سال سوم، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۵، صفحات ۷۳ تا ۸۲
نشریه آب و توسعه پایدار

2017, Vol.3, No.2, Pages 73 to 82
Journal of Water and Sustainable Development

تأثیر کاهش فصل رشد محصولات زراعی پاییزه بر بهره‌برداری پایدار از منابع آب زیرزمینی

علیرضا خداشناس

دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، محقق بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد.
E-Mail: khodashenas48@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۰

چکیده

در حال حاضر قسمت عمده‌ای از آب مورد نیاز بخش‌های کشاورزی، صنعت و سایر مصارف استان خراسان رضوی با استفاده از منابع محدود زیرزمینی تأمین می‌شود امّا روند کنونی مصرف آب در بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی موجد نگرانی‌های جدی در زمینه دوام کمیت و کیفیت آب قابل دسترس برای تأمین نیازهای آینده‌ای نه‌چندان دور در این استان است. به‌منظور دستیابی به رهیافتی برای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی استان و نیز تعیین پتانسیل تولید گندم، جو و کلزا به عنوان مهم‌ترین محصولات زراعی پاییزه استان در اثر کاهش فصل رشد، مطالعه‌ای در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شد. در سال‌های انجام مطالعه، آزمایشات تکراردار برای همه محصولات به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد به گونه‌ای که تاریخ‌های کاشت به عنوان کرت‌های اصلی و تنوعی از ارقام این محصولات از طریق کرت‌های فرعی مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج حاکی از آن است که با وجود کوتاه شدن فصل رشد در اثر تاریخ کاشت‌های پیشنهادی برای این محصولات، پتانسیل تولید دانه قابل قبول است، گرچه از نظر عملکرددانه نسبت به تاریخ کاشت‌های مطلوب کاهش نشان می‌دهد. با این وجود به نظر می‌رسد امکان کاهش فصل رشد گندم، جو و کلزا و حذف آبیاری‌های پائیزه وجود دارد. در یک نگرش کلی برآیند نتایج سال‌های انجام آزمایش نشان می‌دهد که انتخاب مطلوب برای تاریخ کاشت گندم، جو و کلزا با حذف آبیاری‌های پاییزه در مشهد، کشت انتظار است (اولین زمانی که به علت کاهش دما بذور سبز نشده و سبز آن‌ها پس از رفع سرمای زمستان صورت گیرد) امّا برای محصولات گندم و جو این دامنه می‌تواند تا اول اسفندماه نیز ادامه یابد، گرچه توصیه همان تاریخ کاشت مطلوب است.

واژه‌های کلیدی: کاهش فصل رشد، بهره‌وری آب، گندم، جو، کلزا.

The Impact of Reduction in Growth Season of Autumn Crops on Sustainable Use of Groundwater Resources

A. khodashenas

Ph.D in Agricultural Ecology, Researcher, Member of Horticulture Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
Email: khodashenas48@yahoo.com

Received: 11-4-2016
Accepted: 10-9-2016

Abstract

Currently, a considerable amount of water usage in various sectors of the Khorasan Razavi province: agriculture and industry etc., is supplied through the restricted underground water resources. However, the current trend of water usage in the various sectors, including agriculture, is a cause for serious concerns regarding the durability of quantity and quality of available water to meet future. To achieve an approach for reducing water consumption in the agricultural sector of the province, and to determine the effects of changing the planting date on production potential of wheat, barley, and rapeseed, as the most important autumn crop in province, a study was carried out in the agriculture and natural resources research and education center of Khorasan Razavi. During the years that this study targets, replicated trials for all crops were carried out as split plots in a randomized complete block design with three replications, So that planting dates as main plots and a diversity of varieties of these crops were studied through subplots. Results indicate that grain yield potential is considerable, with respect to the shortening of growth season for the aforementioned grains. However, compared to favorable grain yields a reduction in crop output was identified. However, it seems that a reduction in the growth season of wheat, barley, and rapeseed along with elimination of autumn irrigations is possible. In general, the outcome of the trial years results show that the optimal choice for the planting date of wheat, barley, and rapeseed, by eliminating irrigation in Mashhad, is the Pending Culture (i.e., when a decrease in temperature stops the seeds from germinating and the seeds sprout after the passage of the winter cold). But for wheat and barley this period may continue until 20th of February, although the optimum planting date is still recommended.

Keywords: growth season reduction, water productivity, wheat, barley, rapeseed.

DOI: 10.22067/jwsd.v3i2.55013

مقدمه

درک محدودیت‌های پدید آمده برای بهره‌برداری از منابع و نیز گسترش فرهنگ بهره‌برداری پایدار، لزوم نگرش جدی برای تغییر کارکردها در همه عرصه‌های مرتبط با مصرف منابع محدود را به عنوان گزینه‌ای نه چندان اختیاری پیش رو قرارداده است و منابع آبی یکی از آن‌ها است. محدودیت منابع آبی در سراسر جهان مورد توجه است امّا در مناطق خشک مشکل فراتر بوده و با بهره‌برداری نادرست از آن‌ها امکان نابودی منابع آبی و به تبع آن بخش‌های مختلف وابسته به آن بیشتر است، موضوعی که اثرات ناشی از آن بر پیشرفت تمدن‌ها غیرقابل تصور می‌نماید. بخش زیادی از کشور ما جزء مناطق خشک و حتی بیابانی است. استان خراسان رضوی نیز یکی از استان‌هایی است که در منطقه‌ای خشك و کم آب قرار دارد و متوسط بارندگی آن از ۲۲۵ میلی‌متر در سال تجاوز نمی‌کند و با توجه به این که بارندگی ها به طور عمده در زمستانه و بهار اتفاق می‌افتد، بنابراین برای کاشت محصولات زراعی پاییزه از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌شود. از آنجا که سهم زیادی از توسعه بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب استان خراسان رضوی بر مبنای منابع آبی زیرزمینی بوده است، با کاهش نزولات جوی وابستگی زیاد به آب‌های زیرزمینی، توسعه پایدار استان را به مخاطره انداخته است؛ طبق آمار و گزارشات ارائه شده، حدود ۸۷/۷ درصد آب مورد مصرف بخش کشاورزی در استان خراسان رضوی از منابع آبی زیرزمینی استحصال می‌شود (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی،۱۳۹۵). باید توجه داشت که منابع آب‌های زیرزمینی از حساسیت فوق‌العاده‌ای برخوردار بوده و ضرورت دارد که این منابع مدیریت شده و نحوه مصرف آن‌ها مورد نظارت بیشتری قرارگیرد (بران و هنربخش،۱۳۸۷).

کشاورزی فاریاب در کشور ما تا قبل از دهه ۲۰ شمسی با استفاده از آب قنات‌ها انجام می‌شده است و ظاهراً حفر چاه‌های عمیق برای مصارف کشاورزی از حدود دهه ۲۰ شمسی آغاز شده است. به نظر می‌رسد الگوی برداشت آب از منابع زیرزمینی برای تولید محصولات زراعی و باغی، استفاده از آب قنات‌ها بوده است. با توجه به این که قنات‌ها بدون اعمال فشار بر ذخایر آب زیرزمینی، خروجی آب متناسب با ورودی داشته‌اند و برنامه کشت در سال زراعی از ابتدای پاییز تا انتهای تابستان بوده است، در بهره‌برداری از آب چاه‌های عمیق نیز همین الگو مد نظر قرار گرفته و بهره‌برداری از چاه‌های عمیق نیز برای یک سال و از پاییز تا پاییز سال دیگر تعریف شده و برنامه‌ریزی‌های کشت، تحقیقات، آموزش و ترویج نیز بر همین مبنا صورت گرفته است. این در حالی است که تعداد این قنوات محدود و سطح جمع آوری آب برای هر قنات قابل توجه بوده است؛ ویژگی‌هایی که حاکی از تعادل و تناسب برای بهره‌برداری پایدار از این منابع آبی است. امّا بهره‌برداری از چاه‌های عمیق بدون توجه به میزان بارندگی سالیانه و با دبی یکسان طی سال‌های کم باران و پرباران انجام می‌گیرد. طبق اطلاعات آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی در سال ۱۳۹۲، تعداد چاه‌های عمیق، چشمه‌ها و قنات‌ها در این استان به ترتیب ۲۴۸۲۰، ۷۱۴۰ و ۶۸۶۸ و میزان تخلیه آب آن‌ها به ترتیب ۵۳۸۸، ۳۷۳ و ۵۶۵ میلیون مترمکعب بوده است، اطلاعاتی که به روشنی تفاوت تعداد چاه‌ها و قنات ها و میزان آب استحصالی از آن‌ها را نشان می‌دهد (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی،۱۳۹۲)؛ تعداد چاه‌های عمیق حدود ۳/۶ برابر بیشتر از تعداد قنات هاست و متوسط برداشت از هر چاه عمیق در سال حدود ۰/۲۲ میلیون مترمکعب و برای هر رشته قنات حدود ۰/۰۸۲ میلیون متر مکعب بوده است. بنابراین تأثیر چاه‌های عمیق بر منابع آبی زیرزمینی قابل مقایسه با قنات‌ها نیست و باید برای بهره‌برداری پایدار منابع آبی از این طریق، الگوی مناسبی در نظر گرفته شود تا فشار بر منابع آبی محدود زیرزمینی کاهش یافته و تداوم فعالیت و توسعه بخش‌های مختلف وابسته به این منابع را با مشکل روبرو نسازد. مطالعه نحوه مصرف آب و اثرگذاری آن بر تولیدات کشاورزی با هدف دستیابی به راه حل‌های موجود به منظور افزایش کارایی و بهره‌وری استفاده از این نهاده امری ضروری به نظر می‌رسد (علی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱).

در حال حاضر آبیاری گسترده با استفاده از ذخایر آب زیرزمینی پایداری کشاورزی را تهدید می‌کند، از این رو توسعه سیستم‌های کشت بر اساس کاهش مصرف آب‌های زیرزمینی و بهبود کارایی مصرف آب در محصولات کشاورزی حیاتی است (Meng و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین به‌طور کاملا مشخص و بدون توجه به نیاز و رفتار سایر بخش‌ها، کلیه بهره‌برداران بخش کشاورزی باید در این زمینه مشارکت داشته باشند. مشارکت بهره‌برداران مستلزم وجود راهکارهایی است که بتوان بر اساس آن مقدار مصرف آب را در این بخش تعدیل نمود و با این وجود، روند فعلی تولید محصولات زراعی نیز بدون آسیب جدی یا حتی با آسیب کمتر ادامه یابد. مروری بر تحقیقات انجام شده در این زمینه حاکی از آن است که نمی‌توان از الگویی واحد برای بهره‌برداری پایدار از منابع آبی پیروی نمود بلکه در هر منطقه باید به ویژگی‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی و نیز توانایی کشاورزان در دسترسی به اطلاعات علمی و امکان انجام عملیات پیشنهادی در مزرعه توجه نموده و شیوه مناسب با قابلیت اجرای منطقه‌ای را تعیین و مورد توصیه قرارداد (Hu و همکاران، ۲۰۱۰؛ Sun و همکاران، ۲۰۱۱؛Xue و همکاران،۲۰۱۴). در حال حاضر تعطیل نمودن چاه‌های کشاورزی با توجه به نقشی که در تولید و اشتغال دارند، آسان نبوده و تقریبا غیرممکن می‌نماید امّا اصلاح بهره‌برداری از آن‌ها می‌تواند کمک قابل توجهی به دوام منابع آبی و نقش آن‌ها در اقتصاد و پویایی جامعه داشته باشد و در حقیقت راه بینابینی برای حفظ منابع آبی و منافع ناشی از بهره‌برداری از آن‌ها است. ممکن است در این خصوص راهکارهای متعددی قابل ارائه و اجرا باشد و یکی از آن‌ها می‌تواند کاهش فصل رشد محصولات زراعی پاییزه باشد. بر این اساس فصل

رشد محصولات زراعی با اولویت محصولات پاییزه کوتاه می‌شود تا مصرف آب نیز متناسب با آن کاهش یافته و روندی جدید بر مبنای تولید با شیوه ای که پایداری بیشتری برای منابع آبی به همراه خواهد داشت، آغاز گردد. با توجه به آنچه بیان گردید، این پژوهش با اهداف زیر انجام شده است:

۱- مقایسه عملکرد دانه و بهره‌وری آب ناشی از کاهش فصل رشد

۲- دستیابی به تاریخ کاشت مطلوب با توجه به حذف آبیاری‌های پاییزه

مواد و روش‌ها

• سال اول:

به منظور مقایسه تاریخ کاشت‌های مورد نظر برای کاهش فصل رشد محصولات زراعی پاییزه با تاریخ کاشت معمول این ارقام در پاییز و نیز تعیین ارقام مناسب، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق در مشهد انجام شد. این آزمایش برای همه محصولات پاییزه گندم، جو و کلزا به‌صورت کرت‌های یکبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در ۵ تاریخ کاشت ۱۳۹۱/۷/۳۰، ۱۳۹۱/۹/۲۰ (کشت انتظار)، ۱۳۹۱/۱۲/۱، ۱۳۹۱/۱۲/۱۰ و ۱۳۹۱/۱۲/۲۴ به اجرا درآمد. با انجام عملیات خاک‌ورزی و تسطیح، زمین به صورت جوی و پشته با پشته هایی به عرض ۶۰ سانتی‌متر آماده کشت گردید. سپس کرت‌هایی شامل ۴ پشته به طول ۶ متر با رعایت یك پشته فاصله بین کرت‌های فرعی و دو پشته فاصله بین کرت‌های اصلی مشخص شد. قبل از کاشت برمبنای مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کودهای اوره، فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم استفاده شد. آبیاری برای همه محصولات بر مبنای ۱۲ روزه تعیین گردیده‌بود و تعداد آبیاری برای هر رقم از محصولات مورد بررسی بر مبنای قطع آبیاری پس از ورود به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی محاسبه گردید. عملیات انجام شده برای هر محصول به شرح زیر بوده است:

الف) گندم و جو

کشت بذور ارقام مختلف گندم و جو به ترتیب بر اساس تراکم ۴۵۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع و با دست انجام گرفت. در مرحله ساقه‌دهی نیز کود اوره به صورت سرك و بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. در مرحله رسیدگی کامل بوته‌ها، با حذف ۲ پشته کناری، بوته‌های ۲ پشته وسط هر کرت برای تعیین عملکرد، به وسیله دستگاه برداشت آزمایشات غلات برداشت شد. در تاریخ کاشت دوم گندم کرت ها توسط پرندگان خسارت دیدند که عملکرد بر اساس برداشت سطح کمتر و در مقایسه با سایر تاریخ کاشت‌ها به صورت تخمینی تعیین گردید.

ب) کلزا

کشت بذور ارقام مختلف کلزا، بر اساس میزان ۱۰-۷ کیلوگرم بذر در هکتار انجام شد. در مرحله ساقه‌دهی نیز کودهای اوره و سولفات پتاسیم به‌صورت سرك و بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. در مرحله رسیدگی با حذف ۲ ردیف کناری، بوته‌های ۲ ردیف وسط هر کرت برای تعیین عملکرددانه برداشت شد.

عملکرد محصول به ازای واحد آب مصرفی تحت عنوان بهره‌وری آب ارائه شده که معمولا بر اساس کیلوگرم محصول تولیدی به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بیان می‌شود (Heping، ۲۰۰۳). عموماً بهره‌وری آب بر مبنای میزان تولید به کیلوگرم به ازای متر مکعب آب مصرفی محاسبه می‌شود امّا در این آزمایش بهره‌وری آب بر مبنای هر نوبت آبیاری محاسبه گردیده است. ارقام گندم، جو و کلزا در آزمایشات این سال به شرح زیر بوده‌اند:

۱) گندم شامل ارقام بهاره: بهار، پیشتاز، فلات، دنا (دوروم)، کریم، دهدشت (دوروم)؛ رقم بینابین: پیشگام؛ رقم زمستانه: میهن

۲) جو شامل ارقام بهاره: یوسف و نیک؛ رقم بینابین: لاین شماره ۱۷؛ رقم زمستانه: بهمن

۳) کلزا شامل ارقام بهاره: هایولا ۳۰۸، هایولا ۴۰۱ و آرجی‌اس ۰۰۳؛ رقم زمستانه: زرفام

• سال دوم:

به منظور تثبیت نتایج آزمایشات سال قبل برای دامنه تاریخ‌های کشت پیشنهادی و نیز بررسی سازگاری تنوعی از ارقام گندم و جو به کاهش فصل رشد ناشی از تغییر در تاریخ کاشت، آزمایشات برای گندم و جو در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ ادامه یافت. این آزمایشات نیز مشابه سال گذشته و در ۳ تاریخ کاشت ۱۳۹۲/۱۰/۲۵ (کشت انتظار)، ۱۳۹۲/۱۱/۲۷، ۱۳۹۲/۱۲/۱۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق در مشهد به اجرا درآمد. طول هر کرت ۶ متر و هر کرت شامل ۶ پشته با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. عملیات و سطوح برداشت برای گندم و جو مشابه بود و پس از حذف دو ردیف حاشیه، ۴ ردیف وسط برای تعیین عملکرددانه در واحد سطح برداشت شدند. برداشت با دستگاه برداشت غلات انجام و عملکرددانه بر اساس سطح برداشت تعیین شد. در این سال نیز بهره‌وری آب برای گندم و جو مشابه سال قبل محاسبه گردید. با توجه به نتایج آزمایشات سال‌های قبل ارقام گندم و جو در آزمایشات این سال به شرح زیر انتخاب گردیدند:

۱) گندم شامل ارقام بهاره: بهار، پیشتاز، فلات، پارسی، سیوند، کریم، دهدشت (دوروم)، کوهدشت

۲) جو شامل ارقام بهاره: یوسف، نیک، لوت و گوهران

پس از جمع‌آوری داده‌ها، محاسبات آماری و آزمون مقایسه میانگین‌ها (آزمون دانکن) با استفاده از نرم‌افزار $SAS_{(8.2)}$صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

• گندم:

بهره‌وری آب در تاریخ کاشت دوم سال اول برتری معنی‌داری بر سایر تاریخ‌های کاشت نشان داد (جدول ۱)؛ در این تاریخ کاشت سبزشدن بذور با استفاده از بارندگی‌های زمستانه و پس از رفع سرمای زمستانه صورت پذیرفته است، مرحله‌ای که در تاریخ کاشت‌های پاییزه به عنوان اولین آبیاری بیشترین میزان آب مصرفی را در دوره آبیاری به خود اختصاص می‌دهد، امّا نیاز آبی پس از سبز شدن بذور مشابه سایر تاریخ‌های کاشت در بهار بوده است؛ در حقیقت تاریخ کاشتی با آبیاری‌های بهاره و طول دوره رشدی نزدیک به تاریخ کاشت پاییزه است. کاهش قابل توجه در میانگین بهره‌وری آب برای تاریخ کاشت‌های سوم، چهارم و پنجم نیز عمدتا ناشی از کاهش عملکرددانه و در نتیجه بهره‌وری آب ارقام زمستانه و بینابین، به ویژه در تاریخ پنجم بوده است (جدول ۲). در سال دوم آزمایش کشت انتظار و تاریخ کاشت دوم بهره‌وری تقریبا مشابهی داشتند که این موضوع ناشی از تداوم سرمای شدید زمستانه و تأخیر در سبز شدن بذور تاریخ کاشت اول (انتظار) بود امّا در تاریخ سوم که به علت تداوم سرما بذور دیر سبز شدند، کاهش بهره‌وری قابل توجه بود. مقایسه دو سال نشان می‌دهد که کشت انتظار در هر دو سال بیشترین میانگین بهره‌وری آب را داشته است. Xue و همکاران (۲۰۱۴) با ۳ نوبت آبیاری بیشترین عملکرددانه ای که با توجه به مقایسه ارقام ثبت نمودند ۴۲۸۶ کیلوگرم در هکتار بوده است؛ در این آزمایش عملکرددانه ارقام در دامنه ۴۲۸۶- ۳۵۲۷ کیلوگرم در هکتار متغیر و معنی‌دار بود.

تفاوت میانگین بهره‌وری آب برای ارقام نیز در سال‌های انجام آزمایش معنی‌دار بود (جدول ۱). در سال اول این صفت برای ارقام بهاره بیشترین و برای ارقام میهن و پیشگام کمترین مقدار بود که ناشی از کاهش شدید عملکرد ارقام زمستانه و بینابین و کاهش عملکرد ارقام بهاره در مواجهه با کاهش فصل رشد در تاریخ کاشت‌های سوم تا پنجم بود (جدول ۲). در سال دوم تنوع تاریخ کاشت‌ها و ارقام کمتر بود بنابراین میانگین بهره‌وری آب ارقام به هم نزدیک‌تر و بالاتر از سال قبل بود؛ با این وجود ارقام کریم و پارسی بر سایر ارقام برتری قابل توجهی نشان دادند که می‌تواند نتیجه مناسبی برای انتخاب ارقامی سازگار برای کاهش فصل رشد باشد. سازگاری ارقامی با عملکرددانه و کارایی مصرف آب بالا در شرایط خشکی برای ناحیه‌ای در آمریکا به عنوان یک ضرورت مطرح شده است (Xue و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۱- میانگین بهره‌وری آب(کیلوگرم در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری) طی تاریخ‌های کاشت و ارقام مورد بررسی در سال‌های انجام آزمایش

تیمار	سال اول (۱۳۹۱-۱۳۹۲)	سال دوم (۱۳۹۲-۱۳۹۳)
تاریخ کاشت		
اول	۹۲۲ b	۱۱۵۱ a (کشت انتظار)
دوم	۱۱۱۶ a (کشت انتظار)	۱۰۹۶ a
سوم	۸۸۹ b	۸۴۳ b
چهارم	۵۳۸ c	-
پنجم	۳۴۴ d	-
رقم		
پیشتاز	۸۳۱ a	۹۳۳ bc
فلات	۸۵۲ a	۹۵۸ abc
بهار	۸۵۶ a	۹۶۶ abc
دنا	۸۵۵ a	-
کریم	۹۳۸ a	۱۱۷۲ a
دهدشت	۸۷۶ a	۱۰۰۹ abc
پارسی	-	۱۱۵۴ ab
کوهدشت	-	۱۰۵۲ abc
سیوند	-	۸۹۹ c
میهن	۴۷۳ b	-
پیشگام	۴۵۰ b	-

اعداد هر ستون در هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون دانکن در سال انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۲- اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میانگین عملکرددانه و بهره‌وری آب گندم در سال اول

تاریخ کاشت	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم عملکرددانه در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری)
اول	بهار	۶۰۵۷ abcdef	۸۶۶ bcdefghi
	پیشتاز	۷۴۰۱ a	۱۰۵۷ abcdef
	پیشگام	۶۴۴۱ abcd	۹۲۰ abcdefghi
	میهن	۶۷۸۰ abc	۹۶۹ abcdefgh
	فلات	۶۹۰۸ ab	۹۸۷ abcdefg
	دنا	۵۶۸۵ abcdefg	۸۱۲ cdefghijk
	کریم	۵۲۵۲ bcdefghi	۸۷۵ bcdefghij
	دهدشت	۶۲۳۷ abcde	۸۹۱ abcdefghij

ادامه جدول ۲- اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میانگین عملکرددانه و بهره‌وری آب گندم در سال اول

تاریخ کاشت	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم عملکرددانه در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری)
دوم	بهار	۵۰۲۰ bcdefghi	۱۲۵۵ ab
	پیشتاز	۴۹۸۶ bcdefghi	۱۲۴۶ abc
	پیشگام	۴۶۰۳ defghijk	۹۲۱ abcdefghi
	میهن	۴۱۴۹ fghijklmn	۸۳۰ bcdefghijk
	فلات	۴۵۴۳ defghijk	۱۱۳۶ abcd
	دنا	۵۲۹۹ bcdefgh	۱۳۲۴ a
	کریم	۴۴۴۹ defghijk	۱۱۱۲ abcd
	دهدشت	۴۴۰۷ efghijkl	۱۱۰۲ abcde
سوم	بهار	۴۲۱۳ fghijklm	۱۰۵۴ abcdef
	پیشتاز	۴۱۱۱ fghijklmn	۱۰۲۸ abcdef
	پیشگام	۱۷۸۸ pqrst	۳۵۸ lmnop
	میهن	۱۴۴۳ qrstu	۲۸۹ mnop
	فلات	۳۷۹۰ ghijklmno	۹۴۸ abcdefghi
	دنا	۴۵۰۸ defghijk	۱۱۲۷ abcd
	کریم	۴۳۶۵ efghijkl	۱۰۹۱ abcde
	دهدشت	۴۸۷۶ cdefghij	۱۲۱۹ abc
چهارم	بهار	۲۷۷۰ jklmnopq	۵۵۴ ghijklm
	پیشتاز	۲۱۸۴ nopqr	۴۳۷ klmno
	پیشگام	۲۴۴ stu	۴۹ op
	میهن	۴۰۷ rstu	۸۱ nop
	فلات	۳۶۴۸ ghijklmnop	۷۳۰ defghijkl
	دنا	۳۴۰۲ hijklmnop	۶۸۱ efghijkm
	کریم	۴۵۱۳ ijklmnopq	۱۱۲۸ abcd
	دهدشت	۳۲۳۷ klmnopq	۶۴۸ fghijklm
پنجم	بهار	۲۷۶۴ klmnopq	۵۵۳ hijklm
	پیشتاز	۱۹۲۸ opqrs	۳۸۵ lmnop
	پیشگام	۲۱ u	۴ p
	میهن	۸۴ tu	۱۷ p
	فلات	۲۲۸۸ mnopqr	۴۵۸ jklmno
	دنا	۱۶۴۰ qrstu	۳۲۸ lmnop
	کریم	۲۴۲۳ lmnopq	۴۸۴ jklmn
	دهدشت	۲۵۹۹ klmnopq	۵۲۰ ijklm

اعداد در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

مقایسه عملکرد دانه حاصل از کاهش فصل رشد با میانگین تولید

شهرستان مشهد که در سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به ترتیب ۲۷۱۴/۶ و ۳۴۵۴/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) نشان می‌دهد که در هر ۲ سال اجرای آزمایش، حذف ۳ نوبت آبیاری نه تنها کاهشی در عملکرد دانه ایجاد ننموده است بلکه عملکرددانه از میانگین تولید شهرستان طی این سال‌ها بیشتر نیز بوده است. امّا در مقایسه با میانگین تولید در تاریخ کاشت پاییزه سال اول که شرایط برای ارقام با آبیاری‌های پاییزه، مطلوب بوده است، با کاهش حدود ۴۳ درصد در مصرف آب در مقایسه با تاریخ کاشت انتظار در سال دوم کاهش عملکرد حدود ۲۷/۵ درصد خواهد بود. این مقایسات در حالی است که ارقام برای این تاریخ کاشت اصلاح و انتخاب نشده‌اند و سایر عملیات مدیریتی نیز با توجه به یافته ها و برای شرایط مطلوب در کشت پاییزه بوده است. به عبارت دیگر عملکرددانه تولیدی تاریخ کاشت پاییزه حاصل تحقیقات برای جنبه‌های مختلف تولید است امّا در موضوع کاهش فصل رشد تحقیقات در مراحل مقدماتی است و ممکن است از طریق بررسی های بیشتر پتانسیل تولید افزایش یابد. در مطالعات متفاوتی که در خصوص پایداری بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی انجام گرفته است، کاهش تولید مورد اشاره بوده‌است امّا در مقایسه با منافع اکولوژیکی، محیطی و هیدرواکولوژیکی حاصل از بهره‌برداری پایدار از منابع آبی این مقدار کاهش تولید مورد توصیه بوده است. طی یک مطالعه که روی الگوی کشت گندم پائیزه و ذرت با توجه به محدودیت جدی منابع آب‌های زیرزمینی انجام گرفته است، برای پایداری تولید، بهترین انتخاب کشاورزان در آینده کاهش مصرف آب با سیستم تک کشتی سالانه عنوان گردیده است؛ با وجود این که الگوی کشت جدید باعث کاهش ۲۸/۵ درصدی عملکرد و کاهش ۲۵/۲ درصدی درآمد سالانه کشاورزان می‌شود (Sun و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین حتی در صورت کاهش عملکرد این محصول در اثر کوتاه شدن فصل رشد، باید بر اساس برآوردهای اقتصادی و منافع زیست محیطی و اکولوژیکی حاصل از این تغییر، انتخاب مناسب را انجام داد. با توجه به این که میزان آب مصرفی در این تاریخ کاشت‌ها کاهش یافته و آبیاری پائیزه به طور کامل از دوره رشدی این محصول حذف می‌گردد، صرفاً مقایسه عملکرددانه در این شرایط ملاك برتری نخواهدبود، بلکه توازن تولید یا اثری که این عملکرد بر پایداری منابع آبی دارد نیز باید مد نظر قرار گیرد و در این حالت، مقایسه ما را به مطلوب می‌رساند. با در نظر گرفتن عامل دوم، بدون شک عملکرددانه در اثر کاهش فصل رشد به مراتب ارزشمندتر خواهدبود و به نظر می‌رسد که حتی اگر عملکرددانه ارقام گندم از این مقدار نیز کمتر می‌بود، به‌علت ارزش بالاتر حفظ منابع آبی و پایداری تولید نسبت به تولید موقت، برخی از تاریخ کاشت‌های پیشنهادی در این آزمایش بر تاریخ کاشت مورد توصیه فعلی برتری خواهند داشت.

بنابر آنچه بیان گردید امکان کاهش فصل رشد گندم به عنوان یک محصول پائیزه و با هدف دستیابی به شیوه‌ای پایدار در مصرف منابع آبی زیرزمینی وجود دارد، به گونه ای که تولید این محصول و سایر محصولات به مخاطره نیفتد و مشکلات ناشی از تخلیه مخازن زیرزمینی از جمله خشکی کامل و عدم امکان کاشت آبی همه محصولات زراعی و باغی و همچنین کمبود آب برای شرب و صنعت به کمترین مقدار برسد. گرچه نتایج آزمایش نشان می‌دهد که تأخیرکاشت تا اول اسفندماه در مشهد نیز امکان پذیر است امّا شرایط آب و هوایی متفاوت سالانه، مشابه سال دوم، ایجاب می‌کند که برای اجتناب از کاهش عملکرددانه در شهرستان مشهد کشت انتظار در آذر ماه (زمانی که بذور پس از رفع سرمای زمستانه سبز شوند) انجام شود و در صورت عدم امکان کشت انتظار، کشت تا ابتدای اسفندماه انجام شود تا موفقیت تولید تضمین گردد، گرچه توصیه همان کشت انتظار است. ارقام گندم مورد کشت نیز باید بهاره و ترجیحا بهاره زودرس با گروه رسیدگی مشابه رقم کریم باشند تا خطر کاهش عملکرددانه به حداقل برسد؛ ارقام بهاره موجود نظیر کوهدشت، پارسی، پیشتاز، بهار و ارقام گندم دوروم دهدشت و دنا نیز برای کاشت به ویژه به صورت انتظار مناسب هستند و ارقام بهاره دیررس نظیر سیوند و ارقام زمستانه و بینابین برای کاشت در شرایط کاهش فصل رشد مناسب نخواهند بود.

• جو:

در هر دو سال اجرای آزمایش تاریخ های کاشت اول و دوم بیشترین میانگین بهره‌وری آب را نشان دادند (جدول ۳). در سال اول با تأخیر در کاشت، کاهش میانگین این صفت قابل توجه بود که ناشی از حساسیت رقم بهمن و لاین شماره ۱۷ به کوتاهی فصل رشد و کاهش شدید عملکرد آن‌ها است (جدول ۴)؛ در مقابل رقم نیك در تاریخ دوم تا چهارم این سال میانگین بهره‌وری آب بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به ازای هر آبیاری داشت (جدول ۴) که نسبت به سایر ارقام، حتی رقم بهمن در تاریخ کاشت پاییزه برتری نشان داد (جدول ۴). در سال دوم تاریخ کاشت سوم کمترین میانگین بهره‌وری آب را نشان داده است که ناشی از ترکیب شرایط نامساعد محیطی و دیررسی رقم لوت است. در مقایسه سال‌ها، بهره‌وری آب در تاریخ کاشت‌های سال دوم بیشتر از سال اول است، در این سال تنها ۳ نوبت بهاره آبیاری برای همه تاریخ کاشت‌ها (غیر از رقم لوت) انجام شده است که معادل حذف ۳ نوبت آبیاری پاییزه و نیز گویای این است که تاریخ کاشت مناسب چگونه بهره‌وری آب را بهبود می‌بخشد.

ارقام جو نیز تحت تأثیر کاهش فصل رشد بهره‌وری آب متفاوتی نشان دادند و این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال اول رقم نیك برتری معنی‌داری از نظر بهره‌وری آب در مقایسه با سایر ارقام نشان داد و در مقابل رقم بهمن با بیشترین میزان مصرف آب برای تولید هر واحد عملکرددانه در واحد سطح و نیز بیشترین تأثیر منفی طی تاریخ‌های مختلف کاشت، کمترین میانگین این صفت را نشان داد (جدول ۴). در سال دوم نیز رقم نیك بیشترین میانگین بهره‌وری آب را نشان داد و پس از آن رقم گوهران قرار داشت. برای رقم دیررس لوت یك نوبت آبیاری اضافه مورد نیاز بود تا به رسیدگی فیزیولوژیکی برسد و به همین جهت کمترین میانگین این صفت را نشان داد. به نظر می‌رسد انتخاب ارقام مناسب برای تاریخ کاشت‌های مورد نظر تأثیر قابل توجهی بر بهره‌وری آب این محصول خواهد داشت.

جدول ۳- میانگین بهره‌وری آب(کیلوگرم عملکرددانه به ازای هر نوبت آبیاری) طی تاریخ‌های کاشت و ارقام جو مورد بررسی در سال‌های انجام آزمایش

تیمار	سال اول (۱۳۹۲-۱۳۹۱)	سال دوم (۱۳۹۳-۱۳۹۲)
تاریخ کاشت		
اول	۷۸۸ ab	۱۲۸۲ a (کشت انتظار)
دوم	۸۰۰ a (کشت انتظار)	۱۳۰۰ a
سوم	۶۳۳ b	۱۰۱۳ b
چهارم	۶۸۲ ab	-
پنجم	۴۳۷ c	-
رقم		
یوسف	۶۶۵ b	۱۲۶۰ b
نیک	۹۸۲ a	۱۵۳۴ a
بهمن	۲۹۱ c	-
گوهران	-	۱۳۷۴ ab
لوت	-	۶۲۶ c
لاین ۱۷	۷۳۴ b	-

اعداد هر ستون در هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون دانکن در سال انجام آزمایش تفاوت معنی‌داری ندارند.

میانگین عملکرد دانه جو در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ برای شهرستان مشهد ۲۶۹۴/۳ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۲) بنابراین در اثر کاهش فصل رشد (جدول ۳) و با حذف آبیاری‌های پاییزه، عملکرددانه نسبت به میانگین گزارش شده برای منطقه افزایش نیز نشان می‌دهد (جدول ۴). امّا چنانچه میانگین تولید دانه در تاریخ کاشت اول سال دوم و رقم نیک در این سال را به عنوان شاخص عملکرد در اثر کوتاه شدن فصل رشد با میانگین تولید در تاریخ کاشت پاییزه سال اول مورد مقایسه قرار دهیم، با کاهش ۵۰ درصد آبیاری نسبت به ارقام نیك و لاین شماره ۱۷ و ۴۳ درصد نسبت به رقم زمستانه بهمن، عملکرد دانه

تاریخ کاشت اول در سال دوم و رقم نیک در این سال نسبت به میانگین این ۳ رقم در سال اول انجام آزمایش (جدول ۴) به ترتیب ۲۱ و ۹/۲ درصد کاهش داشته است. این مقایسه نشان می‌دهد که بهره‌وری مصرف آب بر مبنای تعداد آبیاری افزایش یافته است و چنانچه محدودیت منابع آبی نبود توصیه بر این بود که ۶ نوبت برداشت آب از مخازن زیرزمینی با گسترش سطح زیر کشت در شرایط کاهش فصل رشد و تاریخ های پیشنهادی مصرف شود تا عملکردی به مراتب بالاتر حاصل شود امّا محدودیت جدی منابع آبی شرایطی را ایجاد نموده است که باید برای تاریخ کاشت تجدید نظر کرد و همین سطح زیرکشت فعلی را با ۳ نوبت آبیاری بهاره حفظ نمود تا پایداری تولید این محصول و سایر محصولات زراعی و باغی و نیز بقای سایر مصرف کنندگان آب امکان پذیر گردد.

بنابراین می‌توان اظهار داشت که کوتاه کردن فصل رشد جو و حذف آبیاری‌های پائیزه ممکن و قابل توصیه است. برآیند نتایج آزمایشات حاکی از آن است که ارقام جو بهاره (ارقام بهاره دیررس نظیر لوت مد نظر نیستند) سازگاری مناسبی به کوتاه شدن فصل رشد و حذف آبیاری‌های پاییزه دارند امّا باید توجه داشت که این ارقام نیز به کاهش زیاد فصل رشد واکنش نشان داده و عملکردانه آن‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین برای اجتناب از کاهش قابل توجه عملکردانه، تاریخ کاشت انتظار (اولین فرصت زمانی که به علت سردی هوا بذور سبز نشوند) اولویت دارد و چنانچه کشت انتظار امکان نیافت پس از آن در منطقه مشهد تا ابتدای اسفند ماه نیز کاشت توصیه می‌شود، گرچه اولویت همان کشت انتظار است؛ برای این زمان‌های کاشت پیشنهادی، ارقام بهاره نظیر نیک، ریحان ۰۰۳ و گوهران مناسب هستند.

جدول ۴- اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میانگین عملکرددانه و بهره‌وری آب در جو برای سال اول

تاریخ کاشت	رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم عملکرددانه در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری)
اول	یوسف	۳۶۷۵ bcde	۷۳۵ def
	نیک	۵۳۵۶ a	۸۹۳ abcde
	لاین ۱۷	۴۵۱۷ ab	۷۶۲ def
	بهمن	۵۳۳۶ a	۷۶۲ def
دوم	یوسف	۲۲۴۹ fgh	۵۶۲ f
	نیک	۴۰۰۴ abcd	۱۰۰۱ abcd
	لاین ۱۷	۴۲۰۳ abc	۱۰۵۱ abc
	بهمن	۲۳۳۸ efgh	۵۸۵ f
سوم	یوسف	۲۱۹۱ gh	۵۴۸ f
	نیک	۴۵۶۱ ab	۱۱۴۰ a
	لاین ۱۷	۳۰۷۱ cdefg	۷۶۸ def
	بهمن	۳۰۶ ij	۷۷ gh
چهارم	یوسف	۳۲۸۱ bcdefg	۸۲۱ bcdef
	نیک	۴۳۰۸ abc	۱۰۷۷ ab
	لاین ۱۷	۴۰۰۵ abcd	۸۰۱ cdef
	بهمن	۱۲۲ j	۳۰/۴ h
پنجم	یوسف	۲۶۴۷ defg	۶۶۲ ef
	نیک	۳۱۸۸ bcdefg	۷۹۷ cdef
	لاین ۱۷	۱۴۴۶ hi	۲۸۹ g
	بهمن	۰ j	۰ h

اعداد در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

• **کلزا:**

همانگونه که در جدول (۵) مشاهده می‌شود بیشترین میانگین بهره‌وری آب در تاریخ کاشت دوم مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تاریخ کاشت اول نداشت امّا میانگین این صفت در ۳ تاریخ کاشت دیگر کاهش شدیدی نشان داد. گرچه در تاریخ کاشت‌های آخر میانگین بهره‌وری آب ارقام زودرس هایولا نیز کاهش یافت امّا کاهش شدید میانگین این صفت بیشتر ناشی از کاهش عملکرد ارقام دیررس زرفام و آرجی اس۰۰۳ در تاریخ کاشت‌های سوم تا پنجم بود (جدول ۶).

میانگین بهره‌وری آب تحت تأثیر معنی‌دار ارقام مورد بررسی نیز قرار گرفت (جدول ۵). رقم زودرس هایولا۳۰۸ و پس از آن رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین بهره‌وری آب را نشان دادند، جدول (۶) نشان می‌دهد که بیشترین میانگین بهره‌وری آب در رقم هایولا ۳۰۸ و تاریخ کاشت دوم اتفاق افتاد. نکته مهم این است که رقم هایولا ۳۰۸ با پتانسیل زودرسی خود در تاریخ کاشت دوم فقط با ۳ نوبت آبیاری در بهار به رسیدگی فیزیولوژیك رسید امّا سایر ارقام در این تاریخ کاشت ۴ نوبت آبیاری بهاره داشته‌اند. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۱) چهار رقم کلزا هایولا ۴۰۱، آرجی اس ۰۰۳، زرفام و اکاپی را در تاریخ کاشت‌های پاییزه مورد بررسی قراردادند، طی این تاریخ کاشت‌ها که ۶ نوبت آبیاری انجام گرفت و دو نوبت آن برای سبز شدن و تسهیل سبزشدن بذور انجام شد، عملکرددانه تحت تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت قرار گرفت و حداکثر آن در تاریخ کاشت مهرماه و با میانگین ۳۰۳۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است و در آخرین تاریخ کاشت در چهارم آبان کمترین میانگین عملکرددانه به دست آمد که معادل ۲۱۷۳ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۵- میانگین بهره‌وری آب طی تاریخ‌های کاشت و ارقام کلزای مورد بررسی

تیمار	بهره‌وری آب (کیلوگرم عملکرددانه در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری)
تاریخ کاشت	
اول	۷۴۹ a
دوم	۸۱۵ a
سوم	۲۷۳ b
چهارم	۲۵۸ b
پنجم	۱۲۷ c
رقم	
هایولا۳۰۸	۵۶۶ a
هایولا۴۰۱	۵۰۸ a
آرجی‌اس۰۰۳	۴۱۲ b
زرفام	۲۹۲ c

اعداد هر ستون در هر تیمار که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

گرچه عملکرد دانه محصول کلزا در اثر کوتاه شدن فصل رشد کاهش یافته است و این کاهش در تاریخ های پس از تاریخ کاشت دوم قابل توجه بود و به شدت بهره‌وری مصرف آب را کاهش داد امّا نتیجه آزمایش حاکی از آن است که کشت انتظار با ارقام مناسب بخش مهمی از اثرات منفی ناشی از کوتاه شدن فصل رشد را تعدیل خواهد نمود. میانگین عملکرد دانه در مزارع کشاورزان شهرستان مشهد در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱، معادل ۱۵۷۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۲)، بنابراین از نظر عملکرددانه تاریخ کاشت‌های اول و دوم هر دو برتری نشان می‌دهند امّا اگر معیار مقایسه تعداد آبیاری باشد، بهترین تاریخ کاشت، کشت انتظار خواهد بود. در کشت انتظار ۳ نوبت آبیاری پاییزه حذف گردیده است که این مقدار معادل کاهش ۵۰ درصد در مصرف آب برای رقم هایولا۳۰۸ و ۴۳ درصد برای ارقام هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و زرفام است، در حالی که کاهش عملکرددانه نسبت به تاریخ کاشت پاییزه برای رقم هایولا ۳۰۸، ۲۶ درصد و برای ارقام هایولا۴۰۱، آرجی اس۰۰۳ و زرفام به ترتیب ۲۲، ۳۲ و ۴۹ درصد بوده است (جدول ۶)؛ بنابراین تنها رقم زمستانه زرفام در تاریخ کاشت انتظار آب بیشتری نسبت به تولید مصرف نموده است. به نظر می‌رسد در مورد ارقامی نظیر هایولا۳۰۸ بهتر است با گسترش سطح زیر کاشت، ۵۰ درصد آب صرفه جویی شده در این تاریخ کاشت مصرف شود تا عملکرد تولیدی به ازای آب مصرفی افزایش یابد. امّا در شرایط بحران آب، برای بهبود وضعیت ذخایر آب‌های زیرزمینی باید ۵۰ درصد آب مورد اشاره در مخازن باقی بماند. بنابراین کاهش عملکرددانه در اثر کوتاه کردن فصل‌رشد طی این تاریخ‌کاشت‌ها، اتفاق می‌افتد امّا اثرات متقابل حاکی از آن است که این کاهش با انتخاب ارقام و تاریخ‌کاشت مناسب تا حدودی قابل جبران خواهد بود. بر مبنای نتایج آزمایش، استفاده از ارقامی با گروه رسیدگی هایولا۳۰۸ و حتی هایولا۴۰۱ به صورت کشت انتظار و در اولین فرصت، تأمین کننده هر دو جنبه حفظ منابع آبی و تولید دانه قابل قبول خواهد بود. در مورد این محصول سازگاری و انتخاب ارقام و نیز مطالعه جنبه‌های مختلف عملیات مدیریتی برای بهبود پتانسیل تولیددانه ضرورتی است که ممکن است نقش مهمی در جبران کاهش عملکرد ناشی از این تغییر داشته باشد.

جدول ۶- اثرات متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میانگین عملکرددانه و بهره‌وری آب کلزا

تاریخ کاشت	رقم	عملکرددانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم عملکرددانه در هکتار به ازای هر نوبت آبیاری)
اول	هایولا ۳۰۸	۳۹۳۸ ab	۶۵۶ bc
	هایولا ۴۰۱	۴۶۴۴ a	۷۷۴ ab
	آرجی اس ۰۰۳	۴۶۸۹ a	۷۸۱ ab
	زرفام	۴۷۰۸ a	۷۸۵ ab
دوم	هایولا ۳۰۸	۲۹۰۲ bcd	۹۶۷ a
	هایولا ۴۰۱	۳۶۱۱ abc	۹۰۳ a
	آرجی اس ۰۰۳	۳۱۴۷ bcd	۷۸۷ ab
	زرفام	۲۴۱۳ cde	۶۰۳ bc
سوم	هایولا ۳۰۸	۲۰۸۷ def	۵۲۲ cd
	هایولا ۴۰۱	۱۳۲۰ efg	۳۳۰ de
	آرجی اس ۰۰۳	۹۹۱ fg	۱۹۸ ef
	زرفام	۱۹۷ g	۴۰ f
چهارم	هایولا ۳۰۸	۲۰۶۳ def	۵۱۶ cd
	هایولا ۴۰۱	۱۲۸۹ efg	۳۲۲ de
	آرجی اس ۰۰۳	۸۷۰ fg	۱۷۴ ef
	زرفام	۱۰۷ g	۲۲ f
پنجم	هایولا ۳۰۸	۸۴۹ fg	۱۷۰ ef
	هایولا ۴۰۱	۱۰۴۲ fg	۲۰۸ ef
	آرجی اس ۰۰۳	۵۹۴ g	۱۱۹ ef
	زرفام	۵۴ g	۱۱ f

اعداد در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

گرچه با کاهش فصل رشد محصولات زراعی پاییزه عملکرددانه در واحد سطح کاهش نشان می‌دهد امّا بر اساس مطالعه باغانی و قدسی (۱۳۸۳) و رحیمیان و قدسی (۱۳۹۳) که در شرایط مشابه این آزمایش انجام و طی آن مصرف آب در هر نوبت آبیاری برای گندم حدود ۱۰۰۰ مترمکعب محاسبه گردیده است، با حذف آبیاری‌های پاییزه (۳ نوبت آبیاری) حدود ۳۰۰۰ مترمکعب آب از منابع زیرزمینی و غیرقابل تجدید کمتر برداشت می‌شود. به عبارت دیگر طی این تغییر، ستاده ترکیبی از عملکرددانه و حفظ حدود ۳۰۰۰ مترمکعب آب به ازای هر هکتار خواهد بود. با توجه به ارزش بسیار زیاد آب در مناطق خشك و نیمه خشك و نقش بسیار مهم صرفه‌جویی این مقدار آب به ازای هر هکتار کشت پاییزه در سال، که به مراتب بیش از عملکرددانه حاصل از مصرف آن است، به نظر می‌رسد که تاریخ‌های کاشت پیشنهادی برای هر یك از محصولات پاییزه مورد بررسی، بر تاریخ کاشت مورد توصیه کنونی برای این محصولات ترجیح دارند؛ زیرا در شرایط اجرای این مطالعه، ارزش حفاظت از منابع آب زیرزمینی و استفاده درازمدت از آن‌ها به مراتب بیشتر از تولید بالاتر امّا ناپایدار است. چنانچه این تغییر در کل استان قابل اجرا باشد، با توجه به سطح زیر کشت این محصولات در استان خراسان رضوی که در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ حدود ۳۳۸۹۸۰ هکتار بوده است (سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۲)، با حذف آبیاری‌های پاییزه کاهش برداشت از منابع زیرزمینی استان حدود ۱/۰۱۷ میلیارد مترمکعب خواهد بود که تقریباً معادل اضافه برداشت گزارش شده از این منابع در شرایط فعلی است. بنابراین به عنوان یک نتیجه کلی می‌توان اظهار داشت که در مقایسه تولید چندساله و سپس توقف تولید و تداوم یا به‌عبارت دیگر پایداری تولید، اولویت انتخاب با تداوم تولید است؛ اگرچه نسبت به تاریخ کاشت‌های پاییزه عملکرددانه در واحد سطح کاهش یابد. آنچه که در رابطه با بهره‌وری آب در سال‌های انجام آزمایش مد نظر بود حذف آبیاری‌های پاییزه بوده است و این نتایج در حالی حاصل شده است که ارقام مورد بررسی برای تاریخ کاشت پاییزه انتخاب یا اصلاح شده‌اند و در این تاریخ کاشت، پتانسیل مورد انتظار خود را بروز داده‌اند، بنابراین اگر برای تاریخ کاشت‌های جدید نیز ارقام مناسب انتخاب یا اصلاح گردند و بررسي لازم نیز برای اعمال بهینه سایر عوامل مدیریتي صورت پذیرد، ممکن است تفاوت عملکرد نسبت به تاریخ کاشت‌های پاییزه تا حدود زیادی جبران شود.

منابع

ابراهیمی، م.، اکبری، غ.ع.، اکبری، غ.ع. و صمدی فیروزآباد، ب. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد و اجزاء عملکرددانه در ارقام کلزا در منطقه ورامین. مجله به زراعی نهال و بذر، ۲۸: ۶۹-۸۰.

باغانی، ج. و قدسی، م. ۱۳۸۳. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر ارقام گندم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۵: ۱-۱۴.

ببران ص. و هنربخش ن. ۱۳۸۷. بحران وضعیت آب در ایران و جهان. فصلنامه راهبرد، ۴۸: ۱۹۳-۲۱۲.

سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۹۲. آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی. معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی. http://www.koaj.ir.

سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی. ۱۳۹۳. آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی. معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی. http://www.koaj.ir.

رحیمیان، م.ح. و قدسی، م. ۱۳۹۳. تأثیر حذف آبیاری در مراحل انتهایی رشد بر کارایی مصرف آب و عملکرد پنج ژنوتیپ گندم در مشهد. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۸: ۲۵-۳۸.

علی‌پور، ع.، وکیل‌پور، م.ح.، افشارتبار، ر. و نیک‌زاد، م. ۱۳۹۱. بررسی کارایی مصرف آب گندم در منطقه زرقان. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۶: ۴۰۵-۴۱۴.

شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی. ۱۳۹۵. گزارش سیمای آب خراسان رضوی (سال ۱۳۹۴). http://www.khrw.ir.

Heping Z. 2003. Improving Water Productivity through Deficit Irrigation: Examples from Syria, the North China Plain and Oregon, USA. In J.W. Kijne et al. (Eds.). Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CAB International, pp. 301- 309.

Hu Y., Moiwo J.P., Yang Y., Han S. and Yang Y. 2010. Agricultural water-saving and sustainable groundwater management in Shijiazhuang Irrigation District, North China Plain. Journal of Hydrology, 393: 219–232.

Meng Q., Sun Q., Chen X., Cui Z., Yue S., Zhang F. and Romheld V. 2012. Alternative cropping systems for sustainable water and nitrogen use in the

North China plain. Agriculture, Ecosystem and Environment, 146: 93-102.

Sun Q., Kroble R., Muller T., Romheld V., Cui Z., Zhang F. and Chen X. 2011. Optimization of yield and water-use of different cropping systems for sustainable groundwater use in North China plain. Agricultural Water Management, 98: 808-814.

Xue Q., Rudd J.C., Liu S., Jessup K.E., Devkota R.N., and Mahan J.R. 2014. yield determination and water-use efficiency of wheat under water-limited conditions in the u.s. southern high plains. Crop Science, 54:34–47.