مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۰، ص ۲۹-۱۷

ارزیابی شاخص بهره‌وری اقتصادی مدیریت تک‌آبیاری برای دو رقم گندم دیم (مطالعه موردی: مراغه)

علیرضا توکلی[۱]

(E-mail: art.tavakoli@gmail.com)

(تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده

افزایش بهره‌وری آب و نهاده‌های تولید محصولات کشاورزی، باتوجه به محدودیت آب، اهمیت روزافزونی یافته است. لذا به منظور بهینه‌سازی تک‌آبیاری و تعیین برنامه زمانی مناسب تخصیص آن برای گندم دیم، از داده‌های پژوهشی دو ساله در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه استفاده شد. سه تاریخ کاشت، چهار مدیریت تخصیص تک‌آبیاری برای دو رقم در تحلیل بهره‌وری اقتصادی مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه، برای انتخاب مناسب‌ترین تیمار مناسب در منطقه از روش بودجه‌بندی جزیی، شاخص‌های بهره‌وری آب و برای تعیین قیمت آب از روش تبدیل به ارزش حال استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که برنامه تک‌آبیاری برای گندم دیم در این منطقه در زمان کاشت دارای توجیه اقتصادی است. در گزینه بهینه تخصیص تک‌آبیاری برای تلفیقی از دو رقم، رقم V_3 برای تاریخ کاشت اول و دوم و رقم آذر ۲ برای تاریخ کاشت سوم مطلوبیت دارد. به‌طوری‌که دارای بیشترین میزان متوسط درآمد خالص (۴۱۹۱۰۳۸ ریال در هکتار)، بالاترین میزان نسبت درآمد خالص به هزینه (۲/۲۸)، بیشترین میزان بهره‌وری اقتصادی (۱۳۹۷۰ ریال بر میلی‌متر) و بیشترین میزان شاخص بهره‌وری کل آب کاربردی (۵/۳ کیلوگرم بر میلی‌متر) است.

کلمات کلیدی: بودجه‌بندی جزیی، بهره‌وری آب، تک‌آبیاری، سود خالص، گندم دیم

۱ – استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان، شاهرود – ایران

مقدمه

اعمال هرگونه مدیریت زراعی از جمله روش کاربرد و تخصیص آب، کود (مقدار، زمان، منبع و نحوه مصرف کود)، کاشت (آماده‌سازی زمین، نوع شخم و ادوات آن، آرایش کاشت) و گیاه (رقم، میزان و کیفیت بذر، زمان کاشت، خصوصیات بتانیکی و فیزیولوژیکی گیاه و پتانسیل تولید) فقط درصورت در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی است که می‌تواند توجیه‌پذیر و کاربردی شود. به خاطر زیاد بودن خطرپذیری در زراعت دیم، به‌کارگیری هر شیوه‌ای که به صورت انفرادی یا تلفیقی در کاهش خطرپذیری و ایجاد پایداری عملکرد محصولات دیم مؤثر باشند، مورد توجه محققان است. یکی از این شیوه‌ها افزایش بهره‌وری آب و پایداری عملکرد ارقام گندم دیم با کاربرد مقدار بهینه تک‌آبیاری در زمان مناسب است (۲ و ۱۹).

در زمینه آب مصرفی و توابع تولید سه نگرش مربوط به سه تخصص وجود دارد: کارشناسان زراعت که هدف اساسی آنها حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح است، کارشناسان آبیاری که حداقل در تئوری، هدفشان حصول حداکثر کارآیی و بهره‌وری از آب مصرفی است و نهایتاً اقتصاددانان که به حداکثر سود و درآمد خالص نهایی توجه دارند (۲۱). اگرچه دیدگاه‌های متخصصان آبیاری و اقتصاددانان به یکدیگر نزدیک است، اما فقط متخصصان آبیاری به تولید به ازای واحد نهاده تولید توجه دارند. بنابراین باتوجه به سطح زیر کشت و تولید گندم در زراعت آبی و دیم و محدودیت منابع آب در کشور، ضروری است با بهینه‌سازی مصرف آب در زراعت آبی و به‌کارگیری آبیاری تکمیلی بهینه در زراعت دیم، ضمن کسب سود خالص بیشتر، از آب مصرفی (بارش و آب آبیاری) حداکثر استفاده به عمل آید. مهم‌ترین عامل مؤثر اقتصادی در آبیاری تکمیلی، استحصال و مصرف آب است، لذا تعیین حد سودآوری آبیاری تکمیلی و تک‌آبیاری بسیار مهم است. بر این اساس بررسی ارقام مختلف و سطوح مختلف زمان و میزان آبیاری و دستیابی به وضعیت بهینه براساس شاخص‌های مختلف از جمله میزان بهره‌وری تولید به ازای واحد نهاده، مدنظر است.

در مناطق خشک، آب و نه زمین، عامل محدودکننده در بهبود و افزایش تولیدات کشاورزی است و درمقایسه با شاخص عملکرد در واحد سطح، حداکثر نمودن بهره‌وری آب، راهکاری مؤثرتر و بهتر برای مدیریت مصرف آب در چنین شرایطی است. از جمله شاخص‌های کاربردی در مباحث و طرح‌های آبیاری که مبنایی اقتصادی دارد، شاخص‌های کارآیی مصرف آب (WUE[1]) و بهره‌وری آب (WP[2]) است (۱۰). ارزش و کاربرد این شاخص‌ها به ویژه شاخص بهره‌وری آب در مناطقی با شرایط محدودیت منابع آب یا پرهزینه بودن استحصال و مصرف آب، اهمیت و کاربرد بیشتری می‌یابد و شاخص مناسبی برای برنامه‌ریزی آبیاری بهینه برای برای محصولات زراعی از جمله غلات است (۲۲). در زراعت دیم مناطق سردسیر، به خاطر تأخیر در وقوع اولین بارش مؤثر پاییزه، استقرار گیاه با اعمال مقدار بهینه تک‌آبیاری و در زمان کاشت مناسب میسر می‌گردد.

بودجه‌بندی جزیی[3]، تحلیل نهایی نسبت اختلاف منافع به اختلاف هزینه[4]، نسبت درآمد به هزینه هر تیمار، میزان سود خالص، تعیین بهره‌وری کل آب مصرفی (تک‌آبیاری + بارش) و تعیین حد سودآوری هر یک از تیمارها باتوجه به قیمت آب و آبیاری در تحلیل اقتصادی استفاده می‌شود. روش بودجه‌بندی جزیی در مواردی به کار می‌رود که در سازمان تولید مزرعه، تغییرات جزیی رخ داده باشد. در این حالت، اثرات این تغییر جزیی بر درآمد و هزینه‌های مزرعه، تعیین و در مورد جایگزینی آن تصمیم‌گیری می‌شود. البته برای اتخاذ تصمیم پیرامون تغییر جزیی، برآورد افزایش یا کاهش هزینه منتج از انتخاب روش جدید و افزایش یا کاهش درآمد ناشی از انتخاب روش جدید لازم است. هرگاه مجموع کاهش هزینه و افزایش درآمد ناشی از کاربرد روش جدید بیشتر از مجموع افزایش هزینه و کاهش درآمد ناشی از انتخاب روش جدید باشد، انتخاب روش جدید اقتصادی است.

---

1 - Water Use Efficiency (WUE)

2 - Water Productivity (WP)

3 - Partial Budgeting (P.B)

4 - Marginal Benefit Cost Ratio (MBCR)

نتایج تحلیل اقتصادی به کارگیری تک‌آبیاری و آبیاری تکمیلی در سوریه، عراق، ایران و ترکیه نشان‌دهنده نقش و اثر کاربرد آب محدود در افزایش بهره‌وری آب، درآمد خالص و ثبات در تولید است (۵، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۲۰). به عنوان نمونه، در مطالعه صورت گرفته در اراضی گندم و جو دیم بالادست حوضه کرخه در استان لرستان، جایگزینی تیمار مدیریت برتر زراعی تحت شرایط تک‌آبیاری در زمان کشت توسط سایر تیمارها غیراقتصادی بود و آنها قیمت آب و آبیاری برای انجام تک‌آبیاری در مناطق کرمانشاه و لرستان و در نرخ‌های تنزیل ۱۵ و ۲۵ درصد، را به ترتیب ۲۱۳ و ۳۳۸/۱ ریال بر متر مکعب گزارش کردند (۲۰).

هدف از انجام این تحقیق، تعیین حد بهینه آب مصرفی، ارزیابی اقتصادی تیمارهای مربوط به زمان و میزان تخصیص تک‌آبیاری، بهره‌وری اقتصادی مدیریت تک‌آبیاری و تعیین حد سودآوری تک‌آبیاری است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم واقع در شهرستان مراغه (عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۷۲۵ متر) در سال‌های زراعی ۸۳-۱۳۸۱ انجام شد و خاک محل آزمایش عمیق و دارای رس نرم بوده است (جدول ۱).

جدول ۱- نتیجه تجزیه خاک طی سال‌های تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS/m)	واکنش گل اشباع pH	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۰/۴۷	۷/۳	۷/۹	۵۲۵	۲۱	۳۲	۴۷

رطوبت ظرفیت زراعی، رطوبت نقطه پژمردگی دائم و وزن مخصوص ظاهری خاک به ترتیب ۳۸ درصد حجمی، ۲۰ درصد حجمی و ۱/۱۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و متوسط آب قابل استفاده برابر ۱۸۰ میلی‌متر در یک متر عمق خاک است. میزان بارش در سال‌های زراعی ۸۲-۱۳۸۱ و ۸۳-۱۳۸۲ به ترتیب برابر ۳۶۹ و ۴۱۵ میلی‌متر بود و منبع تأمین آب (چاه)، مشکلی از نظر کیفی نداشت (SAR = ۱/۵، EC = ۱ dS/m و pH = ۷/۶).

تحقیق بر پایه طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در سه تکرار به اجراء درآمد. سه تاریخ کاشت شامل اوایل مهر (زود)، اواسط مهر (نرمال) و اواخر مهر (دیر) و سه میزان تک‌آبیاری شامل بدون آبیاری (شرایط دیم)، تک‌آبیاری به میزان ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت و تک‌آبیاری به میزان ۱۰۰ میلی‌متر در زمان کاشت برای دو رقم گندم (آذر ۲ و لاین V_3) مورد مطالعه قرار گرفت. آبیاری در پلات‌های آزمایشی و به صورت سطحی و مطابق با تاریخ‌های کشت صورت گرفت. اگرچه در تحقیق، تیمار تک‌آبیاری ۷۵ میلی‌متر وجود نداشت، اما حد بهینه آب مصرفی در تاریخ کاشت، پس از پایان تحقیق براساس نتایج به‌دست آمده و به طریق میان یابی به میزان ۷۵ میلی‌متر تعیین گردید (۴). برای تحلیل آماری نتایج و مقایسه تیمارهای مدیریت تک‌آبیاری و تاریخ کاشت دو رقم گندم دیم از آزمون t-Test و نرم‌افزار SPSS.11 استفاده شد.

در بررسی اقتصادی تحقیق برای تعیین مدیریت‌های برتر تک‌آبیاری از طریق بودجه‌بندی جزیی، نسبت درآمد به هزینه هر تیمار، میزان سود خالص، تعیین بهره‌وری کل آب کاربردی (تک‌آبیاری + بارش) و تعیین حد سودآوری هر یک از تیمارها باتوجه به قیمت آب و آبیاری صورت گرفت. از آنجایی‌که تک‌آبیاری با هر میزان از قیمت آب و آبیاری مطلوبیت ندارد، اگر قیمت آب بیش از میزانی باشد که سود

ناشی از افزایش تولید با تغییر مدیریت آبیاری، برابر با هزینه‌های آب و آبیاری گردد، به آن حد سودآوری گفته می‌شود. برای تعیین قیمت تمام شده آب آبیاری براساس هزینه‌های استحصال آب (هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های جاری یا بهره‌برداری) از چاه با الکتروموتور و از روش تبدیل به معادل یکنواخت سالانه از رابطه (۱) استفاده شد:

$$A = P\frac{i(i+1)^n}{(i+1)^n - 1} \qquad (۱$$

در این رابطه، A ارزش کنونی اقساط سالانه (ریال)، P مقدار سرمایه‌گذاری اولیه (ریال)، n عمر مفید (سال) و i نرخ بهره یا تنزیل (درصد) است.

در زراعت دیم هم شرایط کاملاً سنتی و هم موارد کاملاً مکانیزه وجود دارد، لذا برای واقعی شدن هزینه‌های تولید شامل هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت، حالت عمومی‌تر و نیمه مکانیزه مورد توجه قرار گرفت. جدول (۲) متوسط هزینه‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت گندم را بدون احتساب هزینه‌های آب و آبیاری نشان می‌دهد.

جدول ۲ - هزینه‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت گندم دیم، بدون احتساب هزینه‌های آب و آبیاری

شرح عملیات	هزینه‌ها (ریال در هکتار) ۸۳-۱۳۸۱
کاشت (شخم، دیسک، بذر، کود زمان کاشت و کاشت با بذر کار)	۴۵۸۵۲۸
داشت (کود سرک، کارگر برای کودپاشی و سم‌پاشی)	۱۰۹۶۰۰
برداشت با کمباین، بارگیری و حمل و هزینه کیسه	۳۵۶۰۰۰
مجموع بیمه محصول سهم زارع، سود سرمایه در گردش (۸ درصد)	۵۹۸۵۶
هزینه‌های پیش‌بینی نشده (۵ درصد)	۴۶۸۵۶
جمع کل هزینه‌ها برای متوسط دو سال زراعی	۱۰۳۰۸۴۰

هزینه‌ها شامل دو بخش هزینه ثابت و هزینه متغیر می‌باشد و هزینه‌های متغیر تنها شامل هزینه‌های مربوط به آب و آبیاری می‌شود (۳). تابع عمومی درآمد خالص در واحد سطح به صورت زیر است:

$$N.B = B(w) - C(w) = (Yg.P1 + Ys.P2) - (C1 + \beta . w) \qquad (۲$$

در این رابطه، N.B، B(w)، C(w)، Yg، Ys، P_1، P_2، C_1، β و w به ترتیب بیانگر درآمد خالص، درآمد ناخالص، هزینه‌های تولید، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، قیمت فروش دانه (۱۷۲۵ ریال بر کیلوگرم)، قیمت فروش کاه و کلش (۳۰۰ ریال بر کیلوگرم)، هزینه‌های ثابت تولید، هزینه واحد آب مصرفی و عمق آب مصرفی است. قیمت فروش دانه و کاه و کلش براساس متوسط دو سال و در سطح منطقه است. درآمدها و هزینه‌ها برحسب ریال در هکتار، عملکرد بر حسب کیلوگرم در هکتار، قیمت فروش محصول اصلی (دانه) و فرعی (کاه) بر حسب ریال بر کیلوگرم، هزینه آب مصرفی بر حسب ریال بر متر مکعب و عمق آب مصرفی بر حسب میلی‌متر - هکتار است.

در بررسی اقتصادی و برای تعیین تیمارها و مدیریت‌های برتر تک‌آبیاری از بودجه‌بندی جزیی[1]، تحلیل نهایی نسبت اختلاف منافع به اختلاف هزینه[2]، نسبت درآمد به هزینه هر تیمار، میزان سود خالص، تعیین بهره‌وری کل آب مصرفی (تک‌آبیاری + بارش) و تعیین حد سودآوری هر یک از تیمارها باتوجه به قیمت آب و آبیاری استفاده می‌شود. روش بودجه‌بندی جزیی در مواردی به کار می‌رود که در

1 - Partial Budgeting (P.B)

2 - Marginal Benefit Cost Ratio (MBCR)

سازمان تولید مزرعه، تغییرات جزیی رخ داده باشد. در این حالت، اثرات این تغییر جزیی بر درآمد و هزینه‌های مزرعه، تعیین و در مورد جایگزینی آن تصمیم‌گیری می‌شود. البته برای اتخاذ تصمیم پیرامون تغییر جزیی، برآورد افزایش یا کاهش هزینه منتج از انتخاب روش جدید و افزایش یا کاهش درآمد ناشی از انتخاب روش جدید لازم است. هرگاه مجموع کاهش هزینه و افزایش درآمد ناشی از کاربرد روش جدید بیشتر از مجموع افزایش هزینه و کاهش درآمد ناشی از انتخاب روش جدید باشد، انتخاب تکنیک جدید اقتصادی است.

برای یکنواخت شدن مقایسه، فرض گردید در هر یک از تاریخ‌های کاشت ۱۰۰ میلی‌متر آب قابل دسترس است. این آب اگر به میزان ۱۰۰ میلی‌متر برای هر هکتار مصرف شود، سطح تحت آبیاری یک هکتار خواهد بود ولی اگر به میزان ۷۵ یا ۵۰ میلی‌متر به کار رود، سطح تحت آبیاری به ترتیب ۱/۳۳ و دو هکتار خواهد شد. باتوجه به این‌که بیشترین سطح تحت تک‌آبیاری، دو هکتار (تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر) است، لذا سطح مقایسه دو هکتار منظور می‌شود. پس با این فرض، در شرایط کاربرد ۱۰۰ میلی‌متر آب آبیاری، یک هکتار تحت آبیاری و یک هکتار دیم باقی می‌ماند، در شرایط ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری، ۱/۳۳ هکتار تحت آبیاری و ۰/۶۷ هکتار دیم و در شرایط ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری، کل دو هکتار تحت آبیاری قرار می‌گیرد. بنابراین باتوجه به تابع درآمد خالص، در برآورد عملکردها، هزینه‌ها، درآمدها و میزان بهره‌وری کل از آب مصرفی (آبیاری + بارش) سطوح جدید منظور می‌شود.

بنابراین پس از تعیین قیمت آب مصرفی و درآمدها و هزینه‌های تولید، به بررسی دو گزینه از مدیریت زمان و میزان تک‌آبیاری برای دو رقم برتر و نیز تحلیل نتایج بهره‌وری آب و آزمون آماری پرداخته شد.

نتایج و بحث

الف) نتیجه آماری

بررسی مقایسه آماری نتایج به روش t-Test نشان داد که بین دو رقم برتر در میزان عملکرد دانه در سطح آماری پنج درصد و در میزان درآمد ناخالص، درآمد خالص و نسبت درآمد ناخالص به هزینه در سطح ۱۰ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اما بین این دو رقم در تولید کاه و کلش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که این امر نشان‌دهنده تفاوت اثر مدیریت میزان و زمان تک‌آبیاری بر رقم است (جدول ۳).

ب) تعیین قیمت آب مصرفی

جمع کل هزینه‌های تولید بدون احتساب هزینه‌های آب و آبیاری برابر ۱۰۳۰۸۴۰ ریال در هکتار محاسبه گردید (جدول ۲). هزینه‌های آب و آبیاری بسته به نوع منبع تأمین آب و سیستم آبیاری متفاوت است. قیمت آب مصرفی بر اساس اجزای مؤثر در استحصال، انتقال و مصرف آب و نیز هزینه‌های تعمیرات و نگهداری به دست آمد. این هزینه‌ها شامل هزینه چاه (حفر، لوله‌گذاری، آزمایش پمپاژ و گالری‌های افقی در منطقه که محدودیت لایه غیر قابل نفوذ دارد) با عمر مفید ۳۰ سال، موتور پمپ و الکتروموتور (عمر مفید ۲۰ سال)، برق‌رسانی هوایی و ترانس (عمر مفید ۳۰ سال)، طراحی و نصب سیستم آبیاری بارانی کلاسیک (عمر مفید ۲۰ سال) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری است. قیمت واحد آب مصرفی پس از تبدیل هزینه‌ها به ارزش کنونی اقساط سالانه (هزینه یکنواخت سالانه) و با نرخ تنزیل ۱۵/۵ درصد ($i = ۱۵/۵٪$) و بر اساس عمر مفید هر بخش از سازه‌ها، برابر ۳۰۰ ریال برای هر متر مکعب آب (۳۰۰۰ ریال برای هر میلی‌متر عمق آب مصرفی – هکتار) به‌دست آمد.

ج) حد سودآوری

حد سودآوری کاربرد تک‌آبیاری تحت تیمارهای مختلف برای ارقام V_3 و آذر ۲ در جدول (۴) و (۵) نشان داده شده است. برای رقم V_3 به ترتیب تاریخ کاشت دیر، زود و نرمال به حد سودآوری می‌رسند، به نحوی که حد سودآوری در تاریخ کاشت نرمال و ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری، ۲/۲۷ برابر حد سودآوری در تیمار تاریخ کاشت زود و ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری است.

جدول ۳ - بررسی آماری مقایسه دو رقم گندم تحت شرایط تک‌آبیاری (رقم V_3 و رقم آذر ۲) به روش T-Test

	عملکرد دانه (kg/ha)	کاه وکلش (kg/ha)	درآمد ناخالص(B)	هزینه تولید* (C)	درآمد خالص* (N.B)	نسبت* B/C
V_3 میانگین رقم	۲۸۱۶/۰	۵۱۴۳/۰	۱۰۷۲۴۳۸۷	۲۳۶۰۱۰۱	۸۳۶۴۲۸۷	۴/۵۵
میانگین رقم آذر۲	۲۵۹۸/۰	۵۰۸۷/۰	۱۰۲۹۲۴۶۹	۲۳۶۰۱۰۱	۷۹۳۲۳۶۹	۴/۳۶
V_3 میانگین خطای استاندارد رقم	۲۳۶/۸	۳۹۹/۱	۴۵۳۰۷۳	۱۵۸۰	۴۵۳۷۶۹	۰/۲۰
میانگین خطای استاندارد رقم آذر ۲	۱۶۱/۸	۲۹۵/۱	۳۶۵۸۳۳	۱۵۸۰	۳۶۶۲۲۶	۰/۱۶
اختلاف میانگین دو رقم	۲۱۸/۳	۵۵/۹	۴۳۱۹۱۸	۰	۴۳۱۹۱۸	۰/۱۸
t مقدار	۲/۶۷	۰/۴۲	۲/۰۶	–	۲/۰۶	۲/۰۶
نتیجه آماری مقایسه دو رقم	معنی‌دار در سطح ۵ درصد	معنی‌دار نیست	معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد	–	معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد	معنی‌دار در سطح ۱۰ درصد

*بر مبنای ریال در دو هکتار

جدول ۴- حد سودآوری تیمارهای تک‌آبیاری (ریال در هکتار) در مقایسه با شرایط دیم

تیمارهای تک‌آبیاری مورد مقایسه برای رقم V_3	قیمت آب و آبیاری در حد سودآوری (ریال بر میلی‌متر - هکتار)						
	۲۳۷۱	۲۶۴۲	۴۱۸۷	۴۳۴۳	۴۸۷۴	۵۲۵۰	۵۳۸۴
تاریخ کاشت دیر + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۰	–	–	–	–	–	–
تاریخ کاشت دیر + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۳۵۶۳۸	۰	–	–	–	–	–
تاریخ کاشت زود + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۸۱۶۳۵۰	۱۵۴۵۰۷۵	۰	–	–	–	–
تاریخ کاشت زود + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۹۸۵۹۱۳	۸۵۰۲۷۵	۷۷۷۳۸	۰	–	–	–
تاریخ کاشت نرمال + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۲۵۱۴۸۸	۱۱۱۵۸۵۰	۳۴۳۳۱۳	۲۶۵۵۷۵	۰	–	–
تاریخ کاشت نرمال + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۸۷۸۸۰۰	۲۶۰۷۵۲۵	۱۰۶۲۴۵۰	۹۰۶۹۷۵	۳۷۵۸۲۵	۰	–
تاریخ کاشت نرمال + ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۲۶۰۰۶۹	۲۰۵۶۶۱۳	۸۹۷۸۰۶	۷۸۱۲۰۰	۳۸۲۸۳۸	۱۰۰۹۶۹	۰
نسبت قیمت آب و آبیاری به قیمت فروش محصول دانه در حد سودآوری (P_w/P_c)	۱/۳۷	۱/۵۳	۲/۴۳	۲/۵۲	۲/۸۳	۳/۰۴	۳/۱۲

جدول ۵ - حد سودآوری تیمارهای تک‌آبیاری (ریال در هکتار) در مقایسه با شرایط دیم

تیمارهای تک‌آبیاری مورد مقایسه برای رقم آذر ۲	قیمت آب و آبیاری در حد سودآوری (ریال بر میلی‌متر - هکتار)						
	۲۰۰۸	۳۰۱۴	۳۶۵۴	۴۱۷۹	۴۳۵۹	۴۵۳۲	۴۷۱۲
تاریخ کاشت دیر + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۰	-	-	-	-	-	-
تاریخ کاشت دیر + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۵۰۳۱۰۰	۰	-	-	-	-	-
تاریخ کاشت زود + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۶۴۶۱۷۵	۶۳۹۹۷۵	۰	-	-	-	-
تاریخ کاشت نرمال + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۱۷۰۶۵۰	۱۱۶۴۴۵۰	۵۲۴۴۷۵	۰	-	-	-
تاریخ کاشت نرمال + ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۷۶۳۰۶۳	۱۰۰۸۴۱۳	۵۲۸۴۳۱	۱۳۵۰۷۵	۰	-	-
تاریخ کاشت زود + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۲۶۱۸۰۰	۷۵۸۷۰۰	۴۳۸۷۱۳	۱۷۶۴۷۵	۸۶۴۲۵	۰	-
تاریخ کاشت نرمال + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۱۳۵۲۰۲۵	۸۴۸۹۲۵	۵۲۸۹۳۸	۲۶۶۷۰۰	۱۷۶۶۵۰	۹۰۲۲۵	۰
نسبت قیمت آب و آبیاری به قیمت فروش محصول دانه در حد سودآوری (P_W/P_C)	۱/۱۶	۱/۷۵	۲/۱۲	۲/۴۲	۲/۵۳	۲/۶۳	۲/۷۳

بدیهی است هرقدر قیمت آب و آبیاری در حد سودآوری بیشتر باشد و یا نسبت قیمت آب و آبیاری به قیمت فروش محصول در حد سودآوری بزرگ‌تر باشد، مطلوب‌تر است. تیمار تاریخ کاشت زود و ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری به خاطر خطر بالای مواجهه با تنش رطوبتی تا وقوع اولین بارش مؤثر دارای ریسک بالایی است و نمی‌تواند توصیه شود. در شرایط برابر، میزان سوددهی تک‌آبیاری در تاریخ کاشت اول و دوم برای رقم V_3 بیشتر از رقم آذر ۲ است. برای تاریخ کاشت سوم رقم آذر ۲ برای تک‌آبیاری مناسب‌تر است هرچند تفاوت دو رقم در تولید دانه در این شرایط زیاد نیست.

باتوجه به حد سودآوری تک‌آبیاری برای رقم V_3، تیمارهای تک‌آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر در تاریخ کاشت زود، تک‌آبیاری ۷۵ میلی‌متر در تاریخ کاشت نرمال و تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر در تاریخ کاشت دیر، تا زمانی سودآور خواهند بود که قیمت آب و آبیاری به ترتیب کمتر از ۴۱۸۷، ۵۳۸۴ و ۲۶۴۲ ریال بر متر مکعب باشد و یا نسبت قیمت آب و آبیاری به قیمت فروش محصول (P_W/P_C) به ترتیب کمتر از ۲/۴۳، ۳/۱۲ و ۱/۵۳ باشد (جدول ۴).

با تغییر هزینه‌های آب و آبیاری تا حد سودآوری در هر یک از تیمارها، تغییری در انتخاب گزینه مطلوب ایجاد نمی‌شود. قابل ذکر است که باتوجه به تغییرات نرخ تورم، پیش‌بینی آن برای سنوات آتی مشکل است، لذا درمقایسه تیمارها و باتوجه به حد سودآوری تیمارها در شرایط فعلی این قیمت قابل قبول است. مهم این است که با تغییر هزینه‌های آب و آبیاری تا حد سود آوری در هر یک از تیمارها، تغییری در انتخاب گزینه مطلوب ایجاد نمی‌شود.

د) گزینش مدیریت مناسب تک‌آبیاری

متوسط عملکرد دانه و کاه و کلش، سود خالص و نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید و سود خالص به ازای واحد آب مصرفی و بهره‌وری آب آبیاری برآورد گردید (جدول‌های ۶ و ۷).

جدول ۶ – هزینه، درآمد و سود خالص تیمارهای مختلف تک‌آبیاری برای دو رقم گندم (ریال در دو هکتار)

مدیریت‌های تک‌آبیاری	عملکرد دانه (kg/ha)	کاه وکلش (kg/ha)	درآمد ناخالص$\hat{u}$ (B)	هزینه تولید$\hat{u}$ (C)	درآمد خالص$\hat{u}$ (N.B)	نسبت B/C
			رقم V_3			
تاریخ کاشت دیر + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۵۰۳	۴۴۷۹	۸۹۵۱۷۷۵	۲۳۶۱۶۸۱	۶۵۹۰۰۹۵	۳/۸
تاریخ کاشت دیر + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۰۱۷	۳۷۷۴	۹۲۲۳۰۵۰	۲۳۶۱۶۸۱	۶۸۶۱۳۷۰	۳/۹
تاریخ کاشت زود + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۳۸۴	۴۴۹۸	۱۰۹۲۳۶۰۰	۲۳۶۱۶۸۱	۸۵۶۱۹۲۰	۴/۶
تاریخ کاشت زود + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۳۲۶۹	۶۱۲۹	۱۰۷۶۸۱۲۵	۲۳۶۱۶۸۱	۸۴۰۶۴۴۵	۴/۶
تاریخ کاشت نرمال + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۵۰۳	۴۶۹۹	۱۱۴۵۴۷۵۰	۲۳۶۱۶۸۱	۹۰۹۳۰۷۰	۴/۹
تاریخ کاشت نرمال + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۳۷۸۳	۶۷۱۵	۱۱۸۳۰۵۷۵	۲۳۶۱۶۸۱	۹۴۶۸۸۹۵	۵/۰
تاریخ کاشت نرمال + ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری	۳۲۵۶	۵۷۰۷	۱۱۹۱۸۸۳۵	۲۳۵۰۶۲۲	۹۵۶۸۲۱۳	۵/۱
			رقم آذر ۲			
تاریخ کاشت دیر + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۳۱۴	۴۲۵۳	۸۵۲۷۰۵۰	۲۳۶۱۶۸۱	۶۱۶۵۳۷۰	۳/۶
تاریخ کاشت دیر + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۰۴۹	۴۱۰۷	۹۵۳۳۲۵۰	۲۳۶۱۶۸۱	۷۱۷۱۵۷۰	۴/۰
تاریخ کاشت زود + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۳۰۱۷	۵۶۹۸	۱۰۱۷۳۲۲۵	۲۳۶۱۶۸۱	۷۸۱۱۵۴۵	۴/۳
تاریخ کاشت نرمال + ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۳۲۳۲	۶۲۱۰	۱۰۶۹۷۷۰۰	۲۳۶۱۶۸۱	۸۳۳۶۰۲۰	۴/۵
تاریخ کاشت نرمال + ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۸۱۲	۵۵۹۳	۱۰۸۳۴۳۰۸	۲۳۵۰۶۲۲	۸۴۸۳۶۸۶	۴/۶
تاریخ کاشت زود + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۳۷۳	۴۷۷۳	۱۱۰۵۰۶۵۰	۲۳۶۱۶۸۱	۸۶۸۸۹۷۰	۴/۷
تاریخ کاشت نرمال + ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری	۲۳۹۰	۴۹۷۶	۱۱۲۳۱۱۰۰	۲۳۶۱۶۸۱	۸۸۶۹۴۲۰	۴/۸

$\hat{u}$: بر مبنای دو هکتار

از میان مقادیر تک‌آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر در تاریخ کاشت زود، عملکرد دانه و کاه و کلش تک‌آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر بیشتر، سود خالص ۱/۸ درصد کمتر و دارای نسبت درآمد ناخالص به هزینه‌های تولید برابر هستند. باتوجه به ریسک بالا در تاریخ کاشت زود و تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر، به خاطر وجود دوره بدون بارش مؤثر (۴۵–۳۰ روز) و امکان بروز خسارت تنش خشکی، تاریخ کاشت زود و تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر توجیه‌پذیر نخواهد بود (۴). بنابراین در تاریخ کاشت زود تنها یک گزینه یعنی تک‌آبیاری ۱۰۰ میلی‌متری باقی می‌ماند.

در تاریخ کاشت دوم (نرمال) و مقایسه بین سه میزان تک‌آبیاری ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ میلی‌متر بر اساس بیشتر بودن درآمد خالص و نسبت درآمد ناخالص به هزینه و کمتر بودن هزینه تولید برای هر دو رقم (V_3 و آذر ۲)، کاملاً برتری محسوس با تک‌آبیاری ۷۵ میلی‌متر است (جدول ۶). در نهایت برای تاریخ کاشت سوم (دیر) برتری و توجیه‌پذیری برای تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر است.

بر اساس نتایج و باتوجه متوسط عملکرد دانه (۲۳۲۶ کیلوگرم در هکتار)، شاخص بهره‌وری از مجموع آب آبیاری و بارش (۵/۲۷ کیلوگرم بر میلی‌متر)، هزینه تولید، درآمد ناخالص، درآمد خالص، نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید و درآمد خالص به ازای واحد آب آبیاری، برتری با مدیریت تک‌آبیاری ۱۰۰–۷۵–۵۰ میلی‌متر و برای رقم V_3 است (جدول ۷).

جدول ۷ - مقایسه بهره‌وری اقتصادی و بهره‌وری کل آب کاربردی در تولید دانه گندم در سه گزاره مدیریتی تک‌آبیاری

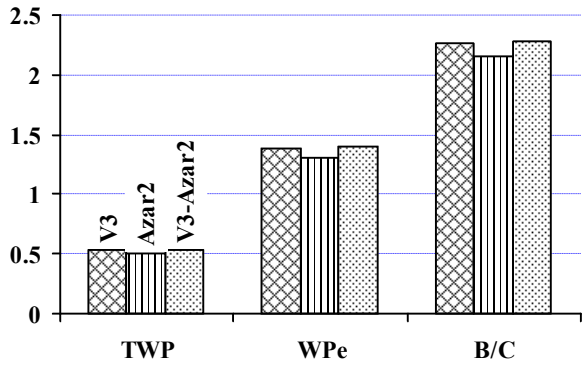
گزاره‌های تخصیص آب برای تک‌آبیاری (میلی‌متر)	سطح آبیاری (هکتار)	سطح دیم (هکتار)	متوسط عملکرد از سطوح تحت آبیاری و دیم	متوسط درآمد ناخالص از سطوح تحت آبیاری و دیم	متوسط هزینه‌ها از سطوح تحت آبیاری و دیم	متوسط درآمد خالص از سطوح تحت آبیاری و دیم	نسبت B/C	بهره‌وری اقتصادی (ریال درآمد خالص بر میلی‌متر آب آبیاری)	بهره‌وری کل آب آبیاری و بارش (کیلوگرم بر میلی‌متر)
رقم V_3									
۵۰-۷۵-۱۰۰	۱-۱/۳۳-۲	۱-۰/۶۶-۰	۲۳۲۶	۵۳۱۸۳۳۵	۱۱۷۸۹۹۷	۴۱۳۹۳۳۸	۲/۲۶	۱۳۷۹۸	۵/۲۷
رقم آذر۲									
۵۰-۷۵-۱۰۰	۱-۱/۳۳-۲	۱-۰/۶۶-۰	۲۱۹۶	۵۰۹۰۱۳۱	۱۱۷۸۹۹۷	۳۹۱۱۱۳۳	۲/۱۶	۱۳۰۳۷	۵/۰۰
مدیریت تلفیقی شامل: ۱۰۰ میلی‌متر - زود برای رقم V_3، ۷۵ میلی‌متر - نرمال برای رقم V_3، ۵۰ میلی‌متر - دیر برای رقم آذر۲									
۵۰-۷۵-۱۰۰	۱-۱/۳۳-۲	۱-۰/۶۶-۰	۲۳۳۷	۵۳۷۰۰۳۵	۱۱۷۸۹۹۷	۴۱۹۱۰۳۸	۲/۲۸	۱۳۹۷۰	۵/۳۰

کل آب آبیاری قابل تخصیص ۲۲۵ میلی‌متر و کل سطح تحت گزاره‌های مختلف تک‌آبیاری و دیم، ۶ هکتار

هرچند تفاوت دو رقم در تولید دانه تحت تیمار تک‌آبیاری ۵۰ میلی‌متر در تاریخ کاشت دیر، زیاد نیست (۳۲ کیلوگرم) اما به خاطر تولید کاه بیشتر در رقم آذر ۲ (۳۳۳ کیلوگرم) و براساس درآمد خالص و نسبت B/C رقم آذر ۲ بر رقم V_3 برتری دارد (جدول ۶ و شکل ۱). این برتری در گزینه مدیریتی ترکیبی تک‌آبیاری در جدول (۷) آمده است. لذا در شرایط گزینه مدیریت ترکیبی که متوسط عملکرد دانه ۲۳۳۷ کیلوگرم در هکتار است، بیشترین میزان درآمد خالص (۴۱۹۱۰۳۸ ریال در هکتار)، بالاترین میزان نسبت B/C (۲/۲۸)، بیشترین بهره‌وری اقتصادی یعنی میزان درآمد خالص به ازای واحد آب آبیاری (۱۳۹۷۰ ریال بر میلی‌متر) و بیشترین مقدار شاخص بهره‌وری از مجموع آب آبیاری و بارش (۵/۳ کیلوگرم بر میلی‌متر) به‌دست می‌آید (جدول ۷ و شکل ۱). تأخیر در وقوع اولین بارش مؤثر پاییزه در شرایط دیم که در طول دو سال تحقیق نیز وجود داشت و اثرات آن در عملکرد پایین دیم مشهود است که با اعمال تک‌آبیاری تعدیل می‌گردد (۴).

نتیجه این پژوهش با نتایج دیگر محققان هم‌سویی دارد. طی تحقیقی در ترکیه درآمد خالص، هزینه تولید و درآمد خالص برای شرایط دیم به ترتیب ۳۹/۱، ۱۴/۲۱ و ۲۴/۸۹ میلیون لیر ترکیه در هکتار و نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید ۲/۷۵ و برای شرایط آبیاری تکمیلی به ترتیب ۷۰/۳۸، ۲۳/۸۶ و ۴۶/۵۲ میلیون لیر ترکیه در هکتار و نسبت درآمد ناخالص به هزینه تولید ۲/۹۵ گزارش گردید که نشان‌دهنده افزایش سود خالص به میزان ۸۷ درصد نسبت به شرایط دیم است (۱۴).

در شرایط محدودیت منابع آب و از نظر اقتصادی، تیمار ۶۴ درصد آبیاری کامل با آبیاری کامل گندم برابر است و با ۳۹ درصد کاهش آب مصرفی نشان داده شد که میزان سود خالص به ازای واحد آب مصرفی ۴۹ درصد بیش از آبیاری کامل بوده است و آبیاری به میزان ۶۶ درصد آبیاری کامل گندم، از نظر تولید دانه و ماده خشک دارای بهره‌وری آب مصرفی بیشتری نسبت به آبیاری کامل بوده است (۹، ۱۲ و ۱۵).



شکل ۱ - مقادیر بهره‌وری کل آب مصرفی (TWP) برحسب کیلوگرم بر متر مکعب، بهره‌وری اقتصادی (WPe) بر حسب ۱۰۰۰ ریال بر متر مکعب و نسبت درآمد خالص به هزینه تولید گزاره‌های مختلف تخصیص آب تک‌آبیاری (B/C)

نتایج تحقیقی در شمال کشور عراق نشان داد، تیمار ۵۰ درصد آبیاری تکمیلی کامل گندم دارای بالاترین میزان بهره‌وری از آب مصرفی و سود خالص است، ضمن این‌که کاربرد فقط ۵۰ درصد آبیاری تکمیلی کامل، تنها کاهش عملکردی به میزان ۱۵-۱۰ درصد نشان داده است (۷ و ۱۰). همچنین نتایج تحقیقی بر روی گیاه گندم، کاهش ۷۰-۴۰ درصد آب آبیاری نسبت به آبیاری تکمیلی کامل فقط ۱۳ درصد کاهش عملکرد دانه را نشان داد (۲۲). بهره‌وری کل آب مصرفی تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی و دیم در شرایط سوریه بین ۹/۳ تا ۱۱/۹ کیلوگرم بر میلی‌متر و در شرایط ایالت تکزاس در آمریکا بین ۶/۱ تا هشت کیلوگرم بر میلی‌متر گزارش گردید (۱۰، ۱۱ و ۱۷). همچنین در پژوهشی دیگر، بهره‌وری کل آب مصرفی گندم بین چهار تا پنج کیلوگرم بر میلی‌متر گزارش گردید (۲۲ و ۲۳). طبق دیگر گزارشات، با ۶۵ درصد کاهش آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، ضمن حصول حداکثر سود، سطح زیر کشت به میزان سه برابر افزایش می‌یابد (۶).

برتری‌ها و مزیت‌های نسبی ذکر شده برای تیمارهای تک‌آبیاری، ناشی از مصرف آب در زمان کاشت و ایجاد سبز کامل پاییزه است، لذا در هر شرایط از مقدار و پراکنش بارش در مناطق سردسیر، اعمال آبیاری پاییزه منتج به سبز کامل پاییزه، برای بهبود و تثبیت عملکرد گندم در شرایط دیم، مدیریت مناسبی به شمار می‌رود (۱، ۲، ۸، ۱۰، ۱۴ و ۱۸).

البته برای مناطق با شرایط معتدل، تک‌آبیاری گندم در مرحله گل‌دهی، بیشترین اثرات را به همراه دارد (۵).

براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و دیگر گزارشات، می‌توان نتیجه گرفت که آبیاری تکمیلی و تک‌آبیاری ابزاری مناسب و راهکاری مطمئن و اقتصادی در تعدیل میزان تغییرات عملکرد محصول در طی سال‌های مختلف به شمار می‌رود، به‌طوری‌که ضریب تغییرات عملکرد دانه گندم در شرایط دیم که در محدوده ۱۰۰-۷۰ درصد متغیر بود، با اعمال آبیاری تکمیلی بهینه (و تک‌آبیاری) به ۱۰-۸ درصد کاهش یافت (۱، ۴، ۸، ۱۰، ۱۶، ۱۸ و ۲۳).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده از طریق بودجه‌بندی جزیی و تعیین شاخص بهره‌وری آب مصرفی و در شرایط مختلف قیمت آب و آبیاری، گزینه مدیریتی بهینه تک‌آبیاری شامل ۱۰۰ میلی‌متر تک‌آبیاری در اوائل مهر، ۷۵ میلی‌متر تک‌آبیاری در اواسط مهر و ۵۰ میلی‌متر تک‌آبیاری در اواخر مهر خواهد بود. در گزینه بهینه مدیریت تک‌آبیاری، برای تاریخ کاشت اول و دوم رقم V_3 و برای تاریخ کاشت سوم رقم آذر ۲ مطلوبیت دارد، به‌طوری‌که دارای بیشترین میزان متوسط درآمد خالص (۴۱۹۱۰۳۸ ریال در هکتار)، بالاترین میزان نسبت درآمد ناخالص به هزینه (۲/۲۸)، بیشترین میزان درآمد خالص

به ازای واحد آب آبیاری (۱۳۹۷۰ ریال بر میلی‌متر) و بیشترین میزان شاخص بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش (۵/۳ کیلوگرم بر میلی‌متر) است. وضعیت بارش در شرایط دیم منطقه، به نحوی است که در پاییز با تأخیر همراه بوده و امکان سبز شدن و استقرار محصول را به طور طبیعی میسر نمی‌کند، لذا انجام تک‌آبیاری به نوعی فراهم کردن شرایط برای شروع رشد، اسقرار محصول و استفاده از بارش‌ها محسوب می‌شود. بنابراین در شرایطی که امکان تأمین آب برای تک‌آبیاری وجود دارد و نیز در طرح‌های توسعه منابع آب، این برنامه می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی شماره ۰۹۳-۸۲-۲۱-۱۰۱ است که با اعتبارات و امکانات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم اجرا گردید، بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱ . بلسون و (۱۳۷۸) بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر مصرف ازت در افزایش عملکرد ارقام گندم دیم. مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی، شماره ۷۷/۷۸، ۱۹ ص.

۲ . توکلی ع. ر (۱۳۸۰) به‌گزینی مدیریت تک‌آبیاری در زراعت گندم دیم. تحقیقات مهندسی کشاورزی ۲(۷): ۵۰-۴۱.

۳ . توکلی ع. ر (۱۳۸۵) ارزیابی زراعی و اقتصادی (بودجه‌بندی بخشی) مدیریت تک‌آبیاری گندم دیم در شرایط خشکسالی. علمی کشاورزی ۲۹(۱): ۲۹-۱۷.

۴ . توکلی ع. ر.، بلسون و.، رضوی ر. و فری ف (۱۳۸۲) بررسی عکس‌العمل گندم دیم نسبت به سطوح مختلف آبیاری تکمیلی و نیتروژن. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم شماره ۳۱۵/۸۲، ۱۱۴ ص.

۵ . توکلی ع. ر.، لیاقت ع.، علیزاده ا.، اشرفی ش.، عویس ذ. و پارسی‌نژاد م (۱۳۸۹) بهبود بهره‌وری بارش در تولید گندم دیم با اعمال گزاره‌های بهبود در سطح مزارع زارعین در منطقه سردسیر بالادست حوضه کرخه. آبیاری و زهکشی ایران ۲(۳): ۳۰۷-۲۹۷.

۶ . فرداد ح. و گلکار ح. ر (۱۳۸۱) تحلیل اقتصادی کم‌آبیاری گندم در شرایط کرج. علوم کشاورزی ایران ۳۳(۲): ۳۱۲-۳۰۵.

7 . Adary A, Hachum A, Oweis T and Pala M (2002) Wheat Productivity under Supplemental Irrigation in Northern Iraq. On-Farm Water Husbandry Research Report Series, No. 2. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria. 38 p.

8 . Caliandro A and Boari F (1992) Supplementary irrigation in arid and semi-arid regions. In: International conference on supplementary irrigation and drought water management. Valenzano (IT), 27 Sep. – 2 Oct. Vol. 1. Supplementary irrigation in arid and semi arid regions. 254 P.

9 . English MJ and Raja SN (1996) Perspectives on deficit irrigation. Agricultural Water Management 32(1): 1-14.

10 . Oweis T and Hachum A (2003) Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne JW, Barker R and Molden D (Eds.) Water Productivity in Agriculture, limits and opportunities for improvement, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka. Pp. 179-198.

11 . Oweis T and Hachum A (2004) Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and

North Africa. 4th International Crop Science Congress 26th. Queensland, Australia.

12 . Oweis T, Hachum A and Kijne J (1999) Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, SWIM paper 7. 38 p.

13 . Oweis T, Pala M and Ryan J (1998) Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean Climate. Agronomy 90(5): 672-681.

14 . Oweis T, Salkini A, Zhang H, Ilbeyi A, Hustun H, Dernek Z and Erdem G (2001) Supplemental irrigation potential for wheat in the central Anatolian plateau of Turkey. ICARDA, Aleppo, Syria, 37 p.

15 . Oweis T (1997) Supplemental irrigation: a highly efficient water use practice. ICARDA, Aleppo, Syria, 16 p.

16 . Salkini A and Ansell D (1992) Agro-economic impact of supplemental irrigation on rainfed wheat production under the Mediterranean environment of Syria. In: International conference on supplementary irrigation and drought water management. Valenzano (IT). Supplementary irrigation in arid and semi arid regions. 254 P.

17 . Schneider AD and Howell TA (1996) Methods, amounts and timing of sprinkler irrigation for winter wheat. Trans of ASAE 40(1): 137-142.

18 . Tavakkoli AR and Oweis T (2004) The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management 65(3): 225-236.

19 . Tavakoli AR, Oweis T, Ferri F, Haghighati A, Belson V, Pala M, Siadat H and Ketata H (2005) Supplemental Irrigation in Iran: Increasing and Stabilizing Wheat Yield in Rainfed Highlands. On-Farm Water Husbandry Research Report Series. No. 5. 46 p, ICARDA.

20 . Tavakoli AR, Oweis T, Ashrafi Sh, Asadi H, Siadat H and Liaghat A (2010) Improving rainwater productivity with supplemental irrigation in upper Karkheh river basin of Iran. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, 123 p.

21 . Vaux HJ and Pruit WO (1983) Crop water production functions. In: Hillel D (ed) Advanced in irrigation. Vol. 2. Academic Press, New York. Pp. 61-97.

22 . Zhang H and Oweis T (1999) Water – yield relations and optimal irrigation scheduling of wheat in the Mediterranean region. Agriculltural Water Management 38(3): 195-211.

23 . Zhang H, Pala M, Oweis T and Harris H (2000) Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research 51(2): 295-304.

Evaluation of economical water productivity index of single irrigation management for two rainfed wheat varieties (Case of study: Maragheh)

A. R .Tavakoli [1]

(E-mail: art.tavakoli@gmail.com)

Abstract

The effects of planting date and single irrigation (SI) allocation scenarios on increasing and stability of yield were investigated to determine the total water productivity and economical water productivity (WPe), for rainfed wheat at Dryland Agricultural Research Institute in Maragheh, Iran, during 2000-2004. The treatments included three sowing dates (early, normal and late), four allocation scenarios of single irrigation (Rainfed, 50, 75 and 100 mm SI at planting time) and two wheat varieties. The partial budgeting method, marginal benefit – cost ratio, different states of water and irrigation prices, were used for evaluation of combined treatments. Single irrigation at planting time is an economical option at this region. Maximum total water productivity (5.3 $kg.mm^{-1}.ha^{-1}$), maximum net benefit (4191038 $Rials.ha^{-1}$), maximum net benefit per irrigation water use, economical water productivity (13970 $Rials.mm^{-1}$) and maximum benefic - cost ratio (2.28) obtained at this single irrigation allocation scenario.

Keywords: Net benefit, Partial budgeting, Rainfed wheat, Single irrigation, Water productivity

1 - Assisstant Professor, Agricultural Engineering Research Section, Agricultural Research Center of Semnan Province, Shahrood - Iran.