegranate trees performance under sustained and regulated deficit irrigation. *Irrigation Science*, 31(5): 959–970.
- 6- Parvizi, H. Sepaskhah, A.R. (2015). Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on