

بهره‌وری مصرف آب و انرژی در سامانه‌های مختلف آبیاری (مطالعه موردی ذرت بذری در کشت و صنعت جوین) در استان خراسان رضوی

حسن علی آبادی^{1*}، امین علیزاده²، عاطفه عرفانی³

تاریخ دریافت: 1394/1/19 تاریخ پذیرش: 1394/7/15

چکیده

وضعیت آب در اکثر نقاط دنیا در حالت بحران است. افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی یکی از راهکارهای مؤثر برای پایداری منابع آب می‌باشد. انرژی نیز یکی از مؤلفه‌های ضروری در بخش کشاورزی است که هزینه‌های مربوط به خود را داراست. جهت بالا بردن سود اقتصادی و پایداری منابع آب و انرژی در بخش کشاورزی از نمایه بهره‌وری استفاده می‌شود. بهره‌وری به معنای تولید بیش‌تر به ازاء نهاده‌های ورودی (آب و انرژی و غیره) است. پژوهش انجام گرفته در مورد بهره‌وری آب و انرژی مصرفی (الکتریکی)، در تولید ذرت بذری می‌باشد، که به دلیل بالا بودن عملکرد آن، اهمیت و جایگاه این محصول استراتژیک در جهان، شناخته شده است. این پژوهش در مزرعه قادری (یکی از مزارع شرکت کشاورزی برکت، وابسته به کشت و صنعت جوین)، در سال 1392 انجام گرفت. بهره‌وری ذرت بذری نسبت به آب و انرژی الکتریکی مصرفی در سه سیستم آبیاری نشتی، بارانی و قطره‌ای، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که شاخص بهره‌وری آب آبیاری در تولید ذرت بذری برای سه سیستم آبیاری نشتی (فارو)، بارانی (سنتریوت) و قطره‌ای (تیپ)، به ترتیب 0/42 و 0/46 و 0/47 کیلوگرم بذر ذرت بر مترمکعب آب و شاخص بهره‌وری انرژی الکتریکی مصرفی (برای پمپاژ و توزیع آب) نیز به ترتیب 0/682 و 0/838 و 0/448 کیلوگرم بذر ذرت در یک کیلووات ساعت انرژی الکتریکی می‌باشد. هم‌چنین مشخص گردید که برخلاف تصور بهره‌وری انرژی الکتریکی مصرفی در سیستم بارانی بیش‌تر از سیستم آبیاری نشتی و قطره‌ای می‌باشد. با توجه به پارامترهای بدست آمده، نتیجه گرفته می‌شود که در مجموع سیستم آبیاری بارانی (سنتریوت) بهترین عملکرد از لحاظ آب و برق مصرفی در مقایسه با سیستم آبیاری فارو و قطره‌ای را دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، انرژی، بهره‌وری، ذرت بذری

مقدمه

منابع آب نیز از حدود 93 میلیارد مترمکعب منابع آب مصرفی کشور حدود 86 میلیارد مترمکعب (91%) به مصارف کشاورزی می‌رسد (حیدری، 1388). بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی ایران دارد، به طوری که حدود 18% تولید ناخالص ملی، 25% اشتغال، تأمین بیش از 85% غذای جامعه، 25% صادرات غیرنفتی و 90% مواد اولیه موردنیاز صنعت را بخش کشاورزی فراهم می‌نماید. شرایط خاص اقلیمی کشور هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود کشور نموده است. در همین راستا می‌توان گفت که آب آبیاری مهم‌ترین نهاده کشاورزی و مهم‌ترین عامل توسعه در جهان بوده است (حیدری، 1388). ذرت در قسمت اعظم دنیا یک گیاه غذایی بسیار مهم به حساب می‌آید و در اغلب قاره‌های جهان به صورت وسیعی کشت می‌شود و از نظر تولید، بعد از گندم و برنج سومین محصول در میان غلات است. ذرت گیاهی است با دوره رویشی نسبتاً کوتاه که میزان عملکرد محصول دانه آن Erfaniatefeh@yahoo.com

کشور ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. متوسط بارندگی کشور 252 میلی‌متر بوده که برابر یک سوم متوسط جهانی است. بر اساس آمار و اطلاعات منتشره، از کل اراضی 164 میلیون هکتاری کشور، در حال حاضر 18/8 میلیون هکتار در چرخه تولید محصولات کشاورزی قرار دارد. از این مقدار حدود 8/1 میلیون هکتار به صورت آبی و حدود 6/3 میلیون هکتار به صورت دیم و بقیه به صورت آیش آبی و دیم مورد بهره‌برداری قرار دارند. در ارتباط با

- 1- کارشناس ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
 - 2- استاد آبیاری و زهکشی، گروه پژوهشی زیست محیطی خاوران - مشهد
 - 3- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری
- (* - نویسنده مسئول: Email: Aliabadi.hassan37@gmail.com)

(Sammis;1980). هامفریس و همکاران (2005) اثر روش‌های آبیاری بارانی، قطره‌ای و فارو را برای ذرت دانه‌ای استرالیا را بررسی نمودند. بر اساس نتایج آن‌ها حجم آب آبیاری برای روش قطره‌ای 6700، روش بارانی 7400 و فارو 7800 مترمکعب در هکتار گزارش شده است. ایگبادون و ماهو (2006) در تانزانیا بهره‌وری آب مصرفی در ذرت بذری را طی آزمایش‌های مختلف بین 0/4 الی 0/7 3kg/m به دست آوردند (Humphreys et al., 2005). ایگبادون و ماهو (2006)، در تانزانیا بره وری آب مصرفی در ذرت بذری را طی آزمایش‌های مختلف بین 0/4 الی 0/7 بدست آوردند (Igbadun et al., 2006). راجاک و همکاران (2006)، تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای و فارو را بر روی محصول پنبه بررسی نمودند. بهره‌وری آب آبیاری برای روش قطره‌ای $21/3$ (kg/ha.cm) و در روش فارو $14/6$ (kg/ha.cm) محاسبه گردید (Rajak at al., 2006).

تامارا و شه‌بازخان (2010)، میزان آب و انرژی مصرفی سامانه‌های مختلف آبیاری را در استرالیا روی ذرت بذری مورد بررسی قرار دادند. سیستم سنتریپوت با هد پمپاژ $23/2$ متر و دبی (m^3/s) $0/9$ ، قطره‌ای با هد $11/27$ متر و دبی (m^3/s) $0/4$ ، سیستم فارو با هد پمپاژ 20 متر و دبی (m^3/s) $0/9$ مورد مقایسه قرار دادند. که برای سیستم آبیاری فارو میزان آب و انرژی مصرفی به ترتیب 3 و 8 (ml/ha) و 7975 (Mj/ha) و سیستم آبیاری سنتریپوت 5 ، 7 (ml/ha) و 16651 (Mj/ha) و سیستم قطره‌ای 5 ، 7 (ml/ha) و 15340 (Mj/ha) به دست آمد و مشاهده گردید آب مصرفی سیستم سنتریپوت و قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری فارو 10% کاهش و انرژی مصرفی به ترتیب برای سنتریپوت و قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری فارو 109% و 92% افزایش داشته است (Tamara et al., 2010). در ایران نیز ارتباط روش‌های مختلف آبیاری در ارتباط با محصولات مختلف همواره مورد توجه و بررسی بوده است. سهرابی و اصیل‌منش (1375) در مشکین آباد کرج روش آبیاری بارانی (سنتریپوت) با روش آبیاری شیاری از لحاظ فنی مورد بررسی قرار دادند. نیاز آبی ذرت 6890 (ha/m^3) برآورد گردید، که در آبیاری شیاری 13615 (ha/m^3) و در آبیاری بارانی 9184 (ha/m^3) به دست آمد. نتایج ایشان نشان داد که صرفه‌جویی آب در روش سنتریپوت نسبت به شیاری 34% می‌باشد. عملکرد ذرت دانه‌ای در روش جویچه‌ای توسط دزفول $0/65$ کیلوگرم بر مترمکعب اندازه‌گیری گردید (حیدری و حقایقی مقدم، 1380). عملکرد محصول 7000 (kg/ha) و میزان آب مصرفی 10800 (ha/m^3) برآورد گردید. علیزاده و خلیلی (1388) در تحقیقی که در خراسان رضوی روی 8 کارخانه قند استان انجام گرفت، بهره‌وری آب در زراعت چغندر در روش فارو $1/68$ ، در روش تحت فشار $1/91$ کیلوگرم بر مترمکعب و بهره‌وری انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم چغندر قند برای سیستم آبیاری سطحی (جویچه‌ای) $1/754$ (kg/kw-hr) و برای

در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به مراتب بیش‌تر بوده و می‌تواند قسمتی از نیاز جامعه بشری را پاسخگو باشد. اهمیت این محصول و بالا بودن سطح زیر کشت زیاد این گیاه به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می‌باشد، بدین جهت جزو عمده‌ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب بشمار می‌رود (فلاطونی، 1368). ایران با داشتن آب‌وهوای متنوع، جهت کشت ذرت مناسب می‌باشد. طی سال‌های 1991 تا 2005 سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در ایران از 41969 هکتار به 205000 هکتار افزایش یافته است. طی همین دوره متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای کشور از 4500 به حدود 7000 کیلوگرم در هکتار ارتقاء یافته. هم‌چنین اساس زراعت ذرت بر مبنای استفاده از ارقام هیبرید ذرت بنا نهاده شده است و به موازات آن با تقویت امکانات بالقوه داخل کشور، زمینه تولید بذر نیز در داخل فراهم گردیده است در خراسان رضوی متوسط عملکرد به دست آمده طی همین دوره 5743 کیلوگرم در هکتار بوده است. (شرکت توسعه کشت ذرت 1389). به جز قدرت سازگاری بالا با شرایط اقلیمی، عوامل دیگری نیز در گسترش کشت ذرت مؤثر بوده‌اند. از قبیل: مقاومت نسبت به خشکی و ورس، مقاومت به گرما و سرما، عملکرد زیاد در هکتار، قابلیت مکانیزه کردن کاشت و داشت و برداشت، قابلیت وارد شدن به تناوب، پذیرش کشت‌های متوالی و مصارف متنوع و رو به گسترش آن. با توجه به ارزش غذایی بالا، این محصول در رژیم غذایی بسیاری از مردم جهان وارد شده است. با توجه به اهمیت محصول ذرت و شرایط اقلیمی کشور، افزایش بهره‌وری آب در کشاورزی موضوعی استراتژیک است. عدم امکان افزایش منابع جدید آب در بخش کشاورزی و ضرورت افزایش تولیدات کشاورزی از منابع محدود همگام با رشد جمعیت و افزایش تقاضا، استفاده از روش‌های علمی و فنی مناسب و مبتنی بر نتایج تحقیقات جهت ارتقاء بهره‌وری آب از ضروریات بخش کشاورزی است. با توجه به اهمیت بهره‌وری آب و انرژی در ارتباط با محصولات استراتژیک در سایر کشورها نیز تحقیقاتی صورت گرفته است. گوپتا و همکاران (1983)، در آزمایشی دو ساله از مقایسه آبیاری شیاری و قطره‌ای به این نتیجه رسیدند که محصول سیب زمینی تحت آبیاری قطره‌ای 50 تا 65 درصد افزایش محصول خواهد داشت که حاکی از راندمان بیشتر این سیستم آبیاری می‌باشد (Gupta at al., 1983). زوارت و باستیانسن (2004) دریافتند که بهره‌وری مصرف آب محصول ذرت 1 کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد و دامنه شاخص بهره‌وری آب برای ذرت $1/1$ الی $2/7$ کیلوگرم بر مترمکعب مشخص نمودند (zwart., 2004). سامیز (1980)، در تحقیقی با مقایسه اثر روش‌های آبیاری بارانی، قطره‌ای و زیر سطحی بر کشت محصول سیب زمینی در ناحیه خشک و در خاک لوم و رسی، حداکثر عملکرد سیستم آبیاری را در آبیاری زیر سطحی و قطره‌ای و پایین‌ترین عملکرد سیستم آبیاری را در آبیاری بارانی و نشتی برآورد کرد

بررسی در این پژوهش، نماینده کل اراضی کشت شده در نظر گرفته شد و فرض بر این قرار گرفت که سطح زیر کشت کم، تأثیری بر نیاز آبی گیاه ذرت بذری ندارد.



WP (بهره‌وری آب کشاورزی) از حاصل بخش خروجی‌های به‌دست‌آمده از مصرف آب به آب ورودی به دست می‌آید.

عملکرد به ازای واحد حجم آب (CPD):

این شاخص مقدار محصول تولیدشده نسبت به حجم آب مصرف شده است. هرچه (CPD) بیش تر باشد، نشان دهنده مصرف صحیح‌تر آب می‌باشد.

CPD مخفف کلمات Crop Per Drop می‌باشد.

$$CPD = \frac{\text{مقدار محصول تولیدشده}}{\text{مقدار آب مصرفشده}} \quad (1)$$

روش محاسبه بهره‌وری مصرف انرژی:

بهره‌وری انرژی تولید یک محصول از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$NBPD = \frac{\text{خروجی محصول}}{\text{پژوهش انرژی}} \quad (2)$$

که در آن، محصول خروجی برحسب Kg یا دلار و انرژی ورودی برحسب یکی از واحدهای انرژی مانند kw-hr می‌باشد. انرژی ورودی در بخش آبیاری شامل برق، گازوئیل و بنزین موردنیاز برای تأمین و انتقال و توزیع آب در مزرعه می‌باشد.

در این پژوهش انرژی مصرف شده در بخش پمپاژ و هم‌چنین سیستم توزیع آبیاری محاسبه شده و از سایر مصارف انرژی از جمله انرژی به‌کار رفته توسط تراکتور جهت شخم و سایر موارد صرف نظر شده است. برای آبیاری سطحی تنها انرژی پمپاژ لحاظ گردیده است و برای آبیاری بارانی (سنتریوت)، انرژی پمپاژ به‌علاوه انرژی مصرفی در سیستم توزیع محاسبه می‌شود. (قابل ذکر است در این تحقیق انرژی مصرفی حاصل از انرژی الکتریکی مورد محاسبه قرار گرفته است، در سیستم قطره‌ای و سطحی فقط این انرژی، انرژی الکتریکی مصرفی پمپ در چاه و در سیستم بارانی (سنتریوت) انرژی مصرفی

سیستم آبیاری تحت فشار 1/562 (kg/kw-hr) به دست آوردند. هم‌چنین میانگین آب و انرژی الکتریکی و انرژی دیزلی مصرفی برای چغندرکند به‌منظور تولید یک کیلوگرم شکر در استان خراسان رضوی را برای سیستم آبیاری سطحی به‌ترتیب 5 مترمکعب، 4/8 کیلووات ساعت و 2/3 لیتر و برای سیستم آبیاری تحت فشار به‌ترتیب 4/5 مترمکعب، 5/5 کیلووات ساعت و 2/6 لیتر به‌دست آوردند.

بر اساس اعلام سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی در سال 90-1389 عملکرد ذرت بذری در این استان به‌طور متوسط 5568/6 کیلوگرم در هکتار می‌باشد. شرکت کشاورزی برکت جوین دومین تولیدکننده برتر بذر غلات در ایران که دارای 109 حلقه چاه عمیق می‌باشد و 8600 هکتار زمین زراعی را تحت پوشش قرار می‌دهد. سامانه‌های آبیاری مورد استفاده در این شرکت، سنتریوت، ویل موو، گان، لینیر و سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی را شامل می‌شود. یکی از محصولات مهم کشت در این شرکت ذرت بذری است که با روش‌های مختلف آبیاری می‌شود. از آنجاییکه کشت غالب شرکت ذرت بذری بوده و یکی از اهداف آن بالا بردن بهره‌وری آب کشاورزی است، امید است نتایج این پژوهش مورد استناد برای آن شرکت محترم و سایر علاقمندان در این زمینه باشد. منظور از بهره‌وری اندازه عملکرد محصول می‌باشد که به‌صورت نسبت خروجی به ورودی تعریف می‌شود. لذا این تحقیق در راستای بالا بردن بهره‌وری آب کشاورزی و هم‌چنین برنامه‌ریزی در مدیریت بهتر آبیاری صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پروژه در مزرعه قادری، یکی از هشت مزارع شرکت کشت و صنعت جوین واقع در استان خراسان رضوی، شهرستان جوین، روستای خرم آباد با طول جغرافیایی 57 درجه و 53 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 36 درجه و 64 دقیقه شمالی و ارتفاع 1092 متر از سطح دریا انجام گرفت. این شرکت در شهرستان جوین در استان خراسان رضوی که از شمال به خراسان شمالی و از جنوب به سبزوار منتهی می‌گردد، واقع است. موقعیت محدوده مورد مطالعه در این پژوهش (شکل 1))، در فاصله حدود 6 کیلومتری از جاده سبزوار به اسفراین و به فاصله تقریبی 15 کیلومتری از شهر نقاب، مرکز شهرستان جوین قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه شهرستان جوین 225 میلی‌متر، متوسط حداقل درجه حرارت 3/8 و متوسط حداکثر درجه حرارت 24/6 درجه سانتی‌گراد است.

در این تحقیق میزان بهره‌وری آب و انرژی مصرفی ذرت بذری در سه سیستم مختلف آبیاری، شامل سیستم آبیاری بارانی (سنتریوت)، آبیاری قطره‌ای (قطره‌ای) و آبیاری سطحی (فارو) مورد بررسی قرار گرفت. سطح زیر کشت برای سامانه‌های آبیاری مورد

متوسط سه روز در نظر گرفته شد و به صورت تجربی انجام گرفت. سیستم قطره ای انتخابی در این تحقیق از تولیدات شرکت اصفهان پلاست با فاصله قطره چکان، 20 سانتی متری و آبدهی 1/5- 2 لیتر در ساعت و فشار کاری 0/6 تا 1 بار می باشد که تا 3/5 بار نیز تحمل می نماید. سطح زیر کشت در این سیستم آبیاری 150*180 معادل 2/7 هکتار می باشد. طول قطره ای 75 متر و فاصله بین ردیف ها و نوارهای قطره ای 75 سانتی متر می باشد. لوله مانیفولد در وسط قطعه قرار گرفته و قطره ای به صورت دوطرفه از آن منشعب شدند. فیلتراسیون شامل یک عدد سیکلون و دو عدد فیلتر دیسکی می باشد. آبیاری 2 روز پس از کشت در تاریخ 25/2/91 شروع و در تاریخ 25/6/1391 پس از چهار ماه پایان یافت. کنتور 4 اینچی برای محاسبه حجم آب ورودی بعد از ایستگاه فیلتراسیون و در ابتدای قطعه مورد تحقیق نصب گردید. در طی این دوره 4 ماهه کنتور مربوط به سیستم آبیاری قطره ای یک بار خراب شد، که بلافاصله نسبت به تعویض و تعمیر آن اقدام شد. به علت عدم کاشت ذرت بذری به وسیله سیستم آبیاری نشتی (فارو) در مزرعه قادری (مزرعه منتخب) با هماهنگی مدیرعامل محترم شرکت و هم چنین سرپرستی مزرعه اقدام به کاشت ذرت بذری در زمین محدودی گردید، تا بتوان برآوردی از میزان آب مصرفی و هم چنین مقایسه بین سامانه های مختلف آبیاری جهت مدیریت بهتر آب و در نتیجه بالا بردن بهره وری داشته باشیم. در شکل 2، موقعیت سامانه های مورد بررسی در این تحقیق مشخص گردیده است. سیستم فارو انتخابی مساحت 2500 مترمربع را پوشش می دهد که طول فاروها 100 متر می باشد و آبیاری با سیفون به قطر 2/5 سانتی متر و با کاهش جریان ورودی انجام می شود. انتهای فاروها به هم متصل و هرز آب نداریم. کنتور 4 اینچی بعد از هیدرانت روی لوله ابده به قطعه نصب شد و اعداد کنتور توسط آبیاری ثبت گردید. تاریخ اولین آبیاری 30/2/1391 و آخرین آبیاری همزمان با سیستم آبیاری قطره ای در 25/6/1391 اتمام یافت.

پمپاژ چاه و هم دستگاه سنتر محاسبه می شود، بهمین دلیل در سیستم سنتریوت میزان انرژی الکتریکی اندازه گیری گردید. در ابتدای لوله هیدرانت هر کدام از سامانه ها به صورت جداگانه کنتور حجمی نصب شده و میزان آب ورودی به هر قطعه با توجه به قرائت کنتور در ابتدا و انتهای آبیاری در هر مرحله از آبیاری به دست آمد و عدد حاصل از مجموع حجم های آبیاری در هر دور آبیاری در انتهای فصل، نشان دهنده میزان آب مصرفی در آن سیستم می باشد. پس از برداشت محصول و توزین آن، عملکرد در هکتار هر کدام از سامانه ها به صورت جداگانه شد و در نهایت بهره وری آب، از تقسیم عملکرد در هکتار بذر ذرت بر میزان آب مصرفی در هکتار، محاسبه گردید.

سیستم سنتریوت انتخابی در این تحقیق مربوط به چاه شماره 4 مزرعه قادری، 10 دهانه با طول بازوی 410 متر می باشد که مساحت یک ربع از دایره تحت پوشش سنتر شامل 2، 13 هکتار به این طرح اختصاص داده شد. هر دهانه 9 عدد لوله 6 متری متصل به هم دارد که بر روی هر لوله 2 عدد آبپاش نصب گردیده است که در مجموع هر دهانه 18 عدد آبپاش دارد. دهانه ابتدایی سنتر 3 آبپاش ابتدایی مسدود می باشد، لذا برای 10 دهانه سنتر، از 177 عدد آبپاش به شماره نازل های 9 تا 46 استفاده گردید. به دلیل نبود سه آبپاش ابتدایی سنتر، به فاصله 8 متری از مرکز سنتر آبیاری صورت نگرفت که این مساحت از کل مساحت آبیاری 13/2 هکتار، کسر و در نهایت 13/18 هکتار تحت آبیاری سنتر قرار گرفت. فشار اندازه گیری شده توسط فشارسنج نصب شده روی هیدرانت به میزان 1/25 بار اندازه گیری شد. روی لوله هیدرانت متصل به سنتر پس از برش لوله کنتور حجمی 6 اینچی هم قطر با لوله هیدرانت نصب گردید. آبیاری (آبیاری توسط مدیریت آبیاری و با نظارت کامل محقق انجام گرفته است) سه روز پس از کاشت ذرت بذری در تاریخ 7/2/1391 شروع و در 16/6/1391 پایان یافت. در هنگام آبیاری این قطعه، اپراتور سنتر، شماره کنتور در ابتدا و انتهای آبیاری و سرعت دستگاه را ثبت نمود. دور آبیاری بر اساس تجربیات مزرعه و نمایه های گیاهی به طور



شکل 2- سامانه های آبیاری اجرایی در مزرعه

به‌موقع بوته‌های ماده را بارور نمود بذر پدري در دو مرحله و به میزان 10 کیلو در هکتار کاشت شد. میزان کود و علف کش در هر سه سیستم با توجه به سطح کاشت محاسبه و داده شده است.

در پایان مرحله برداشت محصول، میزان آب مصرفی برای هر سیستم آبیاری اندازه‌گیری و پس از وزن کردن محصول (ذرت بذري)، شاخص بهره‌وری، محاسبه گردید. پس از به دست آوردن شاخص بهره‌وری در سه سیستم آبیاری جهت مدیریت بهتر و رسیدن به اهداف موردنظر (بالا رفتن سود اقتصادی، پایین آمدن مصرف آب و...) به بررسی و نتیجه‌گیری پرداخته شده است. به دلیل بررسی بیش‌تر در علل کاهش راندمان، خاک و آب محصول مورد نظر نیز مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج آن در جداول 1 و 2 ارائه شده است.

بهره‌وری مصرف انرژی

انرژی در کشاورزی به دو بخش انرژی مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شود که انرژی غیرمستقیم شامل انرژی حاصل از کودپاشی و علف‌کش‌ها و حفر کانال و جویچه و ... تأمین می‌شود. انرژی مستقیم شامل انرژی الکتریکی و دیزلی و نیروی انسانی و... است که به‌صورت مستقیم در تولید محصول از طریق تأمین و توزیع آب در سامانه‌های آبیاری به‌کار می‌رود. در این پژوهش انرژی مستقیم شامل انرژی الکتریکی مصرفی در پمپاژ و سیستم توزیع (سیستم آبیاری سنتریوت) مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفت. پس از آن بهره‌وری انرژی محاسبه و در سامانه‌های مختلف آبیاری مورد مقایسه قرار گرفت (انرژی الکتریکی برای توزیع آب در سیستم قطره‌ای در انرژی پمپاژ چاه نهفته است که محاسبه می‌گردد).

ایران با داشتن آب و هوای متنوع، جهت کشت ذرت مناسب می‌باشد. طی سال‌های 1991 تا 2005 سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در ایران از 41969 هکتار به 205000 هکتار افزایش یافته است. طی همین دوره متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای کشور از 4500 به حدود 7000 کیلوگرم در هکتار ارتقاء یافت. در خراسان رضوی متوسط عملکرد به دست آمده طی همین دوره 5743 کیلوگرم در هکتار بوده است (شرکت توسعه کشت ذرت 1389).

اهمیت محصول و بالا بودن سطح زیر کشت زیاد این گیاه به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می‌باشد، بدین جهت جزو عمده‌ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب به‌شمار می‌رود. به‌جز قدرت سازگاری بالا عوامل دیگری نیز در گسترش کشت ذرت مؤثر بوده‌اند. از قبیل: مقاومت نسبت به خشکی و ورس، مقاومت به گرما و سرما، عملکرد زیاد در هکتار، قابلیت مکانیزه کردن کاشت و داشت و برداشت، قابلیت وارد شدن به تناوب، پذیرش کشت‌های متوالی و مصارف متنوع و رو به گسترش آن، 60 الی 75 درصد ذرت تولیدی صرف خوراک دام می‌شود، 20 الی 25 درصد توسط انسان مصرف می‌شود و حدود 5 درصد مصرف صنعتی دارد (شرکت توسعه کشت ذرت 1389).

آرایش کشت در این تحقیق برای هر سه سیستم آبیاری مورد مطالعه 4 به 1 می‌باشد. بذر مادری 4 ردیفه به میزان 15 کیلو در هکتار در ابتدا کاشته شده و سپس هنگامی که طول ساقچه زیرخاک به 5, 1 سانتی متر رسید بذر پدري اول کاشته شد. بعد از اینکه 50% بذرها سبز و از دل خاک بیرون آمد بذر پدري دوم کاشته شد. یعنی ابتدا 4 ردیف مادری و سپس به فاصله زمانی 6 روز یک ردیف پدري کاشته شد و مجدداً بعد از 4 لاین مادری، ردیف بعدی پدري به فاصله زمانی 11 روز از کشت مادری کشت شد. به جهت این که بتوان

جدول 1- آزمایش خاک برای سه سیستم آبیاری مورد تحقیق

Irrigation system	ph	EC(mmmhos)	SP	TNV(%)	P(ppm)	K(ppm)	Organic matter%	Sand%	Silt%	Clay%	Soil texture
Tape	7/8	1/55	38/99	26/25	18/8	244	0/66	32	46	22	Loam
Sprinkler	7/8	2/78	35/17	17/53	25/16	250	0/73	34	48	18	Loam
Furrow	7/82	1/79	32/79	17/66	20/11	131/7	0/54	54	34	12	Sandy Loam

جدول 2- نتیجه تجزیه شیمیایی کیفیت آب برای سه سیستم آبیاری مورد تحقیق

Irrigation system	pH	EC (mmhos)	SAR	TDS (meq/lit)	Ca+Mg	Ca	Mg	Na	K	Cation	3CO	3HCO	Cl	4SO	Anion
Tape	7/65	2310	4/18	1478	12/4	8/4	4	12	0/09	24/49	0	2/1	18/8	4	24/9
Sprinkler	7/7	1060	3/87	678/4	4/8	3/1	1/7	6	0/07	10/87	0	1/4	7/8	1/7	10/9
Furrow	7/84	725	3/37	464	4/4	2	2/4	5	0/02	9/42	0	1	4/3	1/9	7/2

میزان ذرت بذری تولیدی توزین و میزان عملکرد آن برای یک هکتار در هر سیستم آبیاری محاسبه می‌شود. در نهایت بهره‌وری آب مصرفی (با نصب کنتور در سر راه لوله هیدرانت حجم آب ورودی به تمام فارو ها محاسبه شده است) از تقسیم میزان بذری تولیدی در یک هکتار بر میزان آب مصرفی در هکتار معین می‌شود (جدول (3)). بهره‌وری آب مصرفی، نشان‌دهنده استفاده هر چه بهتر از آب می‌باشد. بعد از برداشت محصول و توزین آن و با توجه به داشتن حجم آب مصرفی در هر سیستم می‌توان پارامتر بهره‌وری را به صورت زیر به دست آورد.

عملکرد به ازای واحد حجم آب (CPD)

با استفاده از رابطه (1)، CPD محاسبه و مقدار حجم آب مصرفی و بهره‌وری آب در سه سیستم آبیاری برای محصول ذرت در جدول (4)، ذکر گردیده است. براساس نتایج جدول نزدیکی پارامتر بهره‌وری در سیستم بارانی و سطحی به دلیل شوری آب می‌باشد که در ادامه پارامتر شوری را برای مقایسه حذف می‌کنیم.

در پژوهش حاضر عوامل زیادی در جهت کاهش یا افزایش تولید محصول دخالت دارند که برخی تأثیر بیش‌تری (نظیر حجم آب آبیاری و شوری و ...) و برخی تأثیر کم‌تری (نحوه شخم، میزان مواد آلی و ...) در آن دارند. در اینجا سعی می‌شود تأثیر شوری را در تولید محصول حذف نمود.

به دلیل نزدیکی پارامتر بهره‌وری در سیستم آبیاری بارانی و قطره ای و بررسی آزمایش‌های آب و خاک، پارامتر شوری را با روش زیر حذف می‌کنیم. آزمایشگاه شوری خاک ریور ساید رابطه زیر را برای تعیین کاهش مقدار نسبی محصول ارائه نموده است.

$$Y = 100 - b(Ec_e - a) \quad (3)$$

برای اندازه‌گیری پارامترهای موردنیاز در پژوهش حاضر در ابتدا انرژی مصرفی پمپاژ در سامانه‌های مختلف آبیاری موردبررسی و محاسبه گردید؛ و سپس انرژی مصرفی در توزیع سیستم بارانی (سیستم سنتریپوت)، جداگانه اندازه‌گیری شد و با انرژی مصرفی پمپاژ همان چاه جمع گردید.

آب موردنیاز سیستم آبیاری سنتریپوت از چاه شماره 4 مزرعه قادری با دبی 38/7 لیتر بر ثانیه تأمین می‌شد که پمپ شناور ناصری 4/425kW+110 در آن نصب شده است. آب موردنیاز سیستم آبیاری قطره ای از چاه شماره 1 مزرعه قادری با دبی 9/5 لیتر بر ثانیه تأمین می‌شد که دارای پمپ شافت و غلافی 9 طبقه پارس (پیرلس MB12) با الکتروموتور 132kW سوئدی است که دبی کنونی آن 23 لیتر بر ثانیه است. هم‌چنین آب موردنیاز سیستم آبیاری سطحی (فارو) از چاه شماره 2 مزرعه قادری با دبی 8 لیتر بر ثانیه تأمین می‌شد که شامل پمپ شناور ناصری 5/374kW+55 می‌باشد و آبدی کنونی آن 16 لیتر بر ثانیه است.

نتایج و بحث

الف) بهره‌وری آب

با توجه به اینکه در هر مرحله آبیاری اپراتورهای سامانه‌های آبیاری، شماره کنتور را در ابتدا و انتهای آبیاری ثبت کرده‌اند، حجم آب آبیاری در هر مرحله محاسبه می‌شود و مجموع حجم‌های آبیاری، بیان‌کننده کل آب مصرفی در هر سیستم آبیاری می‌باشد. برای محاسبه آب مصرفی در سطح یک هکتار، میزان حجم آب آبیاری هر سیستم تقسیم بر سطح زیر کشت می‌شود.

از طرفی جهت محاسبه بهره‌وری آب مصرفی می‌بایست عملکرد واحد سطح مزرعه هر سیستم را محاسبه نمود. که پس از برداشت،



شکل 3- نمودار مقایسه‌ای از بهره‌وری سه سیستم آبیاری در ذرت بذری

جدول 3- ثبت شماره کنتور حجمی و محاسبه آب ورودی به سامانه‌های آبیاری مورد تحقیق

شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم (مترمکعب)	قطره‌ای			فارو		
			شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم (مترمکعب)	شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم (مترمکعب)
100/3	100/3	0	670	670	0	100/3	100/3	0
100/1	200/4	100/3	1315	645	100/3	200/4	200/4	100/3
99/9	300/3	200/4	1980	665	200/4	300/3	300/3	200/4
170/6	470/9	300/3	2122, 8	142/8	300/3	470/9	470/9	300/3
109/5	580/4	470/9	2286/9	164/1	470/9	580/4	580/4	470/9
124	704/4	580/4	2459	172/1	580/4	704/4	704/4	580/4
133/4	817/8	704/4	2916/9	457/9	704/4	817/8	817/8	704/4
148/7	966/5	817/8	3574/9	658	817/8	966/5	966/5	817/8
130/5	1097	966/5	4372/3	797/4	966/5	1097	1097	966/5
128	1225	1097	4736	363/7	1097	1225	1225	1097
187	1412	1225	5395/1	659/1	1225	1412	1412	1225
171/1	1583/1	1412	7653/5	2258/4	1412	1583/1	1583/1	1412
153	1736	1583	8512	858/5	1583	1736	1736	1583
142	1878	1736	9896/1	1384/1	1736	1878	1878	1736
151	2029	1878	11724/1	1828	1878	2029	2029	1878
197	2226	2029	14207/2	2483/1	2029	2226	2226	2029
183	2409	2226	15491/3	1284/1	2226	2409	2409	2226
211/5	2650/5	2409	17432/8	1941/5	2409	2650/5	2650/5	2409
220	2840	2620	18989/1	1556/3	2620	2840	2840	2620
208/5	3048/5	2840	19868/4	879/3	2840	3048/5	3048/5	2840
189	3237	3048	21116/8	1248/4	3048	3237	3237	3048
204/5	3441/5	3237	22909/2	1792/4	3237	3441/5	3441/5	3237
173	3614	3441	24358/9	1449/7	3441	3614	3614	3441
حجم آب مصرفی در 0/25هکتار	3615/5	3615/5	24358	حجم آب مصرفی در 2/7 هکتار	3615/5	3615/5	3615/5	3615/5
حجم آب مصرفی در هر هکتار	14462/4	14462/4	9021/8	حجم آب مصرفی در هر هکتار	14462/4	14462/4	14462/4	14462/4
			150111					
			166243					
			168004					
			173001					
			175421					
			179314					
			184910					
			190849					
			193875					
			196708					
			211083					
			214113					
			219178					
			231426					
			255330					
			256502					
			264931					
			280360					
			حجم آب در 13/2 هکتار					
			حجم آب مصرفی در هر هکتار					

جدول 4- حجم آب مصرفی و بهره‌وری آب در سه سیستم آبیاری در ذرت بذری

سیستم آبیاری	حجم آب مصرفی (m ³)	حجم آب مصرفی (Ha/m ³)	میزان بذر تولیدی (kg)	میزان بذر تولیدی (kg/ha)	بهره‌وری آب (CPD)
قطره‌ای (تیپ)	24358	9021/8	11610	4300	0/47
بارانی	127224	9638/18	53400	4045	0/419
سطحی (فارو)	3615/6	14462/4	1520	6080	0/42

محاسبه و سپس در زمان کارکرد هر دور، ضرب و سپس انرژی مصرفی تمام دوره‌ها باهم جمع می‌شود تا انرژی کل مصرفی سیستم سنتریپوت به دست آید.

ساعات کارکرد سنتر در دوره‌های مختلف از حاصل بخش حجم آب ورودی در هر دوره بر دبی ورودی به سیستم (lit/s 38/7) به دست می‌آید.

هم‌چنین برای به دست آوردن ساعات کارکرد چاه‌ها نیز حجم آب کل مصرفی برای تولید در فصل زراعی را بر دبی ورودی هر سیستم آبیاری تقسیم می‌نماییم (انرژی الکتریکی برای سیستم قطره ای نهفته در انرژی الکتریکی پمپاژ مستقیم چاه به داخل سیستم می‌باشد).

برای اندازه‌گیری انرژی مصرفی پمپاژ، میزان ولتاژ و آمپراژ چاه‌ها در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری و متوسط آن‌ها محاسبه شد. با استفاده از فرمول زیر می‌توان انرژی مصرفی جهت پمپاژ را در یک ساعت محاسبه نمود. در این فرمول $\cos\phi = 0.8$ می‌باشد.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \quad (4)$$

که در آن Y مقدار نسبی محصول، b درصد کاهش محصول به ازای هر واحد شوری، ECE عصاره اشباع خاک و a آستانه بحرانی شوری است.

با حذف اثر شوری، محصول تولیدی در روش بارانی 4525/54 کیلوگرم می‌باشد. با محاسبه شاخص بهره‌وری، این نتیجه حاصل گردید که بهره‌وری در سیستم بارانی (CPD = 0/46) در مقایسه با آبیاری سطحی (CPD = 0/42)، افزایش می‌یابد.

ب) بهره‌وری انرژی

ولتاژ ورودی و آمپر الکتروموتور برای هر چاه به‌صورت جداگانه توسط برق کار شرکت اندازه‌گیری شد و بر اساس فرمول‌های موجود میزان انرژی مصرفی برحسب کیلووات در ساعت محاسبه و در زمان کارکرد چاه ضرب می‌شود تا انرژی مصرفی کل دوره کشت که جهت پمپاژ به کار رفته است، محاسبه شود.

جهت محاسبه انرژی مصرفی سیستم سنتریپوت می‌بایست ابتدا در دوره‌های مختلف، انرژی مصرفی الکتروگیربکس‌های چرخ‌ها را

جدول 5- انرژی کل مصرفی و انرژی مصرفی در دوره‌های مختلف سرعت سنتریپوت

دوره‌های سنتر	انرژی مصرفی kW	ساعات کارکرد	انرژی مصرفی kW-hour
60	58/27	18/56	3/14
55	21/43	7/39	2/9
50	90/156	34/15	2/64
40	633/6	298/9	2/12
35	208/47	110/89	1/88
30	147/69	93/24	1/58
25	77/49	57/4	1/35
20	211/65	200/43	1/5
15	73/73	92/17	0/8
	1522/486	913/17	

جدول 6- محاسبه ساعات کارکرد چاه‌ها در طول دوره کشت

سیستم آبیاری	آب مصرفی در هکتار m ³	دبی هر سیستم lit/s	ساعات کارکرد در هکتار hours	کل ساعات کارکرد چاه hours
بارانی	9638/18	38/7	69/18	913/17
قطره ای	9021/8	9/5	263/79	712/23
سطحی (فارو)	14462/4	8	423/87	105/7

شده است.

جهت محاسبه بهره‌وری انرژی، انرژی الکتریکی مصرفی در بخش‌های پمپاژ و توزیع سامانه‌های آبیاری به‌طور جداگانه برای هر سیستم جمع شده و در یک هکتار محاسبه شده است. همان‌طور که در تعریف بهره‌وری گفته شد، خروجی (محصول) را باید بر ورودی (انرژی الکتریکی) تقسیم نمود، تا عملکرد به ازای واحد انرژی الکتریکی به دست آید. بهره‌وری بالاتر نشان‌دهنده‌ی استفاده حداکثری از واحد انرژی می‌باشد.

که در آن P، انرژی برحسب کیلووات ساعت، V ولتاژ ورودی برحسب ولت، I آمپر مصرفی پمپ برحسب آمپر و ϕ زاویه بین ولتاژ با آمپر مصرفی برحسب درجه که معمولاً $\cos\phi$ را 0/8 در نظر می‌گیرند.

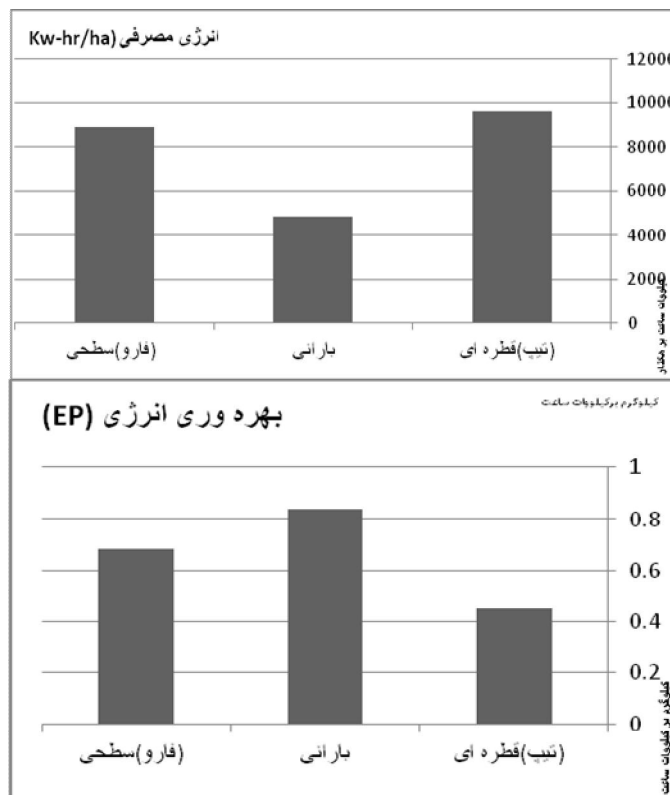
با فرض اینکه پمپ‌های شناور از کیفیت مناسب برخوردار هستند و دچار خوردگی و مستهلک نشده‌اند و همچنین تمام انرژی الکتریکی به مصرف پمپ با راندمان تعریف شده خود می‌رسد، انرژی الکتریکی مصرفی پمپاژ برای سه سیستم آبیاری به شرح جدول (7)، محاسبه

جدول 7- محاسبه انرژی مصرفی پمپاژ آب از چاه‌ها

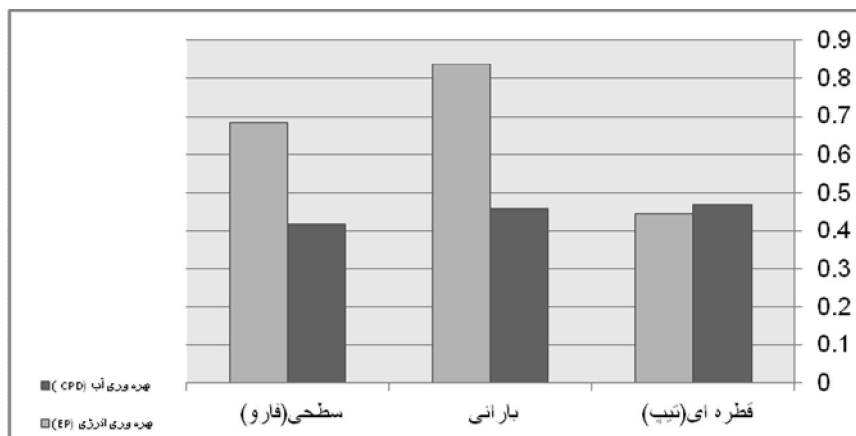
شماره چاه	ولتاژ (V)	آمپراژ (A)	انرژی مصرفی یک ساعت kW-hour	ساعات کارکرد hours	کل انرژی مصرفی kW
4 بارانی	375	130	68/7	913/17	62160
1 قطره ای	390	163	88/85	712/23	25911/55
2 فارو	380	80	42/123	105/7	2226/2

جدول 8- انرژی مصرفی الکتریکی حاصل از پمپاژ و توزیع آب هر سیستم و محاسبه بهره‌وری انرژی

سیستم آبیاری	انرژی مصرفی (kW)	انرژی مصرفی (kW-hr/ha)	میزان بذر تولیدی (kg)	میزان بذر تولیدی (kg/ha)	بهره‌وری انرژی (EP)
قطره‌ای (تیپ)	25911/55	9596/87	11610	4300	0/448
بارانی	63682/48	4824/43	53400	4045	0/838
سطحی (فارو)	2226/2	8904/8	1520	6080	0/682



شکل 4- نمودار مقایسه انرژی بین سه سیستم مختلف آبیاری



شکل 5- نمودار مقایسه‌ای بهره‌وری آب و انرژی الکتریکی مصرفی در سه سیستم آبیاری

حجم آب مصرفی در یک فصل زراعی در هر هکتار در سیستم بارانی (سنتریپوت) کم‌تر از سیستم سطحی (فارو) می‌باشد. کاهش عملکرد سیستم آبیاری بارانی (سنتریپوت) به دلیل 1060 mmhos $E_c = 725 \text{ mmhos}$ در مقابل با سیستم سطحی (فارو) می‌باشد. حجم آب آبیاری مصرفی در ذرت بذری با روش قطره‌ای به طور معمول بین 9000 الی 10000 مترمکعب در هکتار در شرکت کشت و صنعت جوین است. بهره‌وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی (سنتریپوت) بالاتر از سیستم سطحی و قطره‌ای (قطره‌ای) می‌باشد. در نتیجه بهره‌وری انرژی الکتریکی سیستم آبیاری سطحی بالاتر از سیستم قطره‌ای می‌باشد. از دلایل آن بالا بودن زمان کارکرد چاه‌ها و به دنبال آن افزایش انرژی الکتریکی مصرفی پمپاژ می‌باشد. کاهش عملکرد سیستم آبیاری بارانی به خاطر تفاوت بافت خاک، (بارانی Loam و سطحی Sandy Loam) نیز می‌تواند باشد.

تشکر و قدردانی

در خاتمه از همکاری مدیرعامل محترم شرکت برکت جوین و سرپرستان محترم بخش ماشین آلات و آبیاری و مزرعه‌قادی تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است که نتایج این پژوهش یاریگر ایشان در امر مدیریت شرکت برکت جوین باشد.

منابع

افلاطونی، م. 1368. اثر کمبود آب بر روی عملکرد دانه ذرت و تعیین تابع تولید آن. مجله علوم کشاورزی ایران. نشریه علمی و فنی دانشکده کشاورزی کرج. 22. 1-2.
سهرابی، ت. اصیل منش، ر. 1375. مقایسه فنی روش آبیاری بارانی (سنتریپوت) با روش آبیاری شیاری. دومین کنگره ملی

همان‌طور که در جدول (8) و شکل (4) مشاهده می‌شود، انرژی الکتریکی مصرفی در سیستم آبیاری بارانی برخلاف تصور در مقایسه با سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و فارو کم‌ترین مقدار و بالاترین بهره‌وری را داراست. بهره‌وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی نسبت به سیستم قطره‌ای 87% و نسبت به سیستم سطحی (فارو) 22/8% بیش‌تر است. از دلایل پایین بودن بهره‌وری سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) نسبت به دو سیستم دیگر این است که، در قطره‌ای (تیپ) آب به صورت خیلی آهسته، حدود 1/5 لیتر در ثانیه پخش می‌شود. لذا زمان بیش‌تری را به خود اختصاص می‌دهد که در ساعات کارکرد پمپ (چاه‌ها) و متعاقب آن در انرژی الکتریکی مصرفی چاه‌ها تأثیر گذارد. سیستم آبیاری سطحی نیز به لحاظ اینکه زمان پیشروی آب در فارو زیاد هست و مدت زمان زیادی طول می‌کشد که آب به انتهای زمین برسد، در مقایسه با سیستم بارانی (سنتریپوت)، انرژی الکتریکی بیش‌تری صرف می‌کند، که در نتیجه بهره‌وری پایین‌تری دارد.

در شکل (5)، سه سیستم آبیاری از لحاظ بهره‌وری آب و انرژی مصرفی مقایسه شده‌اند. در مجموع سیستم آبیاری بارانی بهره‌وری بهتری نسبت به دو روش آبیاری دیگر نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

پس از بررسی و اندازه‌گیری بهره‌وری آب و انرژی در سه سیستم آبیاری که در بالا به‌طور کامل ذکر گردید مشخص شد اگرچه میزان آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) نسبت به سطحی 60% و بارانی حدود 10% کاهش دارد، اما بهره‌وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی نسبت به سیستم قطره‌ای 87% و نسبت به سیستم سطحی (فارو) 22/8% بیش‌تر است. از لحاظ عملکرد در واحد حجم آب (بهره‌وری آب آبیاری)، در روش آبیاری قطره‌ای به‌مراتب بیش‌تر از دو روش آبیاری دیگر مطرح در تحقیق می‌باشد. هم‌چنین

- مسائل آب و خاک کشور. تهران.
- باغانی، ج و بیات، ح. 1378. بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شباری و قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه. نشریه شماره 153. موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی.
- حیدری، ن. ا. و حقایقی مقدم، س. ا. 1380. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه شده به معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.
- حیدری، ن. 1388. سناریوهای صرفه جویی در مصرف آب، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، 176 ص.
- حسن‌زاده مقدم، ه. افشار، ه. 1382. اثر روش‌های مختلف کم آبیاری بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب دو هیبرید ذرت. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران. ص: 509.
- حقایقی مقدم، س. ا.، توحیدلو، ق و صدر قائن، س. ح. 1383. بررسی کارایی مصرف آب و عملکرد محصول چغندر قند در روش‌های آبیاری سطحی و بارانی. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی در ایران. تهران. ص: 260-247.
- احمدآلی، ج. انوری، ک. 1384. بررسی کارایی مصرف آب آبیاری سیستم‌های نشتی و میکرو در کشت یک و دو ردیفه ذرت بذری. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان. ص: 6.
- جعفری، ع. م.، بهراملو، ر.، رضوانی، م. 1384. اندازه‌گیری بهره‌وری آب در سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران: مطالعه موردی در استان همدان. پنجمین کنفرانس دوسالانه اقتصاد کشاورزی ایران. دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- حیدری، ن.، سلامی، ا.، قدمی فیروزآبادی، ع.، کانونی، ا.، اسدی، م. ا. و خواجه عبداللهمی، م. ج. 1385. کارایی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور (مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان). مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، 12 الی 14 اردیبهشت 1385 دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
- خلیلی، ن.، علیزاده، ا. 1388. بررسی بهره‌وری آب-انرژی در زراعت چغندر قند (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آبیاری و زهکشی ایران. 2. 3.
- شیخ الاسلامی، م. ب.، نائل، م. ک. 1388. بررسی و مقایسه میزان مصرف آب و عملکرد تولید گیاه ذرت با دو روش آبیاری قطره‌ای، نواری (T-tape) و آبیاری نشتی. همایش ملی مدیریت بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی استان فارس، واحد مرودشت.
- قرائیان، ع. افسری، م. 1391. سیمای کشاورزی خراسان رضوی 1390. سازمان جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، اداره آمار و اطلاعات کشاورزی.
- Brosz, D and Wirsma, D, J. 1974. Comparing trickle. Subsurface and sprinkler irrigation systems Annual meeting of ASCE
- Gupta, J, P and Singh, S, D. 1983. Hydrothermal environment of soil and vegetable production with drip and furrow irrigations. Indian Journal of agricultural Sciences. 53.2:138-142
- FAO. 2000. Agriculture: Forwards (2015/2030): Technical interim report. Rome. Italy. P. 247.
- Humphreys, L and Warren, M. 2005. Maize under sprinkler, drip & furrow irrigation. IREC Farmers Newsletter, No 170, spring.
- Igbadun, H and Henry Mahoo, F. 2006. Crop water productivity of an irrigated maize crop in Mkoji sub-catchment of the Great Ruaha River Basin, Tanzania. Agricultural Water Management 85:141-150.
- Rajak, M, V and Hebbara, P. 2006. Comparative effects of drip and furrow irrigation on the yield and water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum*) in a saline and waterlogged vertisol. Agricultural Water Management. 83:30-36.
- Sammis, T, W. 1980. Comparison of sprinkler, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. Agronomy Journal. 72:701-704
- Tamara, M and Shahbaz Khan, M. 2010. A comparative analysis of water application and energy consumption at the irrigated field level. Agricultural Water Management 97:1477-1485.
- Zwart, S and Bastiaansen, W, G, M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigation wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management. 69:115-133.

Energy and Water Productivity under Different Irrigation Systems, (Case Study of Corn in Jovain Agro-Industry)

H. Aliabadi^{1*}, A. Alizadeh², A. Erfani³

Received: Apr.08, 2015

Accepted: Oct.07, 2015

Abstract

Shortage of water is developing in many parts of the world. One of the most effective strategies for production and sustainability of water resources is increasing water productivity in agricultural fields (or agriculture). Energy is an essential component of the agricultural sector, which has its costs. In order to enhance economic benefits and sustainability of water resources and energy in agriculture, we illustrate the productivity parameter. Productivity means more output per unit of input (water, energy, ...). Research conducted on the productivity of water and energy (electricity) in produced the seed corn, that the strategic importance of this crop in the world, is known for its high performance. This research done in agricultural company Barekat, dependent on, agro-industry Jovin (Farm Qadery) one of multiple farms in 1391-1392. Water and electrical energy efficiency of maize seed were compared in the furrow, sprinkler and type irrigation systems. Irrigation water productivity in the production of seed corn for three, furrow, sprinkler (center pivot) and type irrigation system is respectively 0.42, 0.46 and 0.47. Electrical energy productivity parameter (pumps and Center Pivot) for three system is 0.682 and 0.838 and 0.448 respectively. The results obtained show that the productivity of water parameters is high, in pressurized systems, particularly the type. Contrary to the impression, electrical energy productivity in the sprinkler system upper than type and furrow irrigation system. With attention to obtained parameters, we conclude in total that sprinkler systems (Center Pivot), is the best performance in terms of water and power consumption compared with furrow irrigation system and a type.

Keywords: Efficiency -Irrigation-Energy-maize seed

1- M.Sc in Irrigation and Drainage Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2- Professor in Irrigation and Drainage Engineering, Khavaran Environmental Research Department

3- Ph.D. Student in Climatology, Hakim Sabzevari University

(*Corresponding Author Email: Aliabadi.hassan37@gmail.com)