نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 660-649

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p.649-660

تحلیل و توسعه‌ی روش تعیین ساعت کارکرد مجاز چاههای کشاورزی در استان خراسان رضوی (مطالعه موردی: دشت نیشابور)

سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[1*] - امین علیزاده[2]

تاریخ دریافت:1391/12/20
تاریخ پذیرش:1392/5/20

چکیده

زمان کارکرد مجاز چاههای کشاورزی دشت نیشابور توسط شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی معادل 4120 ساعت در سال تعیین گردیده است. این تحقیق با هدف معرفی روش تعیین ساعت کارکرد چاههای آب کشاورزی استان خراسان رضوی (مطالعه موردی دشت نیشابور) و تحلیل عوامل موثر بر زمان مجاز کار چاهها انجام گرفت. به این منظور سطح زیر کشت گیاهان زراعی و باغی شهرستان نیشابور در سال‌های زراعی 80-79 تا 89-88 تهیه شد. نیاز آبی گیاهان الگوی کشت و بازده آبیاری در دشت نیشابور از سند ملی آب استخراج گردید. با تقسیم نیاز ناخالص آبیاری ماهانه بر متوسط هیدرومدول سه ماه حداکثر، ساعت کارکرد مجاز چاه در هر ماه به دست آمد. محاسبات برای بررسی اثر تغییر الگوی کشت در دو حالت، برای کل گیاهان الگوی کشت و برای گیاهان عمده الگوی کشت به طور جداگانه به انجام رسید. در حالت سوم و چهارم تاثیر تغییرات سالانه نیاز آبی و هیدرومدول آبیاری بر ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد می‌توان به جای انجام محاسبات ساعت کارکرد چاهها برای کل گیاهان الگوی کشت منطقه، محاسبات را فقط با گیاهان اصلی انجام داد. تغییرات سالانه الگوی کشت و نیاز آبی در دشت نیشابور به طور معنی‌دار (با احتمال 95%) مقدار ساعت کارکرد چاهها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با فرض ثابت ماندن سطح زیر کشت در دشت نیشابور، اصلاح ساعت کارکرد چاهها با استفاده از هیدرومدول اندازه‌گیری شده منطقه انجام گردید. در روش اصلاحی ساعت کارکرد سالانه به طور متوسط 440 (11درصد) ساعت نسبت به ساعت کارکرد مجاز دشت نیشابور (4120 ساعت) افزایش نشان داد که این تغییر، ساعت کارکرد را به شرایط واقعی و موجود در دشت نیشابور نزدیک‌تر می‌نماید. در یک سال زراعی، با برآورد سطح زیر کشت گندم و جو می‌توان پیش‌بینی قابل قبولی برای میزان ساعت کارکرد چاههای منطقه در آن سال ارائه نمود.

واژه‌های کلیدی: دشت نیشابور، ساعت کارکرد چاه، سند ملی آب، مصرف بهینه

مقدمه

بررسی‌های انجام شده در تهیه و تدوین استراتژی‌های بلندمدت مدیریت آب در ایران نشان می‌دهد گرچه قدر مطلق برداشت‌های آب برای کشاورزی در 25 سال آینده، حدود 40 درصد نسبت به وضع موجود قابل افزایش می‌باشد، اما لازم است بخش عمده نیازهای توسعه کشاورزی از طریق صرفه‌جویی در مصرف و افزایش کارآیی در مصرف تامین شود (10). در استان خراسان رضوی منبع اصلی تامین‌کننده نیاز بخش‌های مختلف به آب، سفره‌های آب زیرزمینی هستند. به علت برداشت بیش از اندازه این منابع، بسیاری از دشت‌های استان و از جمله دشت نیشابور دارای تراز منفی هستند و سطح آب زیرزمینی سالانه حدود یک متر پایین می‌افتد (1). دشت نیشابور به لحاظ تقسیمات کشوری به ترتیب 81/3 درصد در محدوده شهرستان نیشابور، 13 درصد در محدوده شهرستان مشهد و 5/7 درصد در محدوده شهرستان تربت حیدریه قرار گرفته است (شکل 1). مجموع حجم برداشت از منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی دشت نیشابور برابر با 1103/6 میلیون متر مکعب است. از این مقدار 952/3 میلیون متر مکعب (86درصد) توسط چاهها برداشت می‌گردد. سهم بخش شرب و صنعت از آب زیرزمینی در این دشت به ترتیب 33 و 2/4 میلیون متر مکعب می‌باشد. در دشت نیشابور سالانه بیش از 110 هزار هکتار زیرکشت محصولات مختلف زراعی و باغی آبی قرار می‌گیرد و حجم زیادی از منابع آب زیرزمینی (بیش از 96 درصد) در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد. افت سطح آب زیرزمینی و

1 و 2- دانشجوی دکتری و استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: sahm51@yahoo.com)

کسری مخزن (سالانه بیش از 200 میلیون متر مکعب) از چالش‌های اساسی این دشت است (1).

یکی از راه‌های مهم در تعادل‌بخشی به وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی، تحویل حجمی آب به چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق می‌باشدکه در برنامه‌های پنج ساله توسعه‌ای کشور به اجرای آن تاکید گردیده است. برای تعیین ساعت کارکرد مجاز چاه‌ها بایستی اطلاع دقیقی از الگوی کشت، نیاز آبی گیاهان و بازدهی آبیاری در دست باشد. اگرچه سند ملی الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی در سال‌های گذشته تهیه و ابلاغ شده است، لیکن تاکنون عملیاتی شدن آن در رابطه با تحویل حجمی آب به شبکه‌های آبیاری و چاهها پیشرفت قابل قبولی نداشته است. اجرایی شدن سند ملی الگوی مصرف آب کشاورزی نه تنها به لحاظ اقتصادی، بلکه از نظر پایداری در تولید محصولات کشاورزی و امکان ادامه توسعه در بخش‌های شهری و صنعتی دارای اهمیت و نقش فراوان است.

در رابطه با تعیین زمان کارکرد مجاز چاههای کشاورزی مطلب قابل استناد چندانی در منابع داخل و خارج کشور مشاهده نمی‌شود. از عوامل تاثیرگذار بر ساعت کارکرد چاهها می‌توان به نیاز آبی گیاهان اشاره کرد. تعیین نیاز آبی گیاهان از اساسی‌ترین عوامل در برنامه‌ریزی‌های آبیاری و منابع آب است. در 60 سال‌گذشته تحقیقات بسیار گسترده و دامنه‌داری در سطح دنیا انجام گرفته است تا عملی‌ترین و در عین حال دقیق‌ترین روش برای تخمین نیاز آبی به دست آید. این پژوهش‌ها منجر به شناخت بهتر فرآیندهای فیزیکی و بیولوژیک تبخیر و تعرق شده و براساس این یافته‌ها مدل‌ها و روش‌های عملی در جهت برآورد نیاز آبی توسعه یافته‌اند (2). پنمن در سال 1948 اولین دانشمندی بود که با ترکیب معادلات بیلان انرژی و شار گرما فرمولی را برای تخمین فشار بخار آب از سطح آب و سپس سطوح گیاهی ارائه نمود (12). در سال 1965 مانتیت روی معادله پنمن اصلاحاتی انجام داد که منجر به معادله‌ای به نام پنمن- مانتیت گردید (13). این مدل به طور موفقیت‌آمیزی برای برآورد تبخیر- تعرق گیاهان زراعی استفاده شده است (17). سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (فائو) اقدام به ارائه روش‌های استاندارد و عملی برای تخمین نیاز آبی گیاهان نموده است. این روش‌ها برای اولین بار در نشریه شماره 24 آبیاری و زهکشی فائو منتشر گردید. در روش پیشنهادی نشریه 24 فائو، ابتدا تبخیر و تعرق یک سطح پوشیده از گیاه فرضی‌چمن به نام گیاه مرجع (ETO) با چهار روش مختلف برآورد می‌شود. سپس برای هر یک از گیاهان زراعی ضریب گیاهی (KC) تعیین و با ضرب کردن این دو در یکدیگر مقدار نیازآبی (ETC) گیاه موردنظر محاسبه می‌گردد (16). نتایج تحقیقات انجمن مهندسان عمران آمریکا (ASCE) و مطالعات کمیسیون جامعه اروپا نشان داد که روش پنمن- مانتیت با 4 درصد بیش‌برآورد در مناطق مرطوب در ردیف اول و با 1 درصد کم‌برآورد در مناطق خشک باز هم در ردیف اول از نظر دقت و مطابقت با داده‌های لایسیمتری قرار دارد. بنا به دلایل فوق، سازمان فائو روش پنمن- مانتیت را به عنوان استاندارد انتخاب و نشریه شماره 24 را بر این اساس مورد تجدیدنظر قرار داد (10).

شکل1- موقعیت دشت نیشابور در بین شهرستان‌های نیشابور، مشهد و تربت‌حیدریه

رضایی و همکاران (4) نتایج حاصل از 20 روش مختلف برآورد تبخیر و تعرق را در منطقه کرمان با نتایج حاصل از لایسیمتر دقیق الکترونیکی- وزنی مقایسه نمودند. ارزیابی مدل‌ها در سه بازه زمانی ساعتی، روزانه و ماهانه انجام گرفت. در بازه ساعتی روش پنمن- مانتیت فائو و در بازه روزانه و ماهانه روش پنمن- کیمبرلی مناسب‌ترین روش‌های تخمین تبخیر و تعرق منطقه شناخته شدند. رزاقی و سپاسخواه (3) در منطقه کوشکک استان فارس تبخیر- تعرق روزانه و ماهانه را با استفاده از معادلات پنمن- فائو، پنمن- مانتیت، تابش فائو، هارگریوز- سامانی و تشت تبخیر تخمین زده و نتایج را با داده‌های اندازه‌گیری شده توسط لایسیمتر وزنی مقایسه کردند. نتایج نشان داد معادله تابش فائو بیشترین و معادله تشت تبخیر کمترین دقت را در بین معادلات مذکور داشتند. نادری و علیزاده (9) با استفاده از داده‌های هواشناسی منطقه مشهد مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع چمن را با 10 روش معتبر برآورد نموده و نتایج را با داده‌های لایسیمتری مورد مقایسه قرار دادند. در رتبه‌بندی روش‌ها، به ترتیب روش‌های جنسن- هیز، پنمن- مانتیت، تابش فائو و پنمن- کیمبرلی رتبه‌های یک تا چهار را به خود اختصاص دادند.

در تدوین سند ملی آب کشور، روش‌های مختلف برآورد تبخیر و تعرق با یکدیگر مقایسه گردید و در نهایت روش پنمن- مانتیت به عنوان روش استاندارد برای تمام نقاط ایران مناسب تشخیص داده شد و مورد استفاده قرار گرفت (10). بر همین اساس در این تحقیق نیز محاسبات نیاز آبی گیاهان الگوی کشت دشت نیشابور با روش پنمن- مانتیت انجام شد.

در اسفند ماه 1379 گزارشی با عنوان "حجم آب قابل تحویل در هر هکتار کشت آبی و ساعت کارکرد چاههای کشاورزی دشت‌های استان خراسان" توسط معاونت بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ای خراسان و دبیرخانه کمیسیون ماده هفت آیین‌نامه مصرف بهینه آب کشاورزی تهیه گردید (8). در این گزارش الگوی کشت، نیاز آبی گیاهان و راندمان آبیاری برای هر دشت از سند ملی آب کشور استخراج شد. یک عدد به عنوان ساعت کارکرد مجاز چاهها برای هر دشت با روش معینی که شرح آن در ادامه این مقاله خواهد آمد، محاسبه گردید. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر تغییرات سالانه الگوی کشت و نیاز آبی گیاهان، همچنین هیدرومدول آبیاری بر میزان ساعت کارکرد چاهها می‌باشد که به عنوان مطالعه موردی دشت نیشابور انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

سطح زیر کشت محصولات آبی زراعی و باغی شهرستان نیشابور طی 9 سال گذشته (سال زراعی 80-79 تا 89-88) از سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی تهیه شد. نیاز خالص آبیاری این محصولات و بازده آبیاری در دشت نیشابور از سند ملی آب استخراج گردید. نیاز ناخالص آبیاری از تقسیم نیاز خالص بر بازدهی آبیاری به دست آمد. هیدرومدول آبیاری برای هر ماه از تقسیم نیاز ناخالص آبیاری بر زمان محاسبه شد. مطابق اعداد سند ملی آب کشور، در اغلب دشت‌های استان خراسان رضوی و از جمله دشت نیشابور، ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر بالاترین نیاز آبی ترکیب گیاهان الگوی کشت را به خود اختصاص می‌دهند. لذا در این سه ماه کشاورزان بیشترین بهره‌برداری از آب زیرزمینی را دارند و آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی نیز ساعت کارکرد چاهها در این سه ماه را به طور تمام وقت مجاز شمرده است (8). برای محاسبه ساعت کارکرد مجاز چاه‌ها (مطابق روش محاسباتی آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی)، در ابتدا هیدرومدول آبیاری در سه ماه با حداکثر نیاز آبی (ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر) از تقسیم نیاز ناخالص آبیاری بر ساعت کارکرد کامل چاه در هر ماه (744 ساعت) محاسبه شد. با تقسیم نیاز ناخالص آبیاری سایر ماهها بر متوسط هیدرومدول آبیاری سه ماه حداکثر، ساعت کارکرد مجاز چاه در این ماهها به دست آمد. برای بررسی اثر تعداد گیاهان الگوی کشت بر ساعت کارکرد مجاز چاهها، محاسبات در دو حالت، برای کل گیاهان الگوی کشت و برای گیاهان عمده الگوی کشت به طور جداگانه به انجام رسید. رابطه همبستگی بین درصد کشت گیاهان پاییزه و بهاره با ساعت کارکرد مجاز چاهها با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار اکسل مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی میزان حساسیت روش محاسبه ساعت کارکرد چاهها به تغییرات نیاز آبی، در حالت سوم محاسبات ساعت کارکرد چاهها با نیاز آبی متغیر هر سال و الگوی کشت ثابت (برگرفته از سند ملی آب کشور) انجام شد. به این منظور، نیاز آبی برای هر سال جداگانه با استفاده از اطلاعات روزانه هواشناسی ایستگاه نیشابور از روش پنمن- مانتیت برای گیاهان عمده الگوی کشت منطقه محاسبه گردید. ضرایب گیاهی مطابق روش ارائه شده در نشریه شماره 56 فائو در نظر گرفته شدند (10). باران موثر با روش پیشنهادی فائو معادل 75 درصد بارندگی در دوره زمانی موردنظر (در اینجا روزانه) محاسبه گردید. معادله پنمن- مانتیت برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع و محاسبات مربوط به نیاز خالص آبیاری به صورت زیر می‌باشند:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma[890/(T+273)]U_2(e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (2)$$

$$NIR = ET_c - P_e \quad (3)$$

در این روابط:

ET_o = تبخیر و تعرق گیاه مرجع ($mm.d^{-1}$)

R_n = تابش خالص در سطح پوشش گیاهی($MJm^{-2}\ d^{-1}$)

G = شار گرما به داخل خاک ($MJm^{-2}d^{-1}$)

T = متوسط دمای هوا در ارتفاع 2 متری زمین (°C)

U_2 = سرعت باد در ارتفاع 2 متری از زمین ($m.s^{-1}$)

e_a-e_d = کمبود فشار بخار در ارتفاع 2 متری (KPa)

Δ = شیب منحنی فشار بخار ($KPa°C^{-1}$)

γ = ثابت سایکرومتری ($KPa\ °C^{-1}$)

ET_c = تبخیر و تعرق گیاه موردنظر ($mm.d^{-1}$)

K_c = ضریب گیاهی (بدون بعد)

P_e = باران موثر ($mm.d^{-1}$)

NIR = نیاز خالص آبیاری ($mm.d^{-1}$)

در حالت چهارم، با فرض ثابت ماندن سطح زیر کشت گیاهان دشت نیشابور و با در نظر گرفتن دبی کل چاههای منطقه، مقدار هیدرومدول آبیاری برای چاههای دشت نیشابور برآورد شد. این هیدرومدول حاصل از داده‌های منطقه در محاسبات ساعت کارکرد چاهها دخالت داده شد و تاثیر آن در زمان کارکرد مجاز چاهها در مقایسه با هیدرومدول محاسباتی بررسی گردید. برای بررسی سطح معنی‌داری تغییر ساعت کارکرد سالانه چاهها در شرایط مختلف، از آزمون ساده t قرار داده شده در بسته نرم‌افزاری SPSS, 21 استفاده به عمل آمد.

نتایج و بحث

اثر الگوی کشت

در جدول 1 درصد سطح زیر کشت و نیاز آبی خالص (بر حسب میلیمتر) و نیاز آبیاری خالص (معادل حاصل ضرب درصد سطح زیر کشت گیاه در نیاز خالص آبیاری بر حسب متر مکعب در هکتار) برخی گیاهان دشت نیشابور در سال زراعی 80-79 آورده شده است. اعداد این جدول حدود 65 تا 70 نوع مختلف از گیاهان زراعی و باغی دشت نیشابور را شامل می‌شود که امکان آوردن کامل آنها وجود ندارد. برای گیاهانی مانند کلزا، زرشک، زعفران و ... که در الگوی کشت وجود دارند ولی محاسبه نیاز خالص آبیاری برای آنها در سند ملی آب ارائه نشده است، از نیاز آبی گیاهان مشابه (به عنوان مثال نیاز آبی کلزا معادل جو) و تجربیات موجود برای آبیاری این گیاهان در منطقه نیشابور یا مناطق مجاور استفاده به عمل آمد. در جدول 2 محاسبات ساعت کارکرد مجاز چاهها برای سال زراعی 80-79 با روش آب منطقه‌ای خراسان رضوی ارائه گردیده است. ستون دوم جدول 2، حاصل جمع نیاز آبی ماهانه تک تک گیاهان ذکر شده در جدول 1 است. نیاز آبی ناخالص از تقسیم اعداد ستون دوم بر راندمان کل آبیاری (46/7 از سند ملی آب) به دست آمده است. در ستون چهارم 20 درصد کم‌آبیاری در ماه‌های نیاز حداکثر (اردیبهشت، خرداد و تیر) اعمال شده است. هیدرومدول آبیاری با فرض کارکرد کامل (744 ساعت) چاهها در ماههای اردیبهشت، خرداد و تیر به اندازه 0/688 لیتر در ثانیه در هکتار به دست آمد. ساعت کارکرد چاه در سایر ماهها از تقسیم نیاز آبی هر ماه بر مقدار هیدرومدول 3 ماه حداکثر محاسبه شده است.

جدول 1- درصد سطح زیر کشت و نیاز آبی خالص برخی محصولات دشت نیشابور در سال زراعی 80-79

ماه	گندم (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)	جو (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)	ذرت دانه‌ای (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)
فروردین	35/2	80	281/7	28/5	86	245	0/31	0	0
اردیبهشت	35/2	118	451/5	28/5	118	336/1	0/31	20	0/6
خرداد	35/2	179	630/3	28/5	103	293/4	0/31	91	2/8
تیر	35/2	61	214/8	28/5	0	0	0/31	208	6/5
مرداد	35/2	0	0	28/5	0	0	0/31	209	6/5
شهریور	35/2	0	0	28/5	0	0	0/31	65	2
مهر	35/2	0	0	28/5	6	17/1	0/31	0	0
آبان	35/2	15	52/8	28/5	0	0	0/31	0	0
آذر	35/2	3	10/6	28/5	5	14/2	0/31	0	0
دی	35/2	13	45/8	28/5	15	42/7	0/31	0	0
بهمن	35/2	3	10/6	28/5	23	65/5	0/31	0	0
اسفند	35/2	9	31/7	28/5	14	39/9	0/31	0	0

ادامه جدول 1

ماه	ذرت علوفه‌ای (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)	یونجه (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)	پنبه (%)	نیاز آبی (mm)	نیاز آبیاری (m^3/ha)
فروردین	1/7	0	0	4/4	66	29/1	6/9	0	0
اردیبهشت	1/7	11	1/9	4/4	90	39/6	6/9	30	20/8
خرداد	1/7	110	19/1	4/4	152	66/9	6/9	122	84/7
تیر	1/7	224	38/8	4/4	171	75/3	6/9	219	152
مرداد	1/7	215	37/3	4/4	162	71/3	6/9	211	146/4
شهریور	1/7	90	15/6	4/4	126	55/5	6/9	139	96/5
مهر	1/7	0	0	4/4	76	33/5	6/9	24	16/7
آبان	1/7	0	0	4/4	50	22	6/9	0	0
آذر	1/7	0	0	4/4	12	5/3	6/9	0	0
دی	1/7	0	0	4/4	21	9/2	6/9	0	0
بهمن	1/7	0	0	4/4	5	2/2	6/9	0	0
اسفند	1/7	0	0	4/4	10	4/4	6/9	0	0

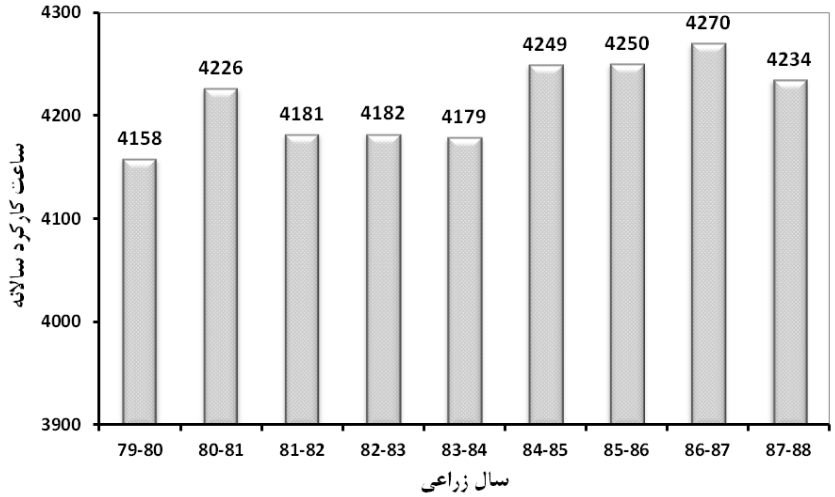
ساعت کارکرد مجاز چاهها در دشت نیشابور بر مبنای الگوی کشت سال زراعی 80-79 به میزان 4158 ساعت محاسبه گردید که معنای آن کارکرد چاهها در حدود نیمی از سال (6 ماه) است. برای سایر سال‌های زراعی محاسبات ساعت کارکرد چاهها به صورت مشابه انجام گردید که نتایج در شکل 2 نمایش داده شده است. نتایج نشان داد به دلیل تغییر در نوع و سطح گیاهان الگوی کشت منطقه، مقدار ساعت کارکرد چاهها به طور معنی‌دار در سطح 5% تغییر می‌نماید (جدول 3).

جدول 2- نیاز آبیاری ترکیب الگوی کشت و ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور در سال زراعی 80-79

ماه	نیاز آبی خالص (m^3/ha)	نیاز آبی ناخالص (m^3/ha)	نیاز آبی 80 درصد (m^3/ha)	ساعت کارکرد چاه (hr)
فروردین	577/8	1237/3	1237/3	500
اردیبهشت	895/2	1917	1533/6	744
خرداد	1398/7	2995/1	2396/1	744
تیر	930/9	1993/3	1594/6	744
مرداد	662/8	1419/3	1419/3	573
شهریور	446/8	956/8	956/8	387
مهر	155/2	332/4	332/4	134
آبان	97/1	207/9	207/9	84
آذر	31	66/4	66/4	27
دی	98/4	210/8	210/8	85
بهمن	79/3	169/8	169/8	69
اسفند	77/2	165/4	165/4	67
			هیدرومدول	ساعت کارکرد سالانه
			0/688	4158

جدول 3- نتایج آزمون ساده t برای ساعت کارکرد سالانه چاههای دشت نیشابور با الگوی کشت متغیر

مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری (دو طرفه)	میانگین	تغییرات با سطح اطمینان 95%	
				حد پایین	حد بالا
318	8	0	4214/2	4183/6	4244/7



شکل 2- اثر تغییر الگوی کشت بر ساعت کارکرد چاههای کشاورزی دشت نیشابور

ساعت کارکرد سالانه چاهها بین 4158 مربوط به سال 80-79 تا 4270 مربوط به سال 87-86 متغیر است (شکل 2). متوسط ساعت کارکرد در این 9 سال برابر 4214 ساعت با انحراف معیار 40 ساعت می‌باشد. آزمون ساده t روی داده‌ها نشان داد با احتمال 95 درصد ساعت کارکرد سالانه چاههای دشت نیشابور بین 4184 تا 4245 ساعت تغییر می‌کند.

اثر گیاهان اصلی

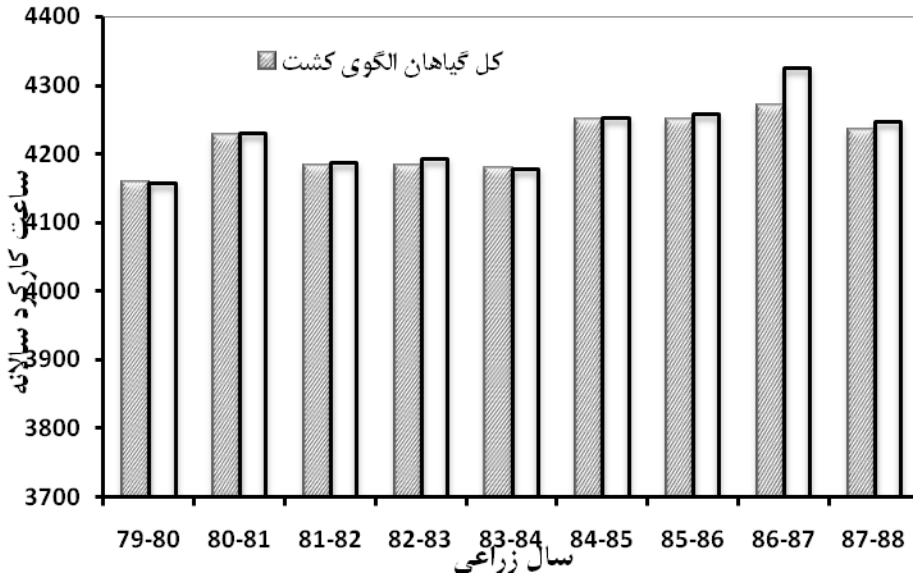
الگوی کشت در سال‌های مختلف از نظر نوع گیاهان و سطح تحت کشت هر گیاه تغییراتی دارد. به عنوان مثال در دشت نیشابور حدود 70 نوع مختلف از محصولات زراعی و باغی در الگوی کشت سالانه قرار می‌گیرد. برخی از این محصولات سطح زیر کشت بسیار محدود در حد چند هکتار دارند. همچنین محاسبه نیاز آبی برخی از محصولات در منابع موجود نمی‌باشد و بایستی از تخمین‌های تجربی و کارشناسی استفاده شود. به دلایل فوق در ادامه محاسبه ساعت کارکرد چاهها، محاسبات فقط بر مبنای گیاهانی انجام شد که بیش از 90 درصد سطح زیر کشت منطقه را شامل شوند. در جدول 4 گیاهان اصلی الگوی کشت منطقه نیشابور در سال‌های مورد بررسی نشان داده شده‌اند. بر این اساس بیش از 90 درصد سطح زیر کشت در نیشابور مربوط به 13 نوع محصول زراعی و باغی می‌باشد. محاسبه ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور فقط برای گیاهان اصلی الگوی کشت (ذکر شده در جدول 4) انجام شد و نتایج در مقایسه با حالت استفاده از کل گیاهان الگوی کشت در شکل 3 برای سال‌های مختلف نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که در اغلب سال‌ها اختلاف دو روش با یکدیگر ناچیز و در حد چند ساعت است.

در جدول 5 مقایسه محاسبه ساعت کارکرد سالانه چاههای دشت نیشابور برای کل گیاهان الگوی کشت و گیاهان اصلی با آزمون t در حالت نمونه‌های جفت شده آورده شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که دو روش در سطح 5 درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند. بنابراین می‌توان به جای انجام محاسبات ساعت کارکرد چاهها برای کل گیاهان الگوی کشت منطقه، محاسبات را فقط برای گیاهان اصلی که بیش از 90درصد سطح کشت را به خود اختصاص بدهند انجام داد.

از میان گیاهان الگوی کشت دشت نیشابور، رابطه همبستگی زیاد (R^2=0.85) بین درصد سطح زیر کشت گیاهان پاییزه (گندم و جو) با مقدار ساعت کارکرد مجاز محاسبه شده برای چاههای منطقه وجود دارد (شکل 4). بنابراین در یک سال زراعی، با برآورد سطح زیر کشت گندم و جو می‌توان پیش‌بینی قابل قبولی برای میزان ساعت کارکرد مجاز چاههای منطقه ارائه نمود.

جدول 4- نوع و درصد سطح زیر کشت گیاهان اصلی در الگوی کشت دشت نیشابور در سال‌های مختلف زراعی

گیاهان اصلی الگوی کشت	سال های زراعی								
	79-80	80-81	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88
گنـدم	35/2	34/3	39	37/1	36/4	32/9	32/5	28/1	28/7
جـو	28/5	25/3	20/5	21/3	20/2	20/7	19/9	16	25/3
چغندر قند	7/5	10/7	11/1	10/4	7/9	7/9	7	0/9	1/3
پنبه	6/9	5/3	5/2	5/3	6/5	5/9	6/6	10/1	8/2
گوجه فرنگی	0/8	0/9	1	0/9	1	1/2	1/6	2/2	1/4
یونجه	4/4	4/1	4/4	4/3	4/3	4/4	4/7	6/4	5
ذرت علوفه‌ای	1/7	1/8	2	2/1	2/5	2/8	3/3	3	3/2
هندوانه بذری	2/4	4/6	3/4	3/3	5/8	5/8	6/5	7/2	6/3
سیب	2/9	2/9	2/7	2/5	2/5	2/4	2/4	3/3	2/6
گیـــلاس	0/6	0/6	0/7	0/6	0/6	0/7	0/7	1	0/8
آلـــو	1/1	1/1	1/2	1/2	1/2	1/5	1/5	2/1	1/7
هلو	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/6	0/5	0/7	0/6
انگورآبی	0/7	0/7	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	1	0/8
پسته آبی	0/7	0/8	0/7	1	1/4	1/6	1/8	3	2/3
زعفران	0/3	0/4	0/8	1	1/1	1/1	1/3	1/9	1/6
درختان غیرمثمر	0/2	0/2	0/3	0/3	0/3	0/8	1/7	4/7	3/7
مجموع	94/4	94/1	94/2	92/6	93/2	92/0	92/7	91/6	93/2



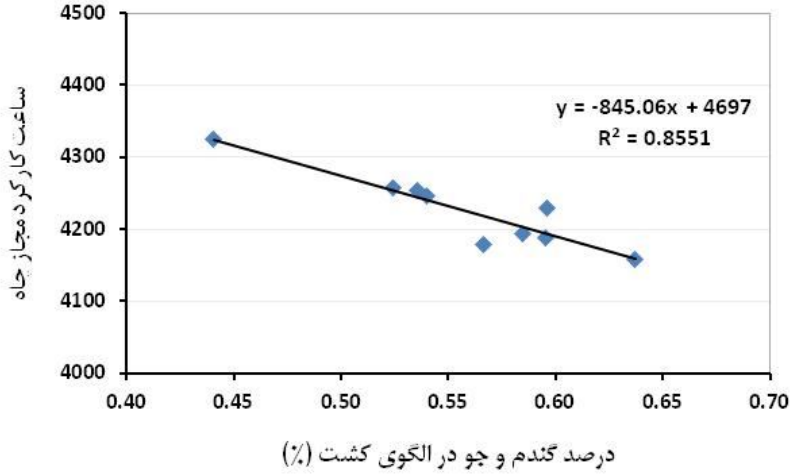
شکل 3- ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور برای کل گیاهان و گیاهان اصلی الگوی کشت

تاثیر نیاز آبی

در محاسبه ساعت کارکرد چاهها نیاز آبی محصولات الگوی کشت از سند ملی استخراج و مورد استفاده گرفت. در سند ملی آب، نیاز آبی محصولات الگوی کشت دشت‌های کشور با روش پنمن-مانتیت و استفاده از اطلاعات هواشناسی دوره شاخص آماری1350 تا 1375 محاسبه گردیده است (2).

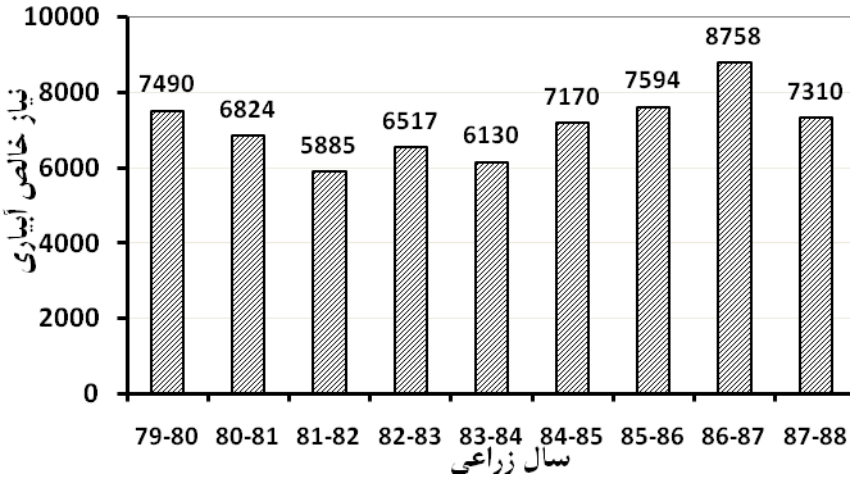
جدول 5- مقایسه محاسبه ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور با گیاهان اصلی و کل گیاهان الگوی کشت با آزمون t

مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری (دو طرفه)	میانگین	انحراف معیار	میانگین خطا	اختلاف نمونه‌های جفت شده: تغییرات در سطح اطمینان 95%	
						حد پایین	حد بالا
-2/03	8	0/077	-11/53	17/02	5/66	-24/62	1/56



شکل 4- رابطه سطح زیر کشت گندم و جو با ساعت کارکرد مجاز چاهها در دشت نیشابور

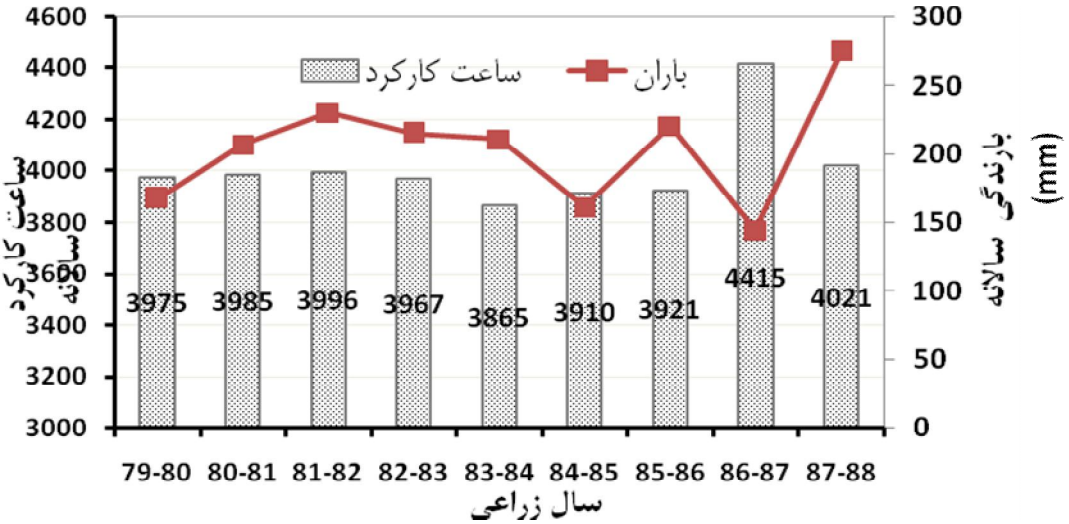
بنابراین اعداد نیاز خالص آبیاری سند ملی آب، متوسط محاسبه انجام شده برای یک دوره آماری 25 ساله (1375-1350) می‌باشد. برای بررسی اثر تغییرات نیاز آبی بر میزان ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور، نیاز آبی در هر سال با استفاده از اطلاعات اخذ شده از ایستگاه هواشناسی نیشابور با روش پنمن- مانتیت به صورت روزانه محاسبه و برای گیاهان اصلی الگوی کشت همان سال مورد استفاده قرار گرفت. در شکل 5 مقدار نیاز خالص آبیاری گیاهان اصلی الگوی کشت دشت نیشابور در سال‌های مورد بررسی با متوسط 7075 متر مکعب در هکتار نشان داده شده است. متوسط نیاز خالص آبیاری مطابق سند ملی آب برای گیاهان اصلی الگوی کشت دشت نیشابور برابر با 5630 متر مکعب در هکتار برآورد شده که 25 درصد کمتر از همین مقدار در سال‌های مورد بررسی می‌باشد. عرفانیان و همکاران (9) نیز در تحقیق خود نشان دادند نیاز آبی گیاه مرجع در دشت نیشابور طی 15 سال اخیر (2010-1995) به میزان 17 درصد نسبت به دوره آماری سند ملی آب (1995-1970) افزایش نشان داده است که مؤید نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌باشد.



شکل 5- نیاز خالص آبیاری گیاهان اصلی الگوی کشت دشت نیشابور

جدول 6- نتایج آزمون ساده t برای ساعت کارکرد سالانه چاههای دشت نیشابور با نیاز آبی متغیر

مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری (دو طرفه)	میانگین	تغییرات با سطح اطمینان 95%	
				حد پایین	حد بالا
74/7	8	0	4006	3882/5	4129/7



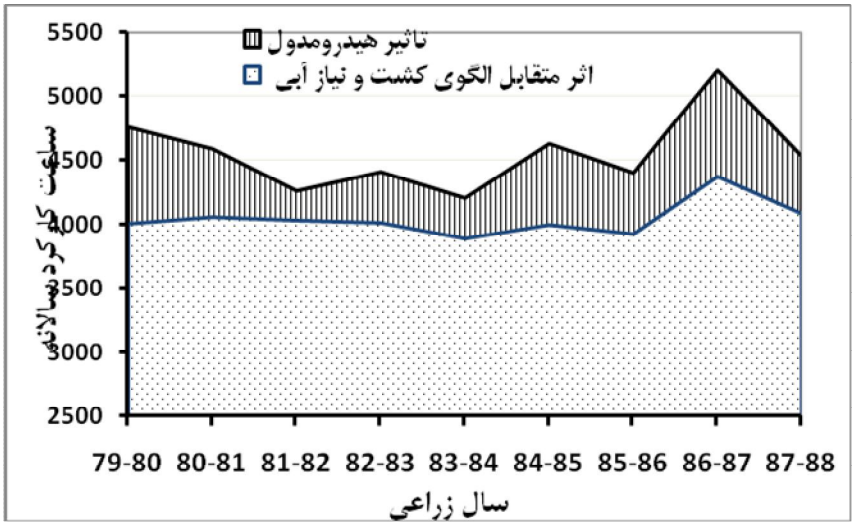
شکل 6- تغییرات ساعت کارکرد سالانه چاههای دشت نیشابور به دلیل اعمال تغییرات سالانه نیاز آبی

مقدار ساعت کارکرد چاهها به دلیل اعمال تغییرات نیاز آبی در سال‌های مورد بررسی به همراه بارندگی سالانه در شکل 6 و نتایج آزمون t روی داده‌ها در جدول 6 نشان داده شده است. به دلیل تغییر در نیاز آبی گیاهان الگوی کشت منطقه، مقدار ساعت کارکرد چاهها به طور معنی‌دار در سطح 5% تغییر کرده است (جدول 6). ساعت کارکرد سالانه چاهها بین 3865 مربوط به سال 84-83 تا 4415 مربوط به سال 87-86 تغییر می‌نماید (شکل 6). متوسط زمان کارکرد چاهها در این 9 سال برابر 4006 ساعت با انحراف معیار 160 ساعت محاسبه شده است.

با وجود افزایش نیاز آبی در سال‌های مورد بررسی نسبت به سند ملی آب، کاهش به طور متوسط 3 درصدی در ساعت کارکرد چاههای منطقه نیشابور نسبت به ساعت کارکرد مجاز دشت (4120 ساعت) مشاهده می‌گردد. مقایسه مقدار ساعت کارکرد سالانه محاسبه شده با بارندگی هر سال، موید این مطلب است که تغییرات این دو با یکدیگر نسبت عکس دارند. به عنوان نمونه در سال زراعی 87-86 که مقدار بارش به 144 میلیمتر کاهش یافته است، ساعت کارکرد تا 4415 ساعت افزایش می‌یابد. در سال زراعی بعد یعنی 88-87 که مقدار بارندگی به 275 میلیمتر افزایش یافته است، مقدار ساعت کارکرد موردنیاز چاهها حدود 400 ساعت کاهش یافته و به عدد 4021 ساعت رسیده است.

اثر هیدرومدول آبیاری

در دشت نیشابور ساعت مجاز کارکرد چاهها 4120 ساعت برآورد شده است. در حالی که نتایج بررسی‌های میدانی در این دشت نشان داد متوسط ساعت کارکرد روزانه چاهها 22/8 ساعت و متوسط تعداد روزهای کاری سال 271 روز است که به این ترتیب کارکرد چاههای دشت نیشابور به حدود 6500 ساعت در سال بالغ می‌گردد (1). مطابق محاسبات ساعت کارکرد مجاز چاهها با روش موجود، مقدار آب مصرفی در هر هکتار با اعمال 20 درصد کم‌آبیاری، حدود 9650 مترمکعب می‌باشد. اندازه‌گیری‌های انجام شده در اراضی تحت کشت 255 چاه مختلف دشت نیشابور نشان داد که میزان آب مصرفی در هر هکتار این اراضی 9930 متر مکعب است که تفاوت قابل توجه و معنی‌داری با محاسبات ساعت کارکرد مجاز چاهها انجام شده توسط آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی ندارد (1). به بیان دیگر افزایش حدود 58 درصد در ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور نسبت به ساعت کارکرد مجاز، به معنی مصرف بیشتر آب آبیاری در هر هکتار نمی‌باشد. علت افزایش ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور را می‌توان به کاهش توان برداشت از سفره توسط چاههای منطقه به خاطر افت سطح آب زیرزمینی نسبت داد.



شکل 7- مقایسه محاسبات ساعت کارکرد چاههای دشت نیشابور با روش موجود و اصلاحی

در روش محاسبه ساعت کارکرد مجاز چاهها، مقدار هیدرومدول آبیاری از عوامل تاثیرگذار می‌باشد. در محاسبه ساعت کارکرد مجاز چاههای دشت نیشابور، متوسط مقدار هیدرومدول بر اساس نیاز آبی سه ماه حداکثر 0/91 لیتر بر ثانیه در هکتار به دست آمد. در حالی که بررسی‌های میدانی در این دشت نشان داده که مقدار هیدرومدول در چاههای منطقه از تقسیم دبی چاهها بر سطح زیر کشت آنها برابر 0/66 لیتر بر ثانیه در هکتار می‌باشد (1). با فرض ثابت ماندن سطح زیر کشت گیاهان زراعی و باغی در دشت نیشابور، چنانچه محاسبه زمان مجاز کار چاهها بر اساس هیدرومدول واقعی و قابل تامین توسط چاههای منطقه انجام شود، انتظار می‌رود اعداد ساعت کارکرد به شرایط موجود در دشت نزدیک‌تر گردد. در شکل 7 ساعت کارکرد اصلاح شده برای چاههای دشت نیشابور با روش فوق، در مقایسه با روش موجود بر مبنای نیاز آبی و الگوی کشت ویژه هر سال (اثر متقابل الگوی کشت و نیاز آبی) آورده شده است. در روش اصلاحی از هیدرومدول واقعی منطقه معادل 0/66 استفاده شد.

نتایج نشان داد که در روش اصلاح شده، تعداد ماههای با ساعت کارکرد کامل از سه به پنج ماه افزایش یافته است. ساعت کارکرد سالانه نیز بین 231 تا 832 و به طور متوسط 513 (13 درصد) ساعت نسبت به روش موجود با الگوی کشت و نیاز آبی متغیر، افزایش نشان می‌دهد که تمامی این تغییرات ساعت کارکرد را به شرایط واقعی و موجود در دشت نیشابور نزدیک‌تر کرده است.

نتیجه‌گیری

ساعت مجاز کارکرد چاهها در دشت های مختلف استان خراسان رضوی توسط آب منطقه ای استان در سال 1379 تهیه شده و همین محاسبه معیار میزان برداشت مجاز چاهها است. به اذعان تهیه-کنندگان دستورالعمل مذکور، این روش خالی از اشکال نمی باشد. در بررسی حاضر که نمونه مشابه برای مقایسه‌ی نتایج ندارد، مشخص شد می‌توان به جای استفاده از تمامی گیاهان الگوی کشت، از گیاهان عمده الگوی کشت که حداقل 90 درصد سطح زیر کشت را تشکیل بدهند، در محاسبات استفاده نمود و به همان نتایج قبلی دست یافت. اثر تغییرات سالانه الگوی کشت و نیاز آبی بر میزان ساعت کارکرد مجاز چاهها معنی‌دار به دست آمد. بنابراین استفاده از یک عدد واحد و ثابت در هر دشت به عنوان ساعت کارکرد مجاز چاهها نمی‌تواند منطبق بر واقعیت باشد. لازم است تاثیر تغییرات سالانه نوع و سطح گیاهان در الگوی کشت و تغییرات نیاز آبی گیاهان در سال‌های مختلف، به شکل مناسب در ساعت کارکرد و حجم مجاز برداشت توسط هر چاه به طور جداگانه محاسبه و لحاظ گردد.

رابطه ریاضی بین ساعت کارکرد مجاز چاههای کشاورزی دشت نیشابور و درصد سطح زیر کشت گندم و جو در این منطقه با ضریب همبستگی بالا به دست آمد. بر این اساس می‌توان با برآورد سطح زیر کشت گندم و جو در ابتدای هر سال زراعی، پیش‌بینی قابل قبولی از ساعت کارکرد مجاز چاههای منطقه را برای آن سال ارائه نمود.

هیدرومدول آبیاری از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در روش محاسبه ساعت مجاز کارکرد چاهها است. در دشت نیشابور (و اغلب دشت‌های استان) هیدرومدول واقعی و قابل تامین توسط چاههای منطقه کمتر از هیدرومدول روش محاسباتی بر مبنای 3 ماه حداکثر است. لذا با فرض حفظ سطح زیر کشت فعلی در هر دشت، برای اصلاح روش موجود پیشنهاد می‌شود تا هیدرومدول واقعی اندازه‌گیری شده در دشت‌های استان مبنای محاسبات ساعت کارکرد چاهها قرار بگیرد. اعمال این تغییر برای مطالعه موردی دشت نیشابور، موجب 11 درصد افزایش در ساعت کارکرد سالانه چاهها گردید که شرایطی نزدیک‌تر به واقعیت موجود در منطقه می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (طرح شماره 2/25220) انجام شده است که بدین وسیله از پشتیبانی به عمل آمده سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1- حقایقی مقدم س.ا. 1389. مدیریت پایدار آب زیرزمینی با نگرش مصرف بهینه آب کشاورزی در استان خراسان رضوی- مطالعه موردی حوضه‌ی آبریز نیشابور. شماره ثبت 89/995. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.

2- دهقانی ح.، علیزاده ا.، کشاورز ع. و ایزدی ا. 1378. الگوی مصرف آب در کشاورزی. مجموعه مقالات علمی، تخصصی تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سال چهارم، شماره 14.

3- رزاقی ف. و سپاسخواه ع. 1386. ارزیابی روش‌های مختلف تخمین تبخیر- تعرق سطوح گیاهی مرجع به کمک داده‌های اندازه‌گیری شده با لایسیمتر وزنی. مجموعه مقالات نهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

4- رضایی ع.، بختیاری ب.، هوشیاری‌پور ف. و دهقانی اناری م. 1386. ارزیابی روش‌های مختلف برآورد تبخیر تعرق گیاه مرجع با استفاده از سنجش‌های لایسیمتری (مطالعه موردی: شهر کرمان). مجموعه مقالات نهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

5- سازمان هواشناسی کشور.1381. روش‌شناسی سند ملی مصرف بهینه آب کشاورزی ایران. مجموعه مقالات کارگاه روش‌شناسی سند ملی مصرف بهینه آب کشاورزی ایران، آذر 1381، تهران.

6- سهراب ف. و عباسی ف. 1383. ارزیابی بازده آب آبیاری طی چند دهه گذشته در سطح کشور. مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه، صفحات 70 – 58 ، تهران.

7- عرفانیان م.، علیزاده ا. و محمدیان آ. 1389. بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام مندرج در سند ملی آبیاری (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آبیاری و زهکشی ایران، 3 (4)، ص. 492-478.

8- معاونت بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ای خراسان. 1379. حجم آب قابل تحویل در هر هکتار کشت آبی و ساعت کارکرد چاههای کشاورزی استان خراسان.

9- نادری ن. و علیزاده ا. 1386. مقایسه و اصلاح روش‌های تعیین نیاز آبی. مجموعه مقالات نهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

10- وزارت کشاورزی و سازمان هواشناسی کشور. 1378. سند ملی آب کشور (نیاز آبی گیاهان، الگوی کشت، راندمان آبیاری)، تهران.

11- Blaney H.F. and Criddle W.D. 1950. USDA Soil Conserv. Service Tech. Paper No.96, pp: 48.

12- Doorenbos J. and Pruitt W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigationan and Drainage Paper 24, Rev., Rome. pp: 156.

13- Monteith J.L. 1965. Evaporation and environment. Symp. Soc. Exp. Biol. 19, 205–234.

14- Penman H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil, and grass. Proc. R. Soc. London, Ser. A 193, 120–145.

15- Smith M., Allen R., Monteith J.L., Pereira L.A. and Segeren A. 1991. Report on the Expert Consultation for the Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements. FAO/AGL, Rome.

16- Smith M., Allen R. and Pereira L. 1996. Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements. Proccedings of the ASAE International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, Nov.3-6, San Antonio, Tx. pp: 116-123.

17- Teare I.D. and Peet M.M. 1982. Crop Water Relations. John Wiley & Sons. New York.

18- Thornthwaite C.W. 1948. An approach towards a rational classification of climate. Geog. Rev.38: 55-94, Pattern of Water Consumption in Agriculture.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 4, Sept.-Oct. 2014, p. 649-660

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 28، شماره 4، مهر – آبان 1393، ص. 660-649

Analysis and Development in Method of Permissible Working Hours of Agricultural Wells in the Khorasan-e-Razavi Province- Case study: Neyshabour Plain

S.A. Haghayeghi[1*]- A. Alizadeh[2]

Received: 11-03-2013
Accepted: 11-08-2013

Abstract

Permissible working hours of agricultural wells in the Neyshabour plain was determined equal 4120 hours by regional water authority of Khorasan-e-Razavi. This research was conducted to introduce method of working hours of agricultural wells in the Khorasan-e-Razavi province (case study of Neyshabour plain) and analyse effective parameters on working time of wells. For this purpose, the area of agronomy and horticulture crops was obtained for the years of 2001 to 2010. Water requirement of these crops was extracted from the water national document. Working hours of wells for every months would be calculated by deviding gross irrigation requirement to average hydromodul of three maximum months. The calculations to assess the effect of sowing pattern was done separately in two phases, for all crops pattern and for major crops pattern. In the thirth and forth phases, the effect of annual variation of water requirement and irrigation hydromodul were assessed on the working hours of Neyshabour plain wells. The results showed that instead of using all crops pattern, it is possible to use just major crops in calculating of working hours of wells. Annual variation of sowing pattern and water requirement in the Neyshabour plain have significant effect (95% confidence) on working hours of wells. By suppose the constant area under crops in the Neyshabour plain, adjust in calculating of working hours of wells was done using measured hydromodul in the region. In adjusted method, the annual working hours showed increase averagely 440 (11%) hours in compare to permissible working hours of Neyshabour plain (4120 hours). This variety in working hours of wells cause to be near to existence and realy conditions of the Neyshabour plain. In an agronomy year, it is possible to have an acceptable forcasting for working hours of regional wells by determining the sowing area of wheat and barley.

Keywords: Neyshabour plain, Wells working hours, The national water document, Optimal water use

1,2- PhD Student and Professor of Water Engineering Department, Agriculture College, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: sahm51@yahoo.com)