

مقاله پژوهشی

مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب کشور در سال‌های پر باران

مراد سپهوند^{۱*}

چکیده

در سال‌های پر باران غرب کشور، بارندگی‌ها از اوایل پاییز شروع و تا اواسط بهار سال بعد ادامه می‌یابد. در چنین سال‌هایی باید محصولات پاییزه‌ای را کشت کرد که بیشتر نیاز آبی خود را از نزولات آسمانی تأمین کنند. به منظور مقایسه دو گیاه زراعی گندم و کلزا از نظر پارامترهای مذکور، یک طرح تحقیقاتی در سال زراعی ۱۳۸۰-۸۱ (سال پر باران) در ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی (استان لرستان)، اجرا شد. دو گیاه در کرت‌های ۱۲ مترمربعی (۳×۴ متر) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، به صورت ردیفی کشت شدند. کلزا در تاریخ ۱۳۸۰/۷/۲۴ و گندم در تاریخ ۱۳۸۰/۸/۱۵ کشت شد. آبیاری هر دو گیاه براساس معیار رطوبت خاک معادل ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و با استفاده از یک پمپ کوچک متصل شده به کنتور و شیلنگ، انجام گرفت. هر دو گیاه در هفته آخر خردادماه سال بعد برداشت و عملکرد دانه آنها مشخص شد. نتایج طرح نشان داد که اختلاف میانگین کل آب مصرفی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آب دو گیاه زراعی در سطح یک درصد معنی‌دار است. مشخص شد که در سال‌های پر باران مناطق غربی کشور (بارندگی بیش از ۵۰۰ میلی‌متر)، گندم با ۲ بار آبیاری (در تاریخ‌های ۱۳۸۰/۸/۱۹ و ۱۳۸۱/۲/۲۹) و کل آب مصرفی (آبیاری + بارندگی مؤثر) ۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار و کلزا با ۳ بار آبیاری (در تاریخ‌های ۸۰/۷/۲۴، ۸۰/۷/۲۹ و ۸۱/۲/۲۹) و کل آب مصرفی ۶۵۹۰ متر مکعب در هکتار، دوره رشد خود را تکمیل می‌کنند. میانگین بهره‌وری آب در گندم و کلزا به ترتیب ۱/۶۴ و ۰/۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب و بهره‌وری اقتصادی مصرف آب آنها به ترتیب ۲۱۲۸ و ۱۵۰۸ ریال بر متر مکعب بود. نتیجه آنکه در سال‌های پر باران مناطق غرب کشور، کشت گندم (به عنوان گیاه پاییزه) با توجه به تعداد آبیاری و کل آب مصرفی کمتر و در عین حال بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی بیشتر بر کشت کلزا برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: گندم، کلزا، نیاز آبی، بهره‌وری آب، بهره‌وری اقتصادی آب.

ارجاع: سپهوند م. ۱۳۸۸. مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب کشور در سال‌های پر باران. مجله پژوهش آب ایران. ۳ (۴): ۶۳-۶۸.

۱- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان

* نویسنده مسئول: Sepah1384@yahoo.com

تاریخ پذیرش: 1388/06/15

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱/۳۰

مقدمه

شرایط خاص اقلیمی ایران که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت انکارناپذیر آن است، هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب کشور کرده است (ابراهیمی‌پاک ۱۳۸۱). در همین راستا می‌توان گفت که آب آبیاری مهم‌ترین نهاده تولید کشاورزی است. به دلیل محدودیت منابع آب، از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی مستعد کشاورزی کشور فقط ۷/۸ میلیون هکتار به صورت فاریاب کشت می‌شود. از طرف دیگر از ۸۹ میلیارد مترمکعب آب استحصال شده، حدود ۸۳ میلیارد مترمکعب یعنی ۹۳/۵ درصد آن به بخش کشاورزی اختصاص دارد. میزان کنونی تولیدات کشاورزی فاریاب در کشور بالغ بر ۵۷ میلیون تن است، یعنی به ازای هر مترمکعب آب مصرف شده تقریباً ۰/۷ کیلوگرم محصول تولید می‌شود که در مقایسه با کشورهای پیشرفته، رقم پایینی است. این در حالی است که با توجه به رشد جمعیت، میزان تولید محصولات آبی در افق سال ۱۴۰۰ باید به حداقل ۱۸۶ میلیون تن برسد. برای دستیابی به این میزان تولید با بهره‌وری فعلی مصرف آب، باید بالغ بر ۲۶۶ میلیارد مترمکعب آب آبیاری در دسترس باشد که امکان آن وجود ندارد (کریمی، صدیقی و نصر ۱۳۸۱). تنها در صورت بهینه‌سازی و افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی، می‌توان به اهداف فوق دست یافت. کارایی یا بهره‌وری آب^۱ به مقدار ماده خشک گیاهی تولید شده به ازای هر مترمکعب آب آبیاری مصرف شده، اطلاق می‌شود. برای افزایش بهره‌وری آب، مجموعه‌ای از یک سامانه کارآمد زراعی اعم از مهار آب، انتقال آب تا مزرعه، توزیع یکنواخت و صحیح آب در مزرعه، اتخاذ روش صحیح آبیاری، عملیات کاشت و داشت صحیح، رعایت دقیق مسائل به‌زراعی و به‌نژادی و ... مورد نیاز است. در چنین سامانه‌ای از مدیریت مطلوب آبیاری استفاده شده و آب کافی به موقع بر اساس مراحل فنولوژیک و نیاز واقعی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و کارایی مصرف آب در حد بالایی قرار دارد. متوسط کارایی مصرف آب در محصولات زراعی کشور حدود ۰/۷ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شده است که این رقم در بسیاری از کشورها بیش از ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب

گزارش شده است (کشاورز و صادق‌زاده ۱۳۷۹). در صورتیکه هدف تحقق پیش‌بینی افق سال ۱۴۰۰ در مورد میزان تولید محصولات آبی کشور باشد، باید متوسط بهره‌وری آب به رقم ۱/۸ تا ۲ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یابد (کریمی، صدیقی و نصر ۱۳۸۱). برای نیل به این مهم باید مدیریت آب به ویژه مدیریت توزیع و مصرف آن در مزرعه بهبود یابد. از آن گذشته باید به نوع گیاهی که کشت می‌شود نیز توجه داشت. به عنوان یک عمل منطقی همواره توصیه می‌شود محصولات کشت شوند که بهره‌وری آب در آنها بیشتر است. در ارتباط با کارایی مصرف آب در محصولات مختلف، پژوهش‌های متعددی انجام گرفته است.

اسماعیلی و همکاران حداکثر عملکرد دانه کلزا (۳۹۶۴ کیلوگرم در هکتار) در استان زنجان را با مصرف ۵۵۷۰ مترمکعب آب در هکتار، گزارش کرده‌اند. ابراهیمی‌پاک نیز اظهار داشته است که به ازای هر لیتر روغن استحصال شده از گیاه زراعی کلزا بین ۳ تا ۵ مترمکعب آب مصرف می‌شود. ناصری کارایی مصرف آب (بر اساس ماده خشک گیاهی) در گندم را ۰/۵۴ تا ۱/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب و قائمی و عطاری آن را ۰/۸۹۶ تا ۱/۰۰۲ کیلوگرم دانه به ازای هر مترمکعب آب مصرفی، گزارش کرده‌اند.

اسدی و همکاران کارایی مصرف آب در گندم را ۰/۶۱ تا ۱/۳۵ کیلوگرم در مترمکعب اعلام کرده‌اند. به طور کلی در کشور ما کارایی مصرف آب در محصولاتی مانند جو، یونجه، ذرت دانه‌ای و گندم بیشتر از سایر محصولات برآورد شده است. اما موضوع بسیار مهم‌تر از بهره‌وری آب، بهره‌وری اقتصادی مصرف آب در گیاهان زراعی است. از دیدگاه اقتصادی، تنها افزایش بهره‌وری آب، کافی نیست بلکه محصول تولید شده (با بهره‌وری آب بالا) باید ارزش اقتصادی یا درآمد بیشتری نصیب کشاورز کند. بهره‌وری اقتصادی عبارت است از بهای محصول تولید شده به ازای یک واحد آب آبیاری مصرف شده که می‌توان آن را بر حسب ریال بر مترمکعب بیان کرد. در ارتباط با ارزیابی اقتصادی مصرف آب در کشاورزی، کار پژوهشی چندانی در کشور ما انجام نشده است و هنوز به آن توجه کافی نمی‌شود.

سپهوند اظهار کرده است که با هر آبیاری اضافه (علاوه بر آبیاری متعارف زارعین) در گیاه زراعی سویا در منطقه الشتر لرستان، بین ۱۸۰ تا ۲۲۰ هزار ریال درآمد نصیب کشاورزان

^۱ - Water productivity

بیانگر ۶۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی (FC) باشد. با توجه به آنکه رطوبت FC خاک محل اجرای تحقیق ۲۵ درصد وزنی بود، لذا برای گیاهان کشت شده زمانی که رطوبت خاک به ۱۵ درصد (۶۰ درصد FC) می‌رسید، آبیاری انجام شد تا مجدداً به حد FC برسد. این کار تا زمان رسیدگی کامل محصولات زراعی ادامه داشت. رطوبت خاک با نمونه‌برداری روزانه از عمق ۳۰ سانتی‌متری، اندازه‌گیری شد. در هر بار آبیاری، حجم آب استفاده شده با استفاده از کنتور قرائت می‌شد. با جمع کردن مقادیر آب آبیاری مصرف شده برای هر گیاه در طول دوره رشد آن، میزان کل آب آبیاری مصرف شده آن به دست آمد. برای دو گیاه زراعی گندم و کلزا، دوره خواب (مدت زمانی از سال که به دلیل سرما گیاه فعالیت بسیار کمی از نظر جذب آب و مواد غذایی دارد) مشخص شد. بارندگی مؤثر در خارج از دوره خواب از رابطه

به دست آمد:

(۱) $125 / (بارندگی\ ماهانه \times 0.2 - 125) \times بارندگی\ ماهانه = بارندگی\ مؤثر$
این رابطه را SCS ارائه کرده است که برای شرایط ایران نیز مناسب است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶).

بارندگی مؤثر برای هر ماه محاسبه و مجموع آن در طول دوره رشد گیاه به میزان آب آبیاری مصرفی آن اضافه شد تا کل آب مصرفی بدست آید. آمار بارندگی سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ از ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد (واقع در حدود ۵ کیلومتری جنوب محل اجرای طرح) به دست آمد. پس از رسیدن گیاهان کشت شده، کرت‌های آزمایشی برداشت شده و عملکرد دانه آنها توزین شد. بهره‌وری آب هر گیاه با تقسیم عملکرد دانه بر کل آب مصرفی و بهره‌وری اقتصادی آب با تقسیم قیمت محصول تولید شده بر کل آب مصرفی، محاسبه شد. میانگین کل آب مصرفی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آب گیاهان کشت شده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C، مورد مقایسه آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

در جدول ۱ وضعیت بارندگی محل اجرای طرح در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ درج شده است. از داده‌های این جدول برای محاسبه بارندگی مؤثر و مورد استفاده دو گیاه زراعی گندم و کلزا در ماه‌هایی که جزء دوره خواب آنها محسوب نمی‌شود، استفاده شده است. براساس تجربیات چندین ساله

می‌شود. بسیار منطقی است که در کشوری مثل ایران که در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد، بهره‌وری اقتصادی آب مورد توجه قرار بگیرد زیرا ممکن است با اتخاذ شیوه صحیح مدیریت آبیاری، بتوان به بهره‌وری آب قابل قبولی رسید اما چنین بهبودی در بهره‌وری، ارزش اقتصادی لازم را نداشته باشد. با چنین دیدگاهی در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ (سال پر باران) یک طرح تحقیقاتی در مورد آب مورد نیاز، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی مصرف آب دو گیاه زراعی (گندم و کلزا) در ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی خرم‌آباد (استان لرستان) اجرا شد که نتایج آن در این مقاله ارائه شده است.

هدف از این پژوهش، مقایسه دو محصول پاییزه گندم و کلزا از دیدگاه شاخص‌های آبیاری، به ویژه بهره‌وری اقتصادی مصرف آب، است تا مشخص شود که در سال‌های پر باران مناطق غرب کشور (که میزان و الگوی پراکنش بارندگی نسبتاً مناسب است) با توجه به شاخص‌های مذکور، کشت کدامیک از دو محصول عمده در اولویت است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه‌ای به مساحت ۵۰۰ مترمربع واقع در ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی خرم‌آباد (استان لرستان) که خاک آن عمیق با بافت لوم رسی لای‌دار (رس ۳۵ درصد، سیلت ۴۸ درصد و شن ۱۷ درصد)، اسیدیته ۷/۶۱، شوری ۰/۶۵ دسی زیمنس بر متر و آهک ۳۴ درصد بود، انجام شد. در پاییز سال ۱۳۸۰، زمین مذکور شخم و دیسک و تسطیح شد تا برای کشت گندم و کلزا آماده شود. پس از تهیه زمین، دو گیاه زراعی گندم و کلزا به عنوان تیمارهای آزمایشی و در سه تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در کرت‌های ۱۲ مترمربعی (۳×۴ متر) کشت گردیدند. عملیات کاشت و داشت و برداشت هر دو گیاه زراعی مطابق استانداردهای مؤسسه‌های تحقیقاتی انجام شد. ارقام کشت شده گندم و کلزا به ترتیب الموت و طلایه بودند که سازگار با منطقه اجرای طرح هستند. برای آبیاری گیاهان زراعی کشت شده، از یک پمپ کوچک که به شیلنگ و کنتور (برای اندازه‌گیری حجم آب مصرفی) متصل بود، استفاده گردید. زمان آبیاری برای گیاهان کشت شده معادل وضعیت رطوبتی در خاک در نظر گرفته شد که

جدول ۱- وضعیت بارندگی ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد در سال

زراعی ۸۱-۱۳۸۰ (مهر ۱۳۸۰ لغایت شهریور ۱۳۸۱)

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	ماه	بارندگی (میلی‌متر)
مهر	۰/۱	فروردین	۱۴۰/۶
آبان	۶۹/۱	اردیبهشت	۴
آذر	۱۷/۵	خرداد	۴
دی	۴۹/۵	تیر	۴
بهمن	۳۴/۹	مرداد	۴
اسفند	۴۳/۳	شهریور	۴
جمع سالانه ۵۱۶/۶ میلی‌متر			

در محل اجرای طرح، دوره خواب دو گیاه زراعی گندم و کلزا در بهمن ماه است. در این ماه، میانگین دمای روزانه کمتر از صفر فیزیولوژیک این دو گیاه (۵ درجه سانتی‌گراد) است. با ملاحظه داده‌های جدول ۱، مشخص می‌شود که سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ از نظر میزان بارندگی و همچنین پراکنش آن نسبتاً مناسب بوده و بخش عمده آب مورد نیاز محصولات پاییزه از جمله گندم و کلزا از نزولات آسمانی تأمین شده است. در سال زراعی یاد شده ۲۴ درصد بارندگی‌ها پاییزه، ۳۵ درصد زمستانه و ۴۱ درصد بهاره بوده است. جدول ۲، آب آبیاری مصرفی، بارندگی مؤثر و کل آب مصرفی گندم و کلزا را طی سیکل رشد آنها نشان می‌دهد.

جدول ۲- آب مصرفی گندم و کلزا طی دوره رشد آنها در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ (مهر ۱۳۸۰ لغایت شهریور ۱۳۸۱)

ماه	گندم (متر مکعب در هکتار)		کلزا (متر مکعب در هکتار)		کل آب مصرفی
	آب آبیاری مصرفی	بارندگی مؤثر	آب آبیاری مصرفی	بارندگی مؤثر	
مهر	-	-	۱۲۷۰	-	۱۲۷۰
آبان	۶۳۳	۳۰۷	۶۳۵	۶۲۰	۱۲۵۵
آذر	-	۱۲۶۰	-	۱۲۶۵	۱۲۶۵
دی	-	۴۰۰	-	۴۰۰	۴۰۰
بهمن	-	-	-	-	دوره خواب
اسفند	-	۴۰۳	-	۴۰۰	۴۰۳
فروردین	-	۱۰۹۰	-	۱۰۹۰	۱۰۹۰
اردیبهشت	۸۶۷	۴۰	۸۷۰	۴۰	۹۱۰
جمع	۱۵۰۰	۳۵۰۰	۲۷۷۵	۳۸۱۵	۶۵۹۰

می‌شود. کل آب مصرفی کلزا بیشتر از گندم و برابر با ۶۵۹۰ مترمکعب در هکتار است که ۲۷۷۵ مترمکعب آن با آبیاری (۳ بار آبیاری) و ۳۸۱۵ مترمکعب از طریق بارندگی تأمین می‌شود.

در جدول ۳ کل آب مصرفی، عملکرد دانه، بهره‌وری و بهره‌وری اقتصادی مصرف آب دو گیاه زراعی گندم و کلزا آورده شده است.

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که در سال‌های پرباران مناطق غرب کشور، بیشتر نیاز آبی گندم و کلزا (به ترتیب ۷۰ و ۵۸ درصد) از نزولات آسمانی تأمین می‌شود. با این حال کلزا به دلیل تاریخ کاشت زودتر (مهرماه) و عدم وجود بارندگی در این ماه، نیاز به آبیاری و در نتیجه مصرف آب بیشتری دارد. به طور کلی از ۵۰۰۰ متر مکعب کل آب مصرفی گندم طی دوره رشد آن، ۱۵۰۰ مترمکعب با آبیاری (۲ بار آبیاری) و ۳۵۰۰ مترمکعب از طریق بارندگی تأمین

جدول ۳- کل آب مصرفی، عملکرد، بهره‌وری و بهره‌وری اقتصادی آب در گندم و کلزا

بهره‌وری	بهره‌وری آب	درآمد	عملکرد دانه	کل آب	گیاه
اقتصادی آب (ریال بر متر مکعب)	(کیلوگرم بر مترمکعب)	(ریال در هکتار)	(کیلوگرم بر مترمربع)	مصرفی (مترمکعب در هکتار)	زراعی
۲۱۲۸a	۱/۶۴a	۱۰۶۵۶۱۰۰	۰/۸۱۹۷a	۵۰۰۰a	گندم
۱۵۰۸b	۰/۶۰b	۹۹۵۰۰۰۰	۰/۳۹۸۰b	۶۵۹۰b	کلزا

مطابق داده‌های جدول ۳ اختلاف میانگین کل آب مصرفی، عملکرد دانه، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آب گندم و کلزا در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. بهره‌وری آب در گندم بیش از ۲/۵ برابر کلزا است (۱/۶۴ کیلوگرم دانه در مقابل ۰/۶۰ کیلوگرم دانه به ازای هر مترمکعب آب مصرفی). مفهوم این سخن آن است که در شرایط بهینه کاشت، داشت و برداشت گندم به ازای هر واحد آب مصرفی ۲/۵ برابر کلزا محصول تولید می‌کند.

فراهانی و اوپس (۲۰۰۸) بهره‌وری کلی آب در غلات در حوزه کرخه را حدود ۰/۴ کیلوگرم بر متر مکعب اعلام کرده‌اند در حالی که دهقانی‌سانچ و معیری (۲۰۰۸) تغییرات آن در مناطق ارومیه، مشهد و کرخ را بین ۰/۵ تا ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد کرده‌اند. آنگوس و وان هرواردن (۲۰۰۱) بهره‌وری آب در گندم دیم را ۲۰ کیلوگرم به ازای هر میلی‌متر بارندگی اعلام نموده‌اند. آنگوس و همکاران (۱۹۹۱) بهره‌وری آب در گندم آبی را ۰/۹۱ تا ۱/۴۱ کیلوگرم بر میلی‌متر آبیاری برآورد کرده‌اند (۱۱). همچنین بهره‌وری اقتصادی مصرف آب در گندم ۱/۴ برابر کلزا است (۲۱۲۸ ریال در مقابل ۱۵۰۸ ریال به ازای هر مترمکعب آب مصرفی با در نظر گرفتن قیمت تضمینی ۱۳۰۰ ریال برای هر کیلوگرم گندم و ۲۵۰۰ ریال برای هر کیلوگرم کلزا در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰). این موضوع از دیدگاه اقتصاد مصرف آب حائز اهمیت است. بنابراین با توجه به داده‌های حاصل از اجرای این تحقیق از نقطه نظر میزان آب مصرفی، بهره‌وری و بهره‌وری اقتصادی آب در سال‌های پرباران مناطق غرب کشور کشت گندم بر کشت کلزا به عنوان محصول پاییزه ارجحیت دارد و قابل توصیه برای برنامه‌ریزان و بهره‌برداران می‌باشد.

منابع

- ۱- ابراهیمی‌پاک ن. ۱۳۸۱. تأثیر میزان و دور آبیاری بر مقدار روغن کلزا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- ۲- اسدی ح. نیشابوری م. و سیادت ح. ۱۳۸۰. اثر تنش آبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی روابط آبی گندم. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد.
- ۳- اسماعیلی م. گلچین ا. و عزیزی م. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد دانه کلزا در استان زنجان. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- ۴- آشگر طوسی ش. علیزاده ا. و تقی‌زاده کاخکی ح. ۱۳۸۲. بهینه‌سازی الگوی کشت در وضعیت خشکسالی. فصلنامه خشکی و خشکسالی. ۱۰: ۵-۲.
- ۵- سپه‌وند م. ۱۳۷۹. تعیین نیاز آبی سویا در الشتر لرستان. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.
- ۶- فرشی ع ا. شریعتی م. جاراللهی ر. قائمی م. شهابی فر م. و تولایی م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد اول. نشر آموزش کشاورزی.
- ۷- قائمی م. ر. و عطاری ا.ع. ۱۳۷۹. بررسی کارایی مصرف آب آبیاری (روش بارانی) در ارقام گندم. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.
- ۸- کریمی م. صدیقی س. و نصر اصفهانی ا. ۱۳۸۱. کارایی مصرف آب در محصولات زراعی کشور. فصلنامه خشکی و خشکسالی. ۴: ۵۶-۵۲.

- 13-Dehghanisanij H. and Moayeri M. 2008. Overview of crop water productivity in irrigated agriculture in lower karkheh river basin. In: Improving On-farm Agricultural Water Productivity in Karkheh River Basin. A Compendium of Review Papers. CGIAR challenge program on water and food. Research Report No. 1.
- 14-Farahani H. and Oweis T. 2008. Agricultural water productivity in Karkheh river basin. In: Improving On-farm Agricultural Productivity in Karkheh River Basin. A Compendium of Review Papers. CGIAR challenge program on water and food. Research Report No.1.
- ۹- کشاورز ع. و صادق‌زاده ک. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی. مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۱۰- ناصری ا. ۱۳۷۷. تحلیل و بهینه‌سازی مصرف آب و تولید محصولات زراعی در مغان. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- 11- Angus J. F. van Herwarden A.F. and Howe G.N. 1991. Productivity and break crop effects of winter-growing oilseeds. Aust. J. Exp. Agric. 31:669-677.
- 12- Angus J. F. and van Herwarden A.F. 2001. Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat. Aust. J. Agron. 93:290-298.