Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد 29 / شماره 3 / 1394

بررسی راندمان انرژی و مصرف آب در ایستگاه‌های پمپاژ گازوئیلی

علی قدمی فیروزآبادی ، حسین دهقانی سانیج[1]*، مجتبی خوشروش و سید محسن سیدان

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان.
aghadami@gmail.com
دانشیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی .
dehghanisanij@yahoo.com
استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
khoshravesh_m24@yahoo.com
عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان.
sm.seyedan@gmail.com

چکیده

محدودیت منابع آب و انرژی در دنیا و همچنین افزایش تقاضای آب و انرژی به علت رشد جمعیت و توسعه روزافزون جوامع بشری، ضرورت بررسی میزان مصرف آب و انرژی در سیستم‌های آبیاری را می‌طلبد. این پژوهش به منظور بررسی میزان مصرف آب و انرژی، تلفات و راندمان انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ گازوئیلی طی سال‌های 1388 تا 1390 در مزارع شهرستان همدان اجرا شد. برای مقایسه عملکرد ایستگاه‌های پمپاژ آبیاری، معیار پمپاژ نبراسکا به‌کار برده شد. نتایج نشان داد که میزان راندمان کل از 7/2 % تا 24/3 درصد متغیر بود. متوسط راندمان کل در ایستگاه‌های پمپاژ دیزلی 14/7 درصد محاسبه شد. متوسط انرژی تلف شده در ساعت در ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر 4/84 لیتر گازوئیل در ساعت بود. همچنین، نتایج حاکی از این بود که در اکثر مزارع بارانی، کم‌آبیاری صورت می‌گرفت. میانگین کارایی مصرف آب در مزارع یونجه در دو سیستم نشتی و بارانی به‌ترتیب 1/7 و 2/7 کیلوگرم محصول خشک بر متر مکعب محاسبه شد. از عوامل مؤثر بر کاهش بازده انرژی را می‌توان استهلاک موتور پمپ، عدم اجرای فونداسیون مناسب موتور پمپ و عدم انتخاب موتور متناسب با پمپ را نام برد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری نشتی، سیستم بارانی، کارایی مصرف آب، موتور پمپ، یونجه.

1- کرج، بلوار شهید فهمیده، روبروی بانک کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

* - دریافت: بهمن1393 و پذیرش: مهر 1394.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ایران در منطقه اقلیمی خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته و بارندگی آن دارای توزیع مناسب زمانی و مکانی نمی‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که مصرف آب در بخش کشاورزی حدود 92 درصد و در سایر بخش‌ها حدود هشت درصد است. (رحیمی جمنانی و همکاران، 1388). میزان مصرف آب در بخش کشاورزی با احتساب اراضی تحت آبیاری (حدود 7/8 میلیون هکتار) در سال 90-89 نزدیک به 10000 متر مکعب بر هکتار است. متوسط تولید محصول به ازای یک مترمکعب آب در ایران بین 900 گرم تا یک کیلوگرم در حالی که(بطور متوسط)در دنیا 2/3 کیلوگرم است.

بنابراین بهره‌وری مصرف آب در این بخش نیز بسیار کم بوده و لازم است توجه ویژه‌ای جهت افزایش بهره‌وری آب و کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی شود (شهرستانی، 1393).تولید محصولات کشاورزی امروزه تا حد زیادی متکی به مصرف انرژی غیر قابل تجدید مانند سوخت‌های فسیلی است. این امر بخصوص در ایران که بدون وجود انرژی خارجی، امکان پمپاژ آب-های زیرزمینی و توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار وجود ندارد، استفاده بهینه از انرژی در بخش کشاورزی یکی از مسائل مهم و حیاتی بوده و مطالعه و بررسی میزان آب و انرژی مصرفی در این بخش ضروری به نظر می-رسد. حیدری (1390) در مطالعه‌ای، حجم آب مصرفی را برای گیاه یونجه در کرمان را 7625 متر مکعب در هکتار و مقدار کارایی مصرف آب را 1/46 کیلوگرم بر متر مکعب آب گزارش نمود.

آواری و هیواس (2004) در یک مزرعه آزمایشی، سیستم آبیاری قطره‌ای و کرتی را برای محصول سیب‌زمینی با آب مصرفی معادل 100% نیاز آبی مورد مقایسه قرار دادند. نتیجه آزمایش نشان داد که بیشترین محصول و کارایی مصرف آب تحت سیستم آبیاری قطره-ای به دست آمد. قدمی فیروزآبادی و همکاران (1387) به بررسی و ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد سیستم آبیاری کم‌فشار (هیدروفلوم) و مقایسه آن با سیستم آبیاری سنتی در شرایط زارعین در استان همدان پرداختند. نتایج آنها نشان داد که عمده تلفات آب در مزارعی که با استفاده از هیدروفلوم آبیاری می‌شوند، به‌صورت نفوذ عمقی بوده، ولی در مزارعی که به روش سنتی آبیاری می‌شوند، تلفات آب به‌صورت رواناب و نفوذ عمقی بود. مقدار تلفات رواناب سطحی در دو روش توزیع سنتی و هیدروفلوم به‌ترتیب حدود 35/9 و 13/1 درصد بود. مقدار کارایی مصرف آب به روش هیدروفلوم، سنتی و بارانی به‌ترتیب 2/86، 1/23 و 4/50 کیلوگرم سیب‌زمینی بر متر مکعب بود. درآمد مزرعه سیب‌زمینی در روش آبیاری هیدروفلوم به میزان 39376600 ریال در هکتار نسبت به روش سنتی افزایش یافت. نسبت منفعت به هزینه روش آبیاری هیدروفلوم نشان داد که به ازای 10 ریال هزینه در این روش آبیاری، 60 ریال منافع ایجاد می‌شود.

سالمی و همکاران (1384) به بررسی و ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های آبیاری بارانی اجرا شده در مزارع سیب‌زمینی در استان اصفهان و همدان پرداختند.نتایج آنها نشان داد که میزان آب مصرف شده در واحد سطح در دو روش آبیاری جویچه‌ای و بارانی به‌ترتیب 13705 و 6313 متر مکعب در هکتار بود.

حیدری و حقایقی (1380) به بررسی کارایی مصرف آب آبیاری در مورد چند محصول زراعی و صیفی در نقاط مختلف کشور پرداختند. نتایج آنها نشان داد که مقدار سیب‌زمینی تولید شده در شهرستان فریدن با روش آبیاری ثقلی برابر 1/72، برای محصول جو در مشهد برابر یک، محصولات گوجه فرنگی و لوبیا در آذربایجان غربی به‌ترتیب برابر 3/3 و 0/91، محصول کاهو در دزفول برابر 4/77 و ذرت دانه‌ای در همین شهرستان برابر 0/65 کیلوگرم بر متر مکعب بود. قدمی فیروزآبادی و حیدری (1383) در دشت قهاوند در استان همدان، کارایی مصرف آب در محصول سیب‌زمینی را که تحت سیستم‌های مختلف آبیاری قرار داشتند، مطالعه نمودند. مقدار کارایی

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف آب در مزارع مطالعاتی از 1 تا 4/1 کیلوگرم بر متر مکعب آب متغیر بود. متوسط کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای (تیپ) به‌ترتیب 1/4، 2/5 و 2/9 کیلوگرم بر متر مکعب آب برآورد شده بود. حیدری و همکاران (2005) میزان کارایی مصرف آب را برای یونجه 1/48 کیلوگرم بر متر مکعب برآورد نمودند. منتظر و کوثری (2007) بهره‌وری آب یونجه را طی 14 سال در 13 استان ایران بررسی کردند و نشان دادند که متوسط آن برابر 0/89 کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد.

اشنایدر و نیو (1986) با مطالعه 26 ایستگاه دیزلی پمپاژ آب آبیاری از چاه، راندمان حرارتی موتورهای دیزل را بین 26 تا 34/8 درصد و به‌طور متوسط 31/2 درصد به‌دست آوردند. از 26 مورد بررسی شده، شش موتور بالاتر یا معادل معیار ایستگاه پمپاژ نبراسکا کار می‌کردند.سوبرامانیام و همکاران (1998) در مطالعه‌ای تحت عنوان انرژی استفاده شده و کارایی آن در کشاورزی هند، انرژی ورودی، خروجی و بهره‌وری آن را برای شش محصول عمده منطقه مورد بررسی قرار دادند و با محاسبه انرژی هر یک از نهاده‌های مصرفی و درصد مصرف هر یک از نهاده‌ها از کل انرژی مصرفی، بهره‌وری انرژی در پنبه، بادام زمینی، شالی و غلات را به‌ترتیب 2/15، 0/88، 1/4 و 0/93 بدست آوردند.

امین و سپاسخواه (1375) در پژوهشی، مقدار اتلاف انرژی پمپاژ آب آبیاری در مزارع اطراف شیراز را 225 درصد به دست آوردند و به این نتیجه رسیدند که به‌طورکلی بازده موتورهای برقی بیشتر از بازده موتورهای دیزلی بوده است. آنها فرسوده بودن موتورها، پمپ‌ها و اتصالات، آب‌بندی نبودن اتصالات و استفاده نکردن از حداکثر توان موتور را از مؤثرترین عوامل اتلاف انرژی دانستند.راجرز و بلک (1993) در مطالعه‌ای در ایالت کانزانس بیان کردند که میزان مصرف سوخت اضافی در ایستگاه‌های پمپاژ آبیاری به‌طور متوسط 40 درصد است و علت مصرف سوخت اضافی را انتخاب و تنظیم نامناسب پمپ، مستعمل و قدیمی بودن پمپ، انتخاب نادرست قدرت موتور برقی یا دیزلی، احتیاج موتور به تعمیر و نگهداری و اتصال غلط محور پمپ و موتور بیان کردند.کامفرتی و جیامپیترو (1997) در بررسی جامعی که روی بازده انرژی در کشاورزی 75 کشور انجام دادند، بهره‌وری انرژی در کشاورزی ایران را 1/79 گزارش کردند. بر همین اساس، بهره‌وری متوسط انرژی برای محصول ذرت را در گواتمالا 4/84، نیجریه 6/41، مکزیک 4/24، فیلیپین 5/06، آمریکا 2/93 و انگلستان 2/33 گزارش کرده‌اند.

رضوانی و همکاران (1386) در مطالعه‌ای به بررسی راندمان و مصرف انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ آبیاری تحت فشار در برخی مزارع استان‌های همدان و کرمان پرداختند. نتایج نشان داد که متوسط راندمان کل در ایستگاه‌های گازوئیلی 14/4 بوده و متوسط میزان اتلاف سوخت در سال در دو ایستگاه پمپاژ دیزلی برابر 23532 لیتر بود. رضوانی و همکاران (1389)، میزان تلفات سوخت را در ایستگاه‌های پمپاژ استان همدان 3/9 لیتر در ساعت برآورد نمودند.

با توجه به این‌که بخش کشاورزی در ایران، سومین مصرف‌کننده برق پس از بخش‌های خانگی و صنعتی است و پس از حمل و نقل، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده گازوئیل در کشور است و از طرفی به دلیل بحران آب و رشد سریع سیستم‌های آبیاری تحت فشار، بررسی میزان مصرف آب و انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ کشاورزی موجود و ارائه راه‌کارهایی جهت بهبود بهره‌وری مصرف آب و انرژی، ضروری به‌نظر می‌رسد. این پژوهش با فرض اینکه سیستم‌های پمپاژ آبیاری موجود در منطقه دارای راندمان مناسبی نبوده و با هدف بررسی میزان راندمان انرژی و کارایی مصرف آب در مزارع مورد مطالعه و ارائه راهکارهایی جهت بهبود راندمان انرژی و کارایی مصرف آب انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور محاسبه میزان مصرف آب و انرژی در 17 عدد از ایستگاه‌های پمپاژ آبیاری کشاورزی در شهرستان همدان طی سال‌های 1388 تا 1390 (طی سه سال) انجام شد. که مشخصات ایستگاههای مورد نظر در جدول (1) ارائه شده است.حجم آب مصرفی در روش آبیاری سنتی طی فصل زراعی با اندازه‌گیری دبی چاه به‌روش جت و استفاده از فلومهای WSC اندازه‌گیری شد. در سیستم‌های آبیاری بارانی، دبی و فشار آبپاشها به‌ترتیب با استفاده از گالن مدرج و لوله پیتو به همراه فشارسنج تعیین شد. حجم آب مصرفی در طول فصل زراعی، با داشتن ساعات آبیاری در هر نوبت آبیاری و تعداد کل آبیاری‌ها مشخص و با میزان نیاز آبی برآورد شده از سند ملی آب مقایسه شد. کارایی مصرف آب از رابطه زیر محاسبه شد.

$$WUE = \frac{Y}{W} \quad (1)$$

که در آن:

Y عملکرد محصول (کیلوگرم) و W آب مصرفی (متر مکعب) می‌باشد.مقدار انرژی تلف شده و راندمان انرژی در هر یک از مزارع مورد مطالعه اندازه‌گیری شد.برای اندازه گیری متغیرهای مورد نیاز از مولتی‌متر مدلHIOKI 3280-10 ، دورسنج مدل Pantec DTM30 استفاده شد.

برای محاسبه راندمان انرژی، از معیار پمپاژ نبراسکا استفاده شد. این معیار توسط شونسر و سولک در سال 1959 توسعه داده شد (نیو و اشنایدر ، 1988). این معیار بر اساس اسب بخار- ساعت و اسب بخار آبی- ساعت بر واحد سوخت مصرفی از داده‌های موتور و پمپ ارائه شده توسط کارخانه‌ها و تست‌های تراکتور نبراسکا به‌دست آمد (نیو و اشنایدر ، 1988). در جدول (2) مقدار توان تولید شده (اسب بخار- ساعت) در موتورهای دیزلی و الکتریکی و توان (اسب بخار آبی- ساعت) خارج شده از پمپ به ازای یک واحد مصرف انرژی بر اساس معیار پمپاژ نبراسکا آورده شده است (سازمان کشاورزی آمریکا، 1997 و سازمان کشاورزی آمریکا، 2009).

جدول 1- مشخصات ایستگاههای پمپاژ مورد مطالعه

شماره ایستگاه	نام روستا	عمق چاه	موقعیت جغرافیایی ایستگاه (طول و عرض جغرافیایی)	دبی (لیتر بر ثانیه)
1	حاجی‌آباد	45	77/34 و 7/48	20
2	سردارآباد	60	65/48 و 26/35	17/05
3	سیاه‌کمر	50	74/34 و 8/48	20
4	گنبد	2/1	68/34 و74/48	26
5	امزاجرد	5/1	94/34 و5/48	25
6	اق تپه	70	26/35و 68/48	25
7	حیران	72	81/34 و 85/48	25
8	ده پیاز	61	89/34 و 51/48	16
9	حسن آباد	72	91/34 و 44/48	37/8
10	گراچقا	80	86/34 و 52/48	16
11	کورکهریز	48	72/34 و 77/48	12
12	رحیم‌آباد	60	78/34 و 82/48	40
13	علی‌آباد	5/1	69/34 و 63/48	40
14	قاسم آباد	60	83/34 و 53/48	16/5
15	ابرو	60	71/34 و 58/48	16/5
16	اولیایی	77	94/34 و 67/48	7
17	قاسم آباد	45	83/34 و 53/48	8

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- معیار کارکرد ایستگاه پمپاژ نبراسکا

منبع انرژی	hp h/unit of energy	whp h/unit of energy	واحد انرژی
گازوئیل	16/66	12/5	گالن
بنزین	11/50	8/6	گالن
پروپان	9/20	6/89	گالن
گاز طبیعی	82/20	61/7	فوت مکعب در دقیقه
الکتریسیته	1/18	0/885	کیلو وات بر ساعت

معیار راندمان ایستگاه پمپاژ آبیاری نبراسکا برای واحد توان (موتور) و راندمان کل (موتور+ جعبه دنده+ پمپ) در جدول (3) آورده شده است (نیو و اشنایدر، 1988). در این جدول، راندمان موتورهای دیزل 75 درصد، موتورهای الکتریکی 88 درصد و جعبه دنده 95 درصد در نظر گرفته شده است.

جدول 3- معیار راندمان ایستگاه های پمپاژ آبیاری نبراسکا

نوع موتور	راندمان واحد توان موتور (درصد)	راندمان کل (%)
الکتریکی	88	66
دیزل	33	24
گاز طبیعی	24	17

برای محاسبه راندمان کل انرژی (E) از رابطه زیر استفاده شد:

$$E = \frac{Whp}{Ihp} \times 100 \qquad (2)$$

که در آن:

Whp اسب بخار آبی (توان خارج شده از پمپ) و Ihp اسب بخار (توان وارد شده به موتور) می‌باشد.

مقدار اسب بخار گرمایی استاندارد برای یک گالن گازوئیل به مقدار BTU 130000 (ودینگتون و کنزا، 2006) استفاده شد. با توجه به این‌که یک اسب بخار معادل BTU 2547 در ساعت است، مقدار اسب بخار گرمایی یک لیتر گازوئیل در هر ساعت برابر با 13/5 اسب بخار متریک است. توان مصرفی موتور دیزل در یک ساعت، از ضرب مقدار مصرف گازوئیل در یک ساعت در 13/5 اسب بخار متریک به‌دست می‌آید.

برای محاسبه توان خارج شده از پمپ در موتور پمپ‌های دیزلی از رابطه زیر استفاده شد:

$$P = \frac{QH}{278.04} \qquad (3)$$

که در آن:

P: توان خارج شده از پمپ (اسب بخار آبی)

Q: دبی (متر مکعب در ساعت)

H: بار دینامیک کل (متر)

برای محاسبه مقدارسوخت اضافی به‌کار رفته، ابتدا مقدار توان تولید شده به ازای مصرف سوخت یا الکتریسیته در یک ساعت (PRP)[1] را از رابطه (4) حساب کرده، سپس درجه همخوانی معیار ایستگاه پمپاژ (PRR)[2] که نسبت کارکرد واقعی ایستگاه به مقدار معیار ایستگاه پمپاژ نبراسکا جدول(3) می‌باشد، از رابطه (5) به‌دست آمد (اسماجسترلا و همکاران، 2005).

$$PRP = \frac{P_{OUT}}{E_{IN}} \times 100 \qquad (4)$$

$$PRR = \frac{PRP}{NPPP} \times 100 \qquad (5)$$

که در آن:

E_{IN} انرژی مصرفی و NPPP[3] شاخص پمپاژ نبراسکا است. میزان انرژی تلف شده از رابطه (6) محاسبه می‌شود:

$$FW = CFR*(1-PRP)*100 \qquad (6)$$

1- Performance of pumping plant
2- Pumping plant performance rating
3- Nebraska Pumping Plant Performance Criteria

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن:

Fw : میزان انرژی تلف شده در ساعت

CFR : شدت مصرف سوخت

نتایج و بحث

در جدول‌های (4) و (5) نتایج اندازه‌گیری و محاسبات مربوط به راندمان کل انرژی هر یک از مزارع آورده شده است. میزان تغییرات سوخت مصرفی در ایستگاه‌های پمپاژ مورد مطالعه از 7/5 تا 20 لیتر در ساعت معادل 101/3 اسب بخار تا 270 اسب بخار متغیر بود و به‌طور متوسط 11/7 لیتر بر ساعت معادل 157/95 اسب بخار بود. نتایج بررسی میزان سوخت مصرفی نشان داد که میزان تلفات سوخت از 0/4 درصد (مزرعه شش) تا 77/18 درصد (مزرعه 17) متغیر بود. به طور متوسط 4/84 لیتر در ساعت گازوئیل (41/57 درصد سوخت مورد نیاز) و معادل 65/34 اسب بخار متریک بود.

به‌طورکلی میانگین تلفات گازوئیل در هر ایستگاه پمپاژ، 16110 لیتر گازوئیل در سال بود. راجرز و بلک (1993) مقدار اضافی مصرف سوخت را در ایستگاه-های پمپاژ آبیاری ایالت کانزاس به طور متوسط 40 درصد گزارش کردند. در حالی که میزان تلفات سوخت در این مطالعه 41/57 درصد تعیین شد. بازده متوسط موتورپمپ-های گازوئیلی برابر 14/69 درصد به‌دست آمد که کمتر از معیار پمپاژ نبراسکا می‌باشد. فیپس و نیل (1995) حداقل، حداکثر و متوسط بازده انرژی در ایالت تگزاس را 5، 34/5 و 18/1 درصد گزارش کردند. علت اصلی کاهش بازده در ایستگاه‌های پمپاژ مزارع، پایین بودن بازده پمپ‌ها به دلیل انتخاب اشتباه پمپ یا واحد توان است. چاوز و همکاران (2010) نیز انتخاب اشتباه واحد تولید توان و تنظیم نبودن یا انتخاب اشتباه پمپ را بر کاهش بازده ایستگاه‌های پمپاژ مؤثر دانستند

جدول 4- محاسبه توان ورودی و خروجی همچنین راندمان کل در موتور پمپ‌های گازوئیلی

شماره مزرعه	مساحت (هکتار)	سوخت مصرفی (لیتر بر ساعت)	دبی (لیتر بر ثانیه)	ارتفاع دینامیکی (متر)	توان (اسب بخار)	توان ورودی (اسب بخار)	راندمان (درصد)
1	5	11/7	20	84/5	21/9	158	13/9
2	5	9/2	17/05	99/5	22	124/2	17/7
3	8	20	20	84/5	21/9	270/00	8/11
4	10	10	26	40/7	13/7	135/0	10/1
5	3	8/3	25	45/9	14/9	112/1	13/3
6	4	10/4	25	105/5	34/2	140/4	24/3
7	5	16/7	25	109/5	35/4	225/5	15/7
8	7	7/5	16	95/5	19/8	101/3	19/5
9	9	8/8	37/8	43/9	21/5	118/8	18/1
10	8	12/5	16	116/5	24/1	168/8	14/3
11	5	7/5	12	82/5	12/8	101/3	12/7
12	20	17/5	40	104/4	54/1	236/3	22/9
13	20	12	40	45/9	23/8	162	14/7
14	4/5	12/5	16/5	99/48	21/3	168/8	12/6
15	15	12/5	16/5	99/48	21/3	168/8	12/6
16	2	10	7	77	7	135	5/2
17	2	11	8	45	4/7	148/5	14/1
					میانگین راندمان کل		14/69

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- میزان تلفات سوخت در ایستگاه‌های پمپاژ دیزلی مورد مطالعه بر اساس معیار نبراسکا

شماره مزرعه	عملکرد (اسب بخار ساعت بر گالن)	درجه عملکرد نسبت به معیار نبراسکا	سوخت اضافی (لیتر بر ساعت)	درصد سوخت اضافی	ساعت کارکرد در سال	مقدار سوخت تلف شده (لیتر)
1	7/09	0/57	5/1	43/3	4272	21646
2	9/05	0/72	2/54	27/61	4220	10725
3	4/15	0/33	13/4	66/81	3887	51938
4	5/19	0/42	5/8	58/48	3165	18508
5	6/79	0/54	3/79	45/7	4092	15524
6	11/36	0/91	0/04	0/4	4642	198
7	8/04	0/64	5/96	35/66	2028	12077
8	10	0/8	1/5	20	4210	6309
9	9/38	0/75	2/2	25	1980	4349
10	7/35	0/59	5/2	41/2	1392	7170
11	6/52	0/52	3/6	47/87	2280	8185
12	11/78	0/94.	1	5/7	2976	3011
13	7/61	0/61	4/7	39/2	2325	10923
14	6/48	0/52	6/02	48/2	3720	22404
15	6/48	0/52	6/02	48/2	3720	22404
16	3/68	0/29	7/06	70/6	2760	19484
17	2/86	0/23	8/49	77/16	3304	28043
		میانگین	4/84	41/57	3233/7	16110

نتایج بررسی راندمان کل نیز نشان داد که به‌طور متوسط مقدار راندمان کل در موتورهای دیزلی از 7/2 تا 24/3 درصد متغیر می‌باشد. متوسط راندمان کل در موتورپمپ دیزلی 14/7 درصد (0/61 معیار نبراسکا) به‌دست آمد و از آن‌چه که فیپز و نیل (1995) در ایستگاه‌های دیزلی به‌دست آوردند، کمتر بود. بنابراین بازده انرژی در موتورپمپ‌های دیزلی در استان همدان بسیار پایین است. در بعضی از مزارع (مزارع 3 و 16) به‌علت مستهلک بودن سیستم، عدم وجود فونداسیون مناسب و در نتیجه عدم ثبات و استقرار مناسب پمپ، باعث کاهش بازده مصرف انرژی شد شکل (1) که با یافته‌های امین و سپاسخواه (1375) همخوانی دارد. مشخصات مزارع مورد بررسی، عملکرد، حجم آب مصرفی و کارایی مصرف آب محصول خشک در جدول‌های (6) و (7) آورده شده است. میانگین حجم آب مصرفی در مزارع نشتی و بارانی که زیر کشت یونجه بودند، به‌ترتیب 12447 و 7875/1 متر مکعب در هکتار بود.

++ عدد آب مصرفی مزرعه یک عدد پرتی است و با مزارع دیگر جمع و میانگین‌گیری نشده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل 1- نامناسب بودن زیر ساخت و مستعمل بودن موتور پمپ‌های دیزلی مورد استفاده در ایستگاه‌های پمپاژ

جدول 6- حجم آب مصرفی و راندمان مصرف آب در مزارع یونجه مورد مطالعه (سیستم سطحی)

ردیف	آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار)	میزان آبیاری نسبت به نیاز آبی	عملکرد (تن بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
1	16934/4++	1/8	21	1/24
2	12960	1/38	18	1/4
3	12441/6	1/3	21	1/7
4	12441/6	1/3	21	1/7
5	8553/6	0/91	12	1/4
6	11404/8	1/2	27	2/4
7	12960	1/38	18	1/4
8	11880	1/26	22	1/9
میانگین	11805/9	1/25	19/9	1/7

جدول 7- حجم آب مصرفی و راندمان مصرف آب در مزارع یونجه مورد مطالعه (سیستم بارانی)

ردیف	آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار)	درصد آبیاری نسبت به نیاز آبی	عملکرد (تن بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
9	5040	0/54	12	2/4
10	4543/2	0/48	10	2/2
11	8553/6	0/91	24	2/8
12	6218/2	0/66	30	4/8
13	10829/75	1/15	18	1/7
14	12644/63	1/35	28	2/2
15	6048	0/64	20	3/3
16	7875	0/83	21	2/7
17	9123/84	0/97	26	2/8
میانگین	7875/1	0/84	21	2/7

نتایج این پژوهش نشان داد که از هشت مزرعه نشتی، فقط در یک مزرعه (مزرعه پنج) کم‌آبیاری صورت گرفته بود و در سایر مزارع، حجم آبیاری بیشتر از نیاز آبی بود. به‌عبارتی متوسط میزان حجم آبیاری در مزارعه نشتی، 25 درصد بیشتر از نیاز آبی برآورد شده از سند ملی آب (9450 متر مکعب در هکتار) بوده است. قدمی فیروزآبادی و سیدان (1385) میزان آب مصرفی در مزارع نشتی سیب‌زمینی را 10802 متر مکعب در هکتار برآورد

www.SID.ir

Archive of SID

نمودند. دامنه تغییرات کارایی مصرف آب در سیستم آبیاری نشتی 1/2 تا 2/4 کیلوگرم بر متر مکعب بود. در حالی که در سیستم آبیاری تحت فشار بین 1/7 تا 4/8 کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بود. در بعضی از مزارع که از سیستم آبیاری بارانی بهره می‌بردند، میزان کارایی مصرف آب کمتر از میزان حداکثر کارایی مصرف آب یونجه در سیستم آبیاری نشتی است (مزارع 10، 13، 14) ، بنابراین می‌توان گفت در صورت عدم مدیریت مناسب سیستم آبیاری حتی استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، علی‌رغم توانایی‌های آن در افزایش راندمان آبیاری، نمی-تواند به‌تنهایی بهبود چشمگیری در کارایی مصرف آب یونجه در این منطقه را داشته باشد. در صورتیکه منتظر و کوثری (2007) میزان متوسط بهره‌وری آب یونجه را برابر 0/89 کیلوگرم بر متر مکعب گزارش نمودند.

بنابراین افزایش بهره‌وری انرژی به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های این چالش می‌باشد که درک میزان بهره‌وری آب و انرژی در تولیدات زراعی، جهت برنامه‌ریزی و مدیریت افزایش استفاده از این منابع ضروری است.بنابراین بایستی با اصلاح الگوی کشت گیاهی و استفاده از سیستم‌های آبیاری مناسب (با انرژی مصرفی کمتر) می‌توان الگوی مصرف آب را بهبود بخشید. به هر حال تاثیر سیستم آبیاری بارانی بر بهبود کارایی مصرف آب یونجه مشهود است. متوسط میزان حجم آب آبیاری در تمام مزارع دارای سیستم آبیاری بارانی به‌جز مزارع 13 و 14، کمتر از نیاز آبی بوده است. به‌طور متوسط میزان حجم آب مصرفی مزارع بارانی، 16 درصد کمتر از نیاز آبی برآورد شده در سند ملی آب بود جدول (6). میانگین کارایی مصرف آب در مزارع یونجه در دو سیستم نشتی و بارانی به‌ترتیب 1/7 و 2/7 کیلوگرم بر متر مکعب برآورد شد جدول‌های (5) و (6). در صورتیکه حیدری و همکاران (2005) میزان کارایی مصرف آب را برای یونجه 1/48 کیلوگرم بر متر مکعب گزارش نمودند.

مقدار کارایی مصرف آب به‌دست آمده در این پژوهش دارای دامنه تغییرات زیادی بود. منابع کاهش و دلایل پایین بودن کارایی مصرف آب در بعضی مزارع مورد مطالعه به عوامل و پارامترهای زیادی از جمله کیفیت آب و خاک، نوع مدیریت کشاورز، نوع منبع آب و سیستم آبیاری، نوع عملیات و نهاده‌های کشاورزی، مالکیت و مساحت اراضی بستگی داشته است. از طرفی این اندازه‌گیری‌ها به‌صورت نقطه‌ای و در چند مزرعه محدود و با دقت مناسب است و برای تعیین میزان کارایی مصرف آب در سطح وسیع و برای محصولات مختلف از روش‌های غیر نقطه‌ای و تکنولوژی‌های جدید نظیر سنجش از دور می‌توان بهره جست و از داده‌های نقطه‌ای برای واسنجی و صحت‌سنجی روش‌های غیر نقطه‌ای استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

میزان تغییرات سوخت مصرفی در ایستگاه‌های پمپاژ مورد مطالعه از 7/5 تا 20 لیتر در ساعت و به‌طور متوسط 11/7 لیتر بر ساعت معادل 157/95 اسب بخار بود و میزان تلفات سوخت در این مطالعه 41/57 درصد تعیین شد. بازده متوسط موتورپمپ‌های گازوئیلی برابر 14/69 درصد به‌دست آمد که کمتر از معیار پمپاژ نبراسکا می-باشد. علت اصلی کاهش بازده در ایستگاه‌های پمپاژ مزارع به‌علت مستهلک بودن سیستم، عدم وجود فونداسیون مناسب و در نتیجه عدم ثبات و استقرار مناسب پمپ یا انتخاب اشتباه پمپ یا واحد توان است و با توجه به رشد سریع آبیاری تحت فشار در کشور و انرژی‌بر بودن این سیستم‌ها، بایستی معیارهای مناسب تعیین شود. همچنین جهت بهبود راندمان انرژی، پیشنهاد می‌شود که پمپ و موتور متناسب با ظرفیت و فشار سیستم انتخاب شود.

میانگین حجم آب مصرفی در مزارع یونجه در آبیاری نشتی و بارانی به‌ترتیب 11805/9 و 7875 متر مکعب در هکتار است. با توجه به صرفه‌جویی 33/3 درصدی در مصرف آب در سیستم بارانی نسبت به روش سطحی امکان افزایش کارایی مصرف آب فراهم می‌شود، از طرفی در مناطقی که با محدودیت آب مواجه هستند و

www.SID.ir

Archive of SID

لازم است که در مصرف آب صرفه‌جویی شود، استفاده از سیستم آبیاری بارانی علی‌رغم افزایش هزینه سیستم به‌دلیل پایداری درآمد مزرعه در دراز مدت، دارای توجیه اقتصادی می‌باشد. میانگین کارایی مصرف آب در مزارع یونجه در دو سیستم نشتی و بارانی به‌ترتیب 1/7 و 2/7 کیلوگرم بر متر مکعب است.

فهرست منابع

1. امین، س.، سپاسخواه، ع.ر. 1375. بررسی اتلاف انرژی پمپاژ آب آبیاری مزارع اطراف شیراز. گزارش نهایی طرح پژوهشی . دانشگاه شیراز . 40 صفحه
2. حیدری، ن.، حقایقی، ا. 1380. کارایی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارشی جهت ارایه به معاونت زراعت وزارت کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.
3. حیدری، ن. 1390. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان درکشور. مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره 1، شماره 2. ص 57-43.
4. رحیمی جمنانی، م.ع.، نیکبخت جهرمی، ن.، و داداری، ع. 1388. چالش ها و چشم اندازهای مدیریت مصرف آب کشاورزی. دوازدهمین همایش کمیته ملی و آبیاری و زهکشی ایران .ص 395- 402.
5. رضوانی، م.، جعفری، ع، م و امین، س. 1389. بررسی بازده و مصرف انرژی در ایستگاه‌های پمپاژ آبیاری بارانی برخی مزارع استان همدان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد 11. شماره 4. ص 34-19.
6. رضوانی، س .م.، م .فرزام نیا و س .امین .1386. ارزیابی بازده و مصرف انرژی ایستگاه پمپاژ آبیاری تحت فشار در برخی از مزارع استان های کرمان و همدان، همایش علمی برنامه ملی ابیاری تحت فشار و توسعه پایدار.
7. سالمی، ح. ر.، نیکوئی، ع. ر.، رضوانی، م.، جعفری، ع. م. 1384. ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم‌های آبیاری بارانی اجرا شده در مزارع سیب زمینی در استان‌های اصفهان و همدان. گزارش نهایی پژوهشی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان. شماره ثبت 84/401.
8. شهرستانی، ح. 1393. سازماندهی و مدیریت مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم- شماره 45
9. قدمی فیروزآبادی، ع.، حیدری، ن. 1383. بررسی حجم آب مصرفی و عملکرد محصول سیب زمینی. تحت سیستم آبیاری بارانی. کارگاه فنی آبیاری بارانی (توانمندی‌ها و چالش‌ها). کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. کرج.
10. قدمی فیروزآبادی، ع.، سیدان، س. م. 1385. ارزیابی فنی و اقتصادی مصرف آب در آبیاری سطحی سیب زمینی در منطقه بهار. گزارش نهایی پژوهشی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان. شماره ثبت 85/1114.
11. قدمی فیروزآبادی، ع.، سیدان، س. م.، عباسی، ف. 1389. ارزیابی فنی و اقتصادی آبیاری با لوله‌های کم فشار (هیدروفلوم) و مقایسه آن با آبیاری سنتی و بارانی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد 11. شماره 2. ص 84-73.
12. Awari, H.W., S.S. Hiwase. 2004. Effect of irrigation systems on growth and yield of potato. Annals of Plant Physiology, 8(2): 185-187
13. Chávez, J. L., D. Reich., J.C. Loftis., and D.L. Miles. 2010. Irrigation pumping plant efficiency. Colorado State University Cooperative. Extension. No.4. 712.
14. Comforti, P., M. Giampietro. 1997. Fossil energy use in agriculture: an international comparison. Agricultural Ecosystems Environment, 54: 231-243
15. Fippes, G., B. Neal. 1995. Texas irrigation pumping plant efficiency testing program. Department of Agricultural Engineering. Texas Agricultural Extension Service. College Station. TX.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Heydari, N., Eslami, A., Ghadami, A., Kanoni, A., Asadi, M.E., and M.H. Khajehabdollahi. 2005. Determination and evaluation of agricultural water use efficiency (WUE) In Iran. International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand, 6-9 December 2005.
17. Montazar, A. and H. Kosari, 2007. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran, Research report of University College of Aboureyhan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.
18. New, L.L., A.D. Schneider. 1988. Irrigation pumping plant Efficiencies-High Plains and Trans-Pecos Areas of Texas. Publication MP-1643. Texas agricultural experiment station, Texas A & M university system, College station, TX. Available on http://www.nj.nrcs.usda.gov/technical/engineering/irrigation.html
19. Rogers, D.H., D. Black. 1993. Evaluating pumping plant efficiency using on-farm fuel Bills. Irrigaion management series. No. L-885.Kansas state university. 4p.
20. Subrahmanyam, S.K., S. Reddy, G.K. Mitra. 1998. Energy use and its efficiency in Andra Pradesh Agriculture, Indian Journal of Agricultural Economics, 53(3): 265-274.
21. USDA.1997. National irrigation handbook : Irrigation Guide.
22. USDA.2009.WQT03- Irrigation Pumping Plant Evaluation.
23. Weggington, J.,P. Canessa. 2006. Diesel pump tester resource manual. Center for irrigation technology. College of agricultural and technology. California state university. Fresno.

www.SID.ir