نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره4، جلد9، مهر - آبان 1394، ص. 582-571

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 9, Oct.-Nov. 2015, p. 571-582

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

حسن علی‌آبادی[1*]، امین علیزاده[2]، عاطفه عرفانی[3]

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 سال1392 انجام گرفت. بهره‌وری ذرت بذری نسبت به آب و انرژی الکتریکی مصرفی در سه سیستم آبیاری نشتی، بارانی و قطره ای، 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(سنترپیوت) و قطره‌ای(تیپ)، به ترتیب 0/42 0/46 و 0/47کیلوگرم بذر ذرت بر مترمکعب آب و شاخص بهره‌وری انرژی الکتریکی مصرفی(برای پمپاژ و توزیع آب) نیز به‌ترتیب 0/682 و0/838 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 قطره ای می‌باشد. با توجه به پارامترهای بدست آمده، نتیجه گرفته می‌شود که درمجموع سیستم آبیاری بارانی(سنترپیوت) بهترین عملکرد از لحاظ آب و برق مصرفی در مقایسه با سیستم آبیاری فارو و قطره ای را دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، انرژی، بهره‌وری، ذرت بذری

مقدمه

کشور ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. متوسط بارندگی کشور 252 میلی‌متر بوده که برابر یک‌سوم 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 به‌صورت آبی و حدود 6/3 میلیون هکتار به‌صورت دیم و بقیه به‌صورت آیش آبی و دیم مورد بهره‌برداری قرار دارند. در ارتباط با 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، به‌طوری‌که 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 به‌حساب می‌آید و در اغلب قاره‌های جهان به‌صورت وسیعی کشت می‌شود و ازنظر 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

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
Erfaniatefeh@yahoo.com

در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به‌مراتب 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، بدین‌جهت جزو عمده‌ترین محصولات مناطق معتدله، معتدله گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب بشمار می‌رود(افلاطونی،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 4500به حدود 7000کیلوگرم 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 به‌دست آمده طی همین دوره 5743 کیلوگرم در هکتار بوده است. (شرکت توسعه کشت ذرت1389). به‌جز 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 به‌تناوب، 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 روش های 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 قطره ایی به این نتیجه رسیدند که محصول سیب زمینی تحت آبیاری قطره ایی50تا 65 درصد افزایش محصول خواهد داشت که حاکی از راندمان بیشتر این سیستم آبیاری می باشد (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 الی2/7 کیلوگرم بر مترمکعب مشخص نمودند (zwart.,2004). سامیز (1980)، در تحقیقی با مقایسه اثر روش های آبیاری بارانی، قطره ایی 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 قطره ایی و پایین ترین عملکرد سیستم آبیاری را در آبیاری بارانی ونشتی برآورد کرد (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 فارو7800 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 الی0/7 3kg/m به دست آوردند(Humphreys et al.,2005). ایگبادون و ماهو (2006)، در تانزانیا بره وری آب مصرفی در ذرت بذری را طی آزمایش های مختلف بین 0/4 الی 0/7 بدست آوردند (Igbadun et al.,2006). راجاک و همکارن(2006)، تأثیر دو روش آبیاری قطره ایی و فارو را بر روی محصول پنبه بررسی نمودند. بهره وری آب آبیاری برای روش قطره ایی 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 سنترپیوت 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 پمپاژ20 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 و8 (ml/ha) و7975 (Mj/ha) و سیستم آبیاری سنترپیوت 7 , 5 (ml/ha) و 16651 (Mj/ha) و سیستم قطره‌ای 7 , 5 (ml/ha) و 15340(Mj/ha) به دست آمد و مشاهده گردید آب مصرفی سیستم سنترپیوت و قطره‌ای در مقایسه با سیستم آبیاری فارو 10% کاهش و انرژی مصرفی به ترتیب برای سنترپیوت 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 اصیل منش(1375) در مشکین آباد کرج روش آبیاری بارانی(سنترپیوت) با روش آبیاری شیاری ازلحاظ فنی موردبررسی قرار دادند. نیاز آبی ذرت 6890 (ha/m^3) برآورد گردید، که در آبیاری شیاری (ha/m^3)13615 و در آبیاری بارانی (ha/m^3) 9184به دست آمد. نتایج ایشان نشان داد که صرفه‌جویی آب در روش سنترپیوت 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(ha/m^3)10800 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 تحت‌فشار1/91کیلوگرم بر مترمکعب و بهره‌وری انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم چغندرقند برای سیستم آبیاری سطحی(جویچه‌ای)1/754 (kg/kw-hr) و برای

سیستم آبیاری تحت‌فشار 1/562 (kg/kw-hr) به دست آوردند. هم-چنین میانگین آب و انرژی الکتریکی و انرژی دیزلی مصرفی برای چغندرقند 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 تحت‌فشار به‌ترتیب 4/5 مترمکعب، 5/5 کیلووات ساعت و 2/6 لیتر به‌دست آوردند.

بر اساس اعلام سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی در سال 1389-90 عملکرد ذرت بذری در این استان به‌طور متوسط 5568/6 کیلوگرم در هکتارمی‌باشد. 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. سامانه های آبیاری مورد استفاده در این شرکت، سنترپیوت، 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 می شود. 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 قرارگرفته است. متوسط بارندگی سالیانه شهرستان جوین 225 میلی‌متر، متوسط حداقل درجه حرارت 3/8 و متوسط حداکثر درجه حرارت 24/6 درجه سانتی‌گراد هست.

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

شکل1- موقعیت مزرعه مورد مطالعه

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) بیش‌تر باشد، نشان‌دهنده 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.

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

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 صرف‌نظر شده است. برای آبیاری سطحی تنها انرژی پمپاژ لحاظ گردیده است و برای آبیاری بارانی (سنترپیوت)، 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 وسطحی فقط این انرژی، انرژی الکتریکی مصرفی پمپ در چاه و در سیستم بارانی(سنترپیوت) انرژی مصرفی

پمپاژ چاه و هم دستگاه سنتر محاسبه می شود، بهمین دلیل در سیستم سنترپیوت میزان انرژی الکتریکی اندازه‌گیری گردید). در ابتدای لوله هیدرانت هرکدام از سامانه‌ها به‌صورت 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، نشان‌دهنده میزان آب مصرفی در آن سیستم می‌باشد. پس از برداشت محصول و توزین آن، عملکرد در هکتار هرکدام از سامانه ها به‌صورت جداگانه شد و درنهایت بهره‌وری آب، از تقسیم عملکرد در هکتار بذر ذرت بر میزان آب مصرفی در هکتار، محاسبه گردید.

سیستم سنترپیوت انتخابی در این تحقیق مربوط به چاه شماره 4 مزرعه قادری، 10دهانه با طول بازوی 410 متر می‌باشد 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 برای10 دهانه سنتر ،از 177 عدد آبپاش به شماره نازل‌های 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 درنهایت 13/18 هکتار تحت آبیاری سنتر قرار گرفت. فشار اندازه‌گیری شده توسط فشارسنج نصب‌شده روی هیدرانت به میزان 1/25 بار اندازه‌گیری 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 کشت 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 نمایه‌های گیاهی به‌طور متوسط سه روز در نظر گرفته شد و به‌صورت تجربی انجام گرفت.

سیستم قطره ای انتخابی در این تحقیق از تولیدات شرکت اصفهان پلاست با فاصله قطره چکان، 20سانتی‌متری 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 می‌نماید. سطح زیر کشت در این سیستم آبیاری 150*180 معادل 2/7 هکتار می‌باشد. طول قطره ای 75 متر و فاصله بین ردیف‌ها و نوارهای قطره ای 75 سانتی‌متر می‌باشد. لوله مانیفلد در وسط قطعه قرارگرفته و قطره ای به‌صورت 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 موردتحقیق نصب گردید. در طی این دوره 4 ماهه کنتور مربوط به سیستم آبیاری قطره ای یک‌بار خراب شد،که بلافاصله نسبت به تعویض و تعمیر آن اقدام شد. به علت عدم کاشت ذرت بذری به‌وسیله سیستم آبیاری نشتی (فارو) درمزرعه قادری (مزرعه منتخب) با هماهنگی مدیرعامل محترم شرکت و هم‌چنین سرپرستی مزرعه اقدام به کاشت ذرت بذری در زمین محدودی گردید، تا بتوان برآوردی از میزان آب مصرفی و هم‌چنین مقایسه بین سامانه های مختلف آبیاری جهت مدیریت بهتر آب و درنتیجه بالا بردن بهره وری داشته باشیم. در شکل 2، موقعیت سامانه‌های مورد بررسی در این تحقیق مشخص گردیده است. سیستم فارو انتخابی مساحت 2500 مترمربع را پوشش می دهد که طول فاروها 100متر می باشد و آبیاری با سیفون به قطر 2/5 سانتی‌متر 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 آبده به قطعه نصب شد و اعداد کنتور توسط آبیار ثبت گردید. تاریخ اولین آبیاری 30/2/1391 و آخرین آبیاری همزمان با سیستم آبیاری قطره ای در 25/6/1391 اتمام یافت.

شکل2- سامانه‌های آبیاری اجرایی در مزرعه

ایران با داشتن آب وهوای متنوع، جهت کشت ذرت مناسب می باشد. طی سال‌های 1991 تا 2005 سطح زیر کشت ذرت دانه ای در ایران از 41969 هکتار به 205000 هکتار افزایش یافته است. طی همین دوره متوسط عملکرد ذرت دانه ای کشور از 4500به حدود 7000کیلوگرم در هکتار ارتقاء یافت. در خراسان رضوی متوسط عملکرد به دست آمده طی همین دوره 5743 کیلوگرم در هکتار بوده است (شرکت توسعه کشت ذرت1389).

اهمیت محصول و بالا بودن سطح زیر کشت زیاد این گیاه به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی می‌باشد، بدین‌جهت 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 به‌تناوب، 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 ذرت1389).

آرایش کشت در این تحقیق برای هر سه سیستم آبیاری موردمطالعه 4 به 1 می باشد. 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 پدری اول کاشته شد. .بعد از اینکه 50% بذرها سبز و از دل خاک بیرون آمد بذر پدری دوم کاشته شد. یعنی ابتدا 4 ردیف مادری و سپس به فاصله زمانی 6 روز یک ردیف پدری کاشته شد و مجدداً بعد از 4 لاین مادری، ردیف بعدی پدری به فاصله زمانی 11 روز از کشت مادری کشت شد. به جهت این که بتوان به‌موقع بوته‌های ماده را بارور نمود بذر پدری در دو مرحله و به میزان 10کیلو در هکتار کاشت شد. میزان کود و علف‌کش 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 بذری)، 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 جداول1 و2 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 سنترپیوت) 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).

جدول1- آزمایش خاک برای سه سیستم آبیاری موردتحقیق

Irrigation system	ph	EC(mmhos)	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

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 سنترپیوت)، جداگانه اندازه‌گیری شد و با انرژی مصرفی پمپاژ همان چاه جمع گردید.

آب موردنیاز سیستم آبیاری سنترپیوت از چاه شماره 4 مزرعه قادری با دبی 38/7 لیتر بر ثانیه تأمین می‌شد که پمپ شناور ناصری4/425kW+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 غلافتی 9 طبقه پارس (پیرلس12MB) با الکتروموتور kW132 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 آبدهی کنونی آن 16 لیتر بر ثانیه است.

نتایج و بحث

الف)بهره‌وری آب

با توجه به اینکه در هر مرحله آبیاری اپراتورهای سامانه های آبیاری، شماره کنتور را در ابتدا و انتهای آبیاری ثبت کرده‌اند، حجم آب آبیاری در هر مرحله محاسبه می شود و مجموع حجم های 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، میزان ذرت بذری تولیدی توزین و میزان عملکرد آن برای یک هکتار در هر سیستم آبیاری محاسبه می‌شود. درنهایت بهره‌وری آب مصرفی(با نصب کنتور در سر راه لوله هیدرانت حجم آب ورودی به تمام فارو ها محاسبه شده است) از تقسیم میزان بذر تولیدی در یک هکتار بر میزان آب مصرفی در هکتار معین می شود(جدول(3)). بهره‌وری آب مصرفی، نشان‌دهنده استفاده هر چه‌بهتر 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 به‌صورت زیر به دست آورد.

عملکرد به ازای واحد حجم آب(CPD)

با استفاده از رابطه(1)، CPDمحاسبه 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 به‌دلیل 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 سیتم 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.

$$Y = ۱۰۰ - b(ECe - a) \qquad (3)$$

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 موردتحقیق

فارو			قطره‌ای			بارانی		
شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم(مترمکعب)	شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم(مترمکعب)	شروع کنتور	خاتمه کنتور	حجم(مترمکعب)
100/3	100/3	0	670	670	0	9995800	9997262	1462
100/1	200/4	100/3	645	1315	670	9997262	9998349	1087
99/9	300/3	200/4	665	1980	1315	9998349	9999184	835
170/6	470/9	300/3	142/8	2122 , 8	1980	9999184	76	891
109/5	580/4	470/9	164/1	2286/9	2122/8	76	1163	1087
124	704/4	580/4	172/1	2459	2286/9	1179	2335	1156
133/4	817/8	704/4	457/9	2916/9	2459	2335	3440	1205
148/7	966/5	817/8	658	3574/9	2516/9	3627	5213	1586
130/5	1097	966/5	797/4	4372/3	3574/9	6546	7827	1281
128	1225	1097	363/7	4736	4372/3	7827	9137	1310
187	1412	1225	659/1	5395/1	4736	10999	11860	861
171/1	1583/1	1412	2258/4	7653/5	5395/1	20825	22106	1281
153	1736	1583	858/5	8512	7653/5	23572	24602	1030
142	1878	1736	1384/1	9896/1	8512	26270	27400	1130
151	2029	1878	1828	11724/1	9896/1	58216	59325	1109
197	2226	2029	2483/1	14207/2	11724/1	70631	71431	800
183	2409	2226	1284/1	15491/3	14207/2	79823	83514	3691
211/5	2650/5	2409	1941/5	17432/8	15491/3	92430	95760	3330
220	2840	2620	1556/3	18989/1	17432/8	95760	99627	3867
208/5	3048/5	2840	879/3	19868/4	18989/1	99627	100799	1172
189	3237	3048	1248/4	21116/8	19868/4	100799	103427	2628
204/5	3441/5	3237	1792/4	22909/2	21116/8	11941	116241	4300
173	3614	3441	1449/7	24358/9	22909/2	120500	126696	6196
حجم آب مصرفی در 0/25هکتار		3615/5	حجم آب مصرفی در 2/7 هکتار		24358	136245	139000	2755
حجم آب مصرفی در هر هکتار		14462/4	حجم آب مصرفی در هر هکتار		9021/8	141570	150111	8541
						150111	160843	10732
						166243	168004	1761
						168004	169161	1157
						173001	174362	1361
						175421	176201	780
						179314	181115	1801
						184910	187003	2093
						190849	192926	2077
						193875	196708	2833
						196708	198800	2092
						211083	214113	3030
						214113	217801	3688
						219178	221504	2326
						231426	249249	17823
						255330	256250	920
						256502	264931	8429
						264931	273799	8868
						280360	281222	862
						حجم آب در 13/2 هکتار		127224
						حجم آب مصرفی در هر هکتار		9638/18

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

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 بهره وری، این نتیجه حاصل گردید که بهره وری 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 برق‌کار 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 به‌کار رفته است، محاسبه شود.

جهت محاسبه انرژی مصرفی سیستم سنترپیوت می‌بایست ابتدا در دورهای مختلف، انرژی مصرفی الکتروگیربکس‌های چرخ‌ها را محاسبه و سپس در زمان کارکرد هر دور، ضرب و سپس انرژی مصرفی تمام دورها باهم جمع می‌شود تا انرژی کل مصرفی سیستم سنترپیوت به دست آید.

ساعات کارکرد سنتر در دورهای 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 پمپاژمستقیم 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 $cos\emptyset = 0.8$ می باشد.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\emptyset \qquad (4)$$

جدول5- انرژی کل مصرفی و انرژی مصرفی در دورهای مختلف سرعت سنترپیوت

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

جدول6- 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

که در آن P، انرژی برحسب کیلـووات سـاعت، V ولتـاژ ورودی برحسب ولت، I آمپر مصرفی پمپ برحسب آمپر و $\emptyset$ زاویه بین ولتاژ با آمپرمصـرفی برحسـب درجـه کـه معمـولاً $\cos\emptyset$ را 0/8 در نظـر 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 الکتریکـی مصرفی پمپاژ برای سه سیستم آبیاری به شـرح جـدول(7)، محاسـبه شده است.

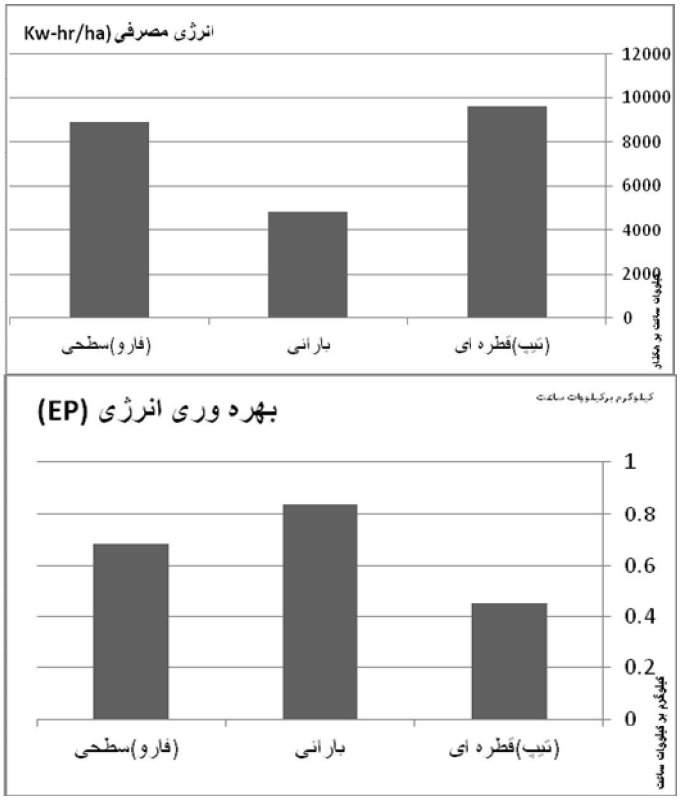
جهت محاسبه بهـره وری انـرژی، انـرژی الکتریکـی مصـرفی در بخش‌های پمپاژ و توزیع سامانه‌های آبیاری به‌طور جداگانه بـرای هـر سیستم جمع شده و در یک هکتار محاسبه شده است. همان‌طور کـه در تعریـف بهـره‌وری گفتـه شـد، خروجـی(محصـول) را بایـد بـر ورودی(انرژی الکتریکی) تقسیم نمود، تا عملکرد به ازای واحد انـرژی الکتریکی بـه دسـت آیـد. بهـره‌وری بـالاتر نشـان‌دهنـده‌ی اسـتفاده حداکثری از واحد انرژی می‌باشد.

جدول 7- محاسبه انرژی مصرفی پمپاژ آب از چاه‌ها

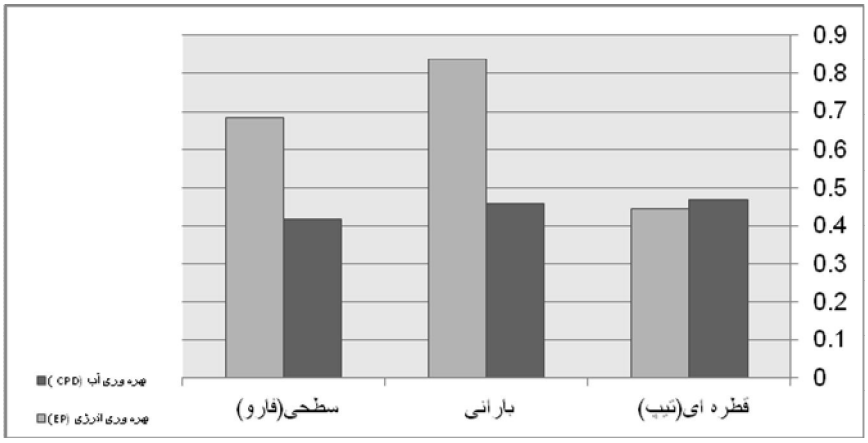
شماره چاه	ولتاژ(V)	آمپراژ(A)	انرژی مصرفی یک ساعتkW-hour	ساعات کارکردhours	کل انرژی مصرفیkW
4 بارانی	375	130	68/7	913/17	62160
1 قطره ای	390	163	88/85	712/23	25911/55
2 فارو	380	80	42/123	105/7	2226/2

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

همان طور که در جدول(8) و شکل(4) مشاهده می شود، انرژی الکتریکی مصرفی در سیستم آبیاری بارانی برخلاف تصور در مقایسه با سامانه‌های آبیاری قطره ای و فارو کم‌ترین مقدار و بالاترین بهره وری را دار است. بهره وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی نسبت به سیستم قطره ای 87% و نسبت به سیستم سطحی(فارو) 22/8 % بیش‌تر است. از دلایل پایین بودن بهره‌وری سیستم آبیاری قطره ای(تیپ) نسبت به دو سیستم دیگر این است که، در قطره ای(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(چاه ها) 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 مدت‌زمان زیادی طول می کشد که آب به انتهای زمین برسد، در مقایسه با سیستم بارانی(سنترپیوت)، انرژی الکتریکی بیش‌تری صرف می کند، که درنتیجه بهره‌وری پایین‌تری دارد.

در شکل (5)، سه سیستم آبیاری ازلحاظ بهره‌وری آب و انرژی مصرفی مقایسه شده‌اند. درمجموع 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 درروش آبیاری قطره ای(تیپ) نسبت به سطحی 60% و بارانی حدود10% کاهش دارد، اما بهره‌وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی نسبت به سیستم قطره ای 87% و نسبت به سیستم سطحی(فارو) 22/8 % بیش‌تر است. ازلحاظ عملکرد در واحد حجم آب(بهره‌وری آب آبیاری)، درروش آبیاری قطره ای به‌مراتب بیش‌تر از دو روش آبیاری دیگر مطرح در تحقیق می باشد. هم‌چنین حجم آب مصرفی در یک فصل زراعی در هر هکتار در سیستم بارانی(سنترپیوت) کم‌تر از سیستم سطحی(فارو) می باشد. کاهش عملکرد سیستم آبیاری بارانی(سنترپیوت) به دلیل 1060mmhos =Ecدر مقابل با سیستم سطحی(فارو) با 725 mmhos =Ec می‌باشد. حجم آب آبیاری مصرفی در ذرت بذری با روش قطره ای به طورمعمول بین9000 الی10000 مترمکعب در هکتار در شرکت کشت و صنعت جوین است. بهره‌وری انرژی الکتریکی در سیستم آبیاری بارانی(سنترپیوت) بالاتر از سیستم سطحی و قطره ای(قطره ای) می‌باشد. درنتیجه 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 می باشد. 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 مزرعه قادری 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 (سنترپیوت) با روش آبیاری شیاری. دومین کنگره ملی

مسائل آب وخاک کشور. تهران.

باغانی،ج و بیات،ح. 1378. بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه. نشریه شماره153. موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی.

حیدری،ن،ا و حقایقی مقدم،س،ا. 1380. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه‌شده 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،176ص.

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 چغندرقند 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 بهره وری آب در سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار 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 عبداللهی،م،ح. 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،12الی 14 اردیبهشت1385 دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.

خلیلی،ن.، علیزاده،ا . 1388. بررسی بهره‌وری آب-انرژی در زراعت چغندرقند (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 رضوی1390. 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 Jornal 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, No170,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 Management85:141-150.

Rajak,M.V and Hebbara,P . 2006. Comparative effects of drip and furrow irrigation on the yield and water productivity of cotton(Gossypium hirsutuml) 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 cop water productivity values for irrigation wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management. 69:115-133.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 9, Oct.-Nov. 2015, p. 571-582

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره4، جلد9، مهر - آبان 1394، ص. 582-571

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

H. Aliabadi[1]*, A. Alizadeh[2] , A. Erfani[3]

Recived: 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 in1391-1392.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 respectively0.42, 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 Emvironmental Research Department
3- Ph.D. Student in Climatology. Hakim Sabzevari University
(*Corresponding Author Email: Aliabadi.hassan37@gmail.com)