

## تعیین موثرترین سامانه‌ی سطوح آبیگر مدیریت شده بر میزان فتوسنتز در نهال بادام

سعید نجفی<sup>\*۱</sup>

\*۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، sa.najafi@ac.urmia.com

### چکیده

استفاده از سطوح آبیگر مدیریت شده برای کاشت نهال‌های مثمر در آن‌ها علاوه بر کمک در استفاده‌ی بهینه از رواناب و حفاظت آب و خاک به تولید محصولات کشاورزی و باغی نیز کمک خواهد کرد. لذا در این مقاله به بررسی نتایج حاصل از اثر تیمارهای بدون تغییر در سامانه (A)، حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D) و عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) بر میزان فتوسنتز و خصوصیات رویشی نهال‌های زردآلو و بادام در استان زنجان پرداخته شد. نتایج بررسی نشان داد تیمارهای E و C در نهال‌های زردآلو و تیمارهای E و B و تیمار C در نهال‌های بادام به ترتیب در اندازه‌گیری‌های ۱۰ و ۲۲ روز بعد از بارندگی تاریخ ۹۰/۴/۳۱ در میزان فتوسنتز از خود مطلوبیت نشان دادند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود طبق نتایج، این‌که سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده عملکردی بهتر از تیمار شاهد داشته‌اند امری غیر قابل انکار است اما در مورد انتخاب بهترین سامانه از نظر عملکرد مطابقت وجود ندارد. بنابراین با توجه به طول دوره‌ی زمانی محدود مورد بررسی، داده‌برداری در تکرار کم و البته اندک مستندات علمی گزارش شده که نتایج مطابق بر هم نیز ندارند نمی‌توان به یک نتیجه‌گیری جامع اشاره کرد. بر همین اساس برای دستیابی به نتایج جامع و قابل پیشنهاد در اجرا، بررسی اثر سامانه‌های سطوح آبیگر باران بر عوامل فتوسنتزی و خصوصیات رویشی نهال‌های مثمر در قالب برنامه‌ای جامع از نظر دوره‌ی زمانی و تعداد دفعات اندازه‌گیری پیشنهاد می‌شود.

### واژه‌های کلیدی

استان زنجان، خصوصیات رویشی، قره‌چریان، منابع آب، نهال‌های مثمر

## مقدمه

آب و دسترسی پایدار به آن یکی از عوامل ایجاد تمدن بشری و توسعه‌ی زندگی و آبادانی در قالب شهرها و روستاها بوده است. این در حالی است که بخش‌هایی از کره‌ی خاکی مانند ایران علی‌رغم قرار گرفتن در کمربند خشکی نیز توانسته‌اند در سازگاری با طبیعت و غلبه بر شرایط سخت طبیعی مانند خشکی محیط، وارث تمدن و آبادانی باشند (آقارزی و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از راهکارهای قابل ذکر نیاکان ایرانیان در غلبه بر خشکی محیط و و پایدارسازی دسترسی به آب را می‌توان استفاده از فناوری‌های سنتی مانند قنات، هوتک، آب‌انبار، دگار، بندسار، دربند و خوشاب دانست (مومن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴؛ درخشان و همکاران، ۱۳۹۳؛ رهبر و همکاران، ۱۳۹۲). هرچند طی چند دهه‌ی اخیر ورود تکنولوژی و امکان استخراج آب‌های زیرزمینی در حجم بالا جهت توسعه‌ی کشاورزی و سایر مصارف آبی سبب بی‌توجهی به روش‌های سنتی استحصال و حفاظت از منابع آبی گردیده است. اما افزایش سریع جمعیت جهان، کاهش منابع آب زیرزمینی و عوارض ناشی از استفاده‌ی افسارگسیخته از آن‌ها در کنار تغییرات اقلیمی (با گرایش افزایش خشکی) سبب روی‌آوری مجدد به روش‌های سنتی به‌عنوان ضرورتی اجتناب‌ناپذیر شد (نجفی و بیات‌موحد، ۱۳۹۱؛ بیات‌موحد و همکاران، ۱۳۹۵؛ Chaves و همکاران، ۲۰۱۱). رویکردی که در تلفیق با دانش روز سعی در بررسی راهکارهایی جهت افزایش محصولات تولیدی کشاورزی و باغی در کنار مصرف بهینه‌ی آب به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک را دنبال می‌کند.

در این میان استفاده از سامانه‌های سطوح آبیگر باران در نوع کوچک مقیاس<sup>۱</sup> که ویژگی آن‌ها استفاده از آب باران در محل جمع‌آوری است می‌تواند راهکاری مناسب جهت غلبه بر مشکلات کم‌آبی و پاسخ به نیازهای جمعیت در حال رشد به محصولات کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد (نجفی و بیات‌موحد، ۱۳۹۱؛ Hu و همکاران، ۲۰۱۴؛ Song و همکاران، ۲۰۱۷). این سامانه‌ها با ابعادی در حدود ۱۰ تا ۵۰۰ مترمربع برای تمرکز دادن آب در یک محل، جمع‌آوری، ذخیره و مصرف در جای آن در مصارف خانگی، دامی و یا کشاورزی قابل استفاده‌اند (قدوسی، ۱۳۸۲؛ Mzirai و Tumbo، ۲۰۱۰؛ Biazin و همکاران، ۲۰۱۲؛ Unami و همکاران، ۲۰۱۵)، بنابراین فرصت خوبی از نظر ایجاد منابع آب ارزان قیمت و استفاده‌ی بهینه از آن‌ها جهت افزایش تولید محصول دیم، مبارزه با بیابان‌زایی و کمک به تولیدات کشاورزی پایدار در مناطق خشک ایجاد می‌کنند (آشغته‌یزدی و وجدانی‌فرد، ۱۳۹۴).

در همین راستا استفاده از سامانه‌های سطوح آبیگر باران جهت توسعه‌ی کشت دیم یا تولید محصول از درختان مثمر مد نظر قرار گرفته است. به‌طوری که کارایی سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده در زنده‌مانی و استقرار نهال‌های کشت شده (شاهینی و رهبر، ۱۳۹۳؛ شاهینی و آسیایی، ۱۳۹۳) و اثر مثبت بر عوامل فتوسنتزی (بیات‌موحد و همکاران، ۱۳۹۵) مورد پژوهش بوده است. بر همین اساس در این مقاله ارجحیت و مطلوبیت تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده در ارتقای میزان فتوسنتز در نهال‌های زردآلو و بادام مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

طرح مورد نظر در ایستگاه پژوهشی قره‌چریان واقع در طول و عرض جغرافیایی ۳۲° و ۵۶° و ۳۶° شمالی و ۵۹° و ۲۰° و ۴۸° شرقی در ۳۵ کیلومتری شمال غرب شهر زنجان به‌تاریخ ۱۳۸۷ اجرا شد. به‌طوری که پنج تیمار مختلف از سامانه‌های سطوح آبیگر باران در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار به صورت تیمارهای شاهد و کاشت بدون تغییر در سامانه (A)، حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D) و عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E) در ابعاد ۸، ۵ و ۰/۵ متر به ترتیب برای طول، عرض و عمق در هر سامانه طراحی شد. مخلوط کاه و کلش و کود دامی به اندازه‌ی ۲۰ درصد حجمی چاله‌ها به هر سامانه افزوده شد. سامانه‌ها به گونه‌ای طراحی شد که با شیب تقریبی نه درصد به سمت پایین دست ادامه می‌یافت. فیلتر به کار برده شده در تیمارها شامل یک مجرای استوانه‌ای به قطر ۱۰ و عمق ۳۰ سانتیمتر بود که در کف چاله و مجاور با چاله‌ی نهال ایجاد و با سنگریزه پر شد تا نفوذ سریع رواناب و توزیع آن در منطقه ریشه به آسانی میسر باشد. تمام سامانه‌ها در قسمت دیواره‌ی پایین دست نیز جهت جلوگیری از فرسایش احتمالی عایق‌بندی شدند. در نهایت، نهال‌های بادام و زردآلو به‌صورت جداگانه به تعداد ۱ اصله در پایین دست هر سامانه کاشته شد. در سال ۱۳۹۰ پس از یک بارندگی ۲۲ میلیمتری به‌تاریخ ۹۰/۴/۳۱، با فاصله‌ی ۱۰ روز از بارندگی میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ با

<sup>1</sup>Micro-catchment rainwater harvesting systems

دستگاه IRGA (LCA4,ADC Bioscientific LTD Hoddoson UK) (بیات‌موحد و همکاران، ۱۳۹۵) به تاریخ ۹۰/۵/۹ اندازه‌گیری شد. برای نتیجه‌گیری بهتر اندازه‌گیری دوم نیز در تاریخ ۹۰/۵/۲۲ انجام شد.

## نتایج و بحث

جدول ۱ میانگین مقادیر فتوسنتز اندازه‌گیری شده در نهال‌های زردآلو و بادام در سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده در زنجان را نشان می‌دهد. با توجه به انتشار نتایج مربوط به نهال زردآلو توسط بیات‌موحد و همکاران (۱۳۹۵) در نهال‌های زردآلو تیمارهای E و C بیش‌ترین عملکرد فتوسنتزی و تیمار A یعنی روش کاشت مطابق با عرف منطقه کم‌ترین عملکرد فتوسنتزی را داشته‌اند. این در حالی است که در مورد نهال‌های بادام طبق نتایج تجزیه واریانس و مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش دانکن، ارائه شده در جدول ۲ و شکل ۱ تیمارهای E و B بیش‌ترین عملکرد فتوسنتزی و تیمار A کم‌ترین عملکرد فتوسنتزی را در اندازه‌گیری اول نشان دادند. در حالی که در اندازه‌گیری دوم تیمار C بیش‌ترین مطلوبیت از نظر میزان فتوسنتز در نهال بادام را از خود نشان داد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود طبق نتایج، این که سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده عملکردی بهتر از تیمار شاهد داشته‌اند امری غیر قابل انکار است اما در مورد مطلوبیت سامانه‌های مختلف مطابقت وجود ندارد. از طرفی طبیعی است اگر عمده کارکرد سامانه‌ها را ارتقای عملکرد نهال‌ها معطوف به رطوبت در دسترس بدانیم بنابراین انتظار این بود که سامانه‌ی D و یا حداقل سامانه‌های دارای فیلتر سنگریزه‌ای در مورد عملکرد نهال‌های زردآلو و بادام بهترین تاثیر را داشته باشند در حالی که نتایج چنین امری را به صورت مطلق تایید نمی‌کنند. این موضوع وقتی اهمیت می‌یابد که بر اساس نتایج عبدی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵) اثر فیلتر سنگریزه‌ای حداقل در عمق ۲۰ سانتی‌متری منجر به افزایش رطوبت گزارش شده است.

جدول ۱- میزان فتوسنتز اندازه‌گیری شده در نهال‌های زردآلو و بادام مستقر در سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده، استان زنجان

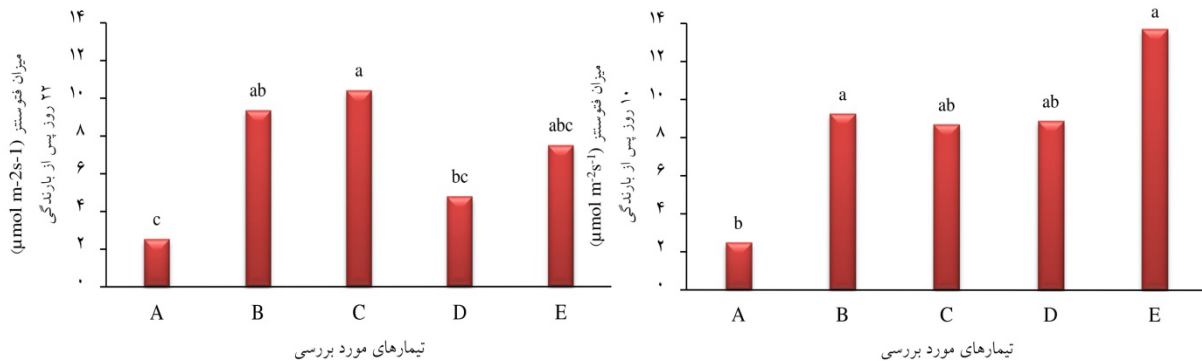
اندازه‌گیری میزان فتوسنتز ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ۱۰ روز پس از بارندگی			
نهال زردآلو	نهال بادام	تیمارها	
۱/۱۳	۲/۵۰	A	میانگین
۵/۱۹	۹/۳۷	B	
۸/۴۷	۸/۷۱	C	
۵/۹۲	۸/۹۰	D	
۹/۶۹	۱۳/۷۳	E	
۷۳	۲۸	A	درصد ضریب تغییرات
۹۷	۳۶	B	
۲۶	۲۵	C	
۸	۶۱	D	
۲۰	۱۴	E	
اندازه‌گیری میزان فتوسنتز ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ۲۲ روز پس از بارندگی			
نهال زردآلو	نهال بادام	تیمارها	
۱/۲۷	۲/۵۳	A	میانگین
۵/۷۷	۹/۳۶	B	
۵/۷۲	۱۰/۴۲	C	
۲/۹۸	۴/۷۸	D	
۳/۵۷	۷/۵۰	E	
۷۷	۱۷	A	درصد ضریب تغییرات
۴۲	۳۶	B	
۲۷	۱۴	C	
۱۰۱	۷۶	D	
۳۳	۱۰	E	

تیمار شاهد (کاشت بدون تغییر در سامانه) (A)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (B)، تیمار با حذف پوشش گیاهی و سنگریزه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (C)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه همراه با فیلتر سنگریزه‌ای (D)، تیمار با عایق کردن بخشی از سامانه بدون فیلتر سنگریزه‌ای (E)

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میزان فتوسنتز در نهال‌های بادام مستقر در سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده، استان زنجان

اندازه‌گیری اول ۱۰ روز پس از بارندگی					
منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماری F	سطح معنی‌داری
بلوک	۱۳/۲۵	۲	۶/۶۲	۰/۶۱۲	۰/۵۷
تیمار	۱۹۲/۲۳	۴	۴۸/۰۶	۴/۴۴۲*	۰/۰۳*
خطا	۸۶/۵۶	۸	۱۰/۸۲	-	-
مجموع	۱۴۰۷/۲۹	۱۵			
اندازه‌گیری دوم ۲۲ روز پس از بارندگی					
منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	مقدار آماری F	سطح معنی‌داری
بلوک	۳/۲۱	۲	۱/۶۱	۰/۲۵	۰/۷۸
تیمار	۱۲۷/۱۲	۴	۳۱/۷۸	۴/۹۵۸*	۰/۰۳*
خطا	۵۱/۲۸	۸	۶/۴۱	-	-
مجموع	۸۹۹/۹۰	۱۵			

\* معنی‌داری در سطح ۵ درصد



شکل ۱- نتایج آزمون دانکن برای میزان فتوسنتز در نهال‌های بادام مستقر در سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده، استان زنجان

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج، در مورد ارجحیت سامانه‌های سطوح آبیگر باران در تولید رواناب و اثر بر میزان فتوسنتز در ارتقای وضعیت رویشی نهال‌های بادام و زردآلو در استان زنجان می‌توان اظهار نظر قطعی نمود اما در مورد این که کدام یک از تیمارهای مورد بررسی بهترین عملکرد را داشته‌اند نمی‌توان اظهار نظر قطعی ارائه داد چرا که در نهال‌های زردآلو تیمارهای E و C و در نهال‌های بادام تیمارهای E، B و C بهترین عملکرد را از خود نشان دادند. حتی در مورد مطلوبیت فیلتر سنگریزه‌ای علی‌رغم گزارش برخی مقالات در مورد افزایش رطوبت عمقی خاک، سامانه‌های دارای فیلتر سنگریزه‌ای الزاما این مطلوبیت را در تاثیر بر میزان فتوسنتز به وضوح نشان ندادند و این موضوع زمانی اهمیت دو چندان می‌یابد که هزینه‌ی تعبیه‌ی فیلترها در احداث سامانه‌ها مد نظر قرار گیرد. در توجیه چنین نتایجی می‌توان عواملی چون هدر روی آب نفوذی بدلیل وجود فیلتر، نوع ریشه‌ی متفاوت نهال‌های متفاوت و طول دوره‌ی کوتاه بررسی را مد نظر قرار داد که به‌عنوان کاستی‌های پژوهش‌های انجام شده مطرح می‌باشند. بر همین اساس در راستای ارتقای سطح پژوهش‌های آتی و دستیابی به نتایج جامع پیشنهادات زیر قابل ارائه می‌باشد:

- الف) توجه به طراحی سامانه‌ها مبتنی بر فواصل و رژیم بارندگی هر منطقه و حجم آب مورد نیاز برای جمع‌آوری در هر سامانه
- ب) اندازه‌گیری عوامل فتوسنتزی در قالب برنامه‌ای جامع از نظر دوره‌ی زمانی و تعداد دفعات به منظور دستیابی به نتایج با قابلیت اعتماد و استناد بیشتر

## تشکر و قدردانی

از همکاری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی به‌ویژه بخش‌های آب و خاک و آبخیزداری و مساعدت ویژه‌ی مهندس فرزاد موحدبیات در امر داده‌برداری کمال تشکر و قدردانی را دارد.

## منابع

- اقارضی، ح.، ع.ا. داودی‌راد، و ش. نیکجه‌فراهانی. ۱۳۹۵. مقایسه کارایی سه نوع سامانه استحصال رواناب. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران، ۴ (۱): ۲۵-۳۴.
- آشفته یزدی، ع.و.م. وجدانی‌فرد. ۱۳۹۴. بررسی امکان استحصال و بهره‌برداری از آب باران به منظور آبیاری در گلخانه‌های استان خراسان رضوی. سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۳ (۱): ۱۵-۲۲.
- بیات‌موحد، ف.، س. نجفی و م. روغنی. ۱۳۹۵. بررسی اثر سامانه‌های سطوح آبیگر مدیریت شده روی عوامل فتوسنتزی نهال‌های زردآلو. نشریه‌ی علمی‌پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ۸ (۲): ۱۹۳-۲۰۲.
- درخشان، ه.، ا. زراعتی و ع. خاشعی سیوکی. ۱۳۹۳. استحصال آب باران برای صرفه جویی مصرف آب در کشاورزی (مطالعه موردی: دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند). مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۲ (۴): ۴۷-۵۴.
- رهبر، غ.، ح. مصباح و م.س. عظیمی. ۱۳۹۳. مروری بر روش‌های سنتی بهره‌برداری از سیلاب با بنای سطوح آبیگر کوچک در استان فارس. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۲ (۱): ۲۷-۳۶.
- شاهینی، غ.، و م. آسیایی. ۱۳۹۳. استحصال آب باران به روش میکروکچمنت‌های لوزی شکل. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران، ۲ (۱): ۳۷-۴۲.
- شاهینی، غ.، و غ. رهبر. ۱۳۹۳. استحصال آب در میکروکچمنت‌ها برای توسعه مناطق خشک کم آب. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۲ (۳): ۵۳-۶۰.
- شاهینی، غ.، و م. روغنی. ۱۳۹۳ الف. کاربرد یکی از روش‌های استحصال آب در احیاء اراضی شیب‌دار با کشت زیتون. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران، ۲ (۴): ۴۱-۴۶.
- عبدی‌نژاد، پ.، م. روغنی و ح. شامی. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر فیلتر سنگریزه‌ای بر انتقال رطوبت در خاک در سامانه‌های سطوح آبیگر باران (مطالعه‌ی موردی ایستگاه تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی پخش سیلاب قره‌چریان زنجان). یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه یاسوج، ۴۰۴-۴۱۲.
- قدوسی، ج. ۱۳۸۲. ارزیابی جایگاه آبخیزداری در مدیریت حوزه‌های آبخیز، مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری، تهران، ص ۱۴۶-۱۵۴.
- مومن‌زاده، ی.، ح. خزیمه‌نژاد و ا. رضایی. ۱۳۹۴. آبیاری کم‌ربند سبز ابتدایی جاده بیرجند به قاین با استفاده از آب باران. مجله‌ی علمی‌ترویجی سامانه‌های سطوح آبیگر باران. ۳ (۲): ۵۵-۶۲.
- نجفی، س.، و ف. بیات‌موحد. ۱۳۹۱. مقایسه‌ی رشد قطری نهال‌های زردآلو و بادام در تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبیگر باران. اولین کنفرانس ملی سامانه‌های سطوح آبیگر باران، مشهد، ۱۳۲.
- Chavez, M.M., J.M. Costa, N.J.M. Saibo. 2011. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity. *Advances in Botanical Research*, 57: 49-104.
- Hu, Q., F. Pan, X. Pan, D. Zhang, N. Yang, Z. Pan, ... and D. Tuo. 2014. Effects of a ridge-furrow micro-field rainwater-harvesting system on potato yield in a semi-arid region. *Field Crops Research*, 166: 92-101.
- Song, X., X. Gao, X. Zhao, P. Wu, and M. Dyck 2017. Spatial distribution of soil moisture and fine roots in rain-fed apple orchards employing a Rainwater Collection and Infiltration (RWCI) system on the Loess Plateau of China. *Agricultural water management*, 184: 170-177.
- Mzari, O.B. and S.D. Tumbo. 2010. Macro-catchment rainwater harvesting systems: challenges and opportunities to access runoff. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 7 (2): 789-800.
- Unami, K., O. Mohawesh, E. Sharifi, J. Takeuchi, and M. Fujihara. 2015. Stochastic modelling and control of rainwater harvesting systems for irrigation during dry spells. *Journal of Cleaner Production*, 88: 185-195.