مجله علمی و ترویجی نیوار، دوره ۴۳، شماره ۱۰۵-۱۰۴، بهار و تابستان ۱۳۹۸ (دو فصلنامه) DOI:10.30467/NIVAR.2019.141476.1101

تعیین تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آب آبیاری محصولات مهم کشاورزی دشت مغان با استفاده از مدل آکواکراپ

مریم عبدالله‌زاده[۱]، هادی رمضانی اعتدالی*[۲]، بهنام آبابایی[۳]، بیژن نظری[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

۳- پژوهشگر مرکز علوم گیاهی، دانشگاه کوئینزلند، استرالیا

۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

(دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۹، بازنگری: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷، انتشار آنلاین: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷)

چکیده

روش‌های رایج در برآورد تبخیر و تعرق و نیاز آبی عموماً با فرض شرایط آرمانی و بدون تنش است اما در شرایط واقعی مزرعه، تنش‌های مختلف مانند شوری، خشکی، دمایی، حاصل‌خیزی خاک و مدیریت زراعی بر تبخیر و تعرق و عملکرد تأثیر می‌گذارند. در این تحقیق با استفاده از مدل آکواکراپ که برخی از تنش‌های زراعی و اقلیمی را در نظر می‌گیرد، تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آب آبیاری برای محصولات غالب دشت مغان شامل گندم، جو و ذرت دانه‌ای برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که تبخیر و تعرق و نیاز آبی حاصل از این مدل در مقایسه با مدل کراپ وات کمتر است و این کاهش به دلیل در نظر گرفتن تنش‌های مختلف زراعی از قبیل مقدار شوری، حاصل‌خیزی و تنش‌های اقلیمی توسط مدل آکواکراپ است؛ در صورتی‌که مدل کراپ وات فقط اقلیم را درنظر می‌گیرد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از مدل آکواکراپ در مقایسه با مدل کراپ وات، به‌طور میانگین در دشت مغان نیاز آبی خالص گندم، جو و ذرت دانه‌ای به‌ترتیب ۴۱، ۶۹ و ۷۹۰ متر مکعب در هکتار کاهش پیدا می‌کند. نتایج تبخیر و تعرق و نیاز آبی خالص حاصل از مدل آکواکراپ با نت وات (سندملی نیاز آبی محصولات زراعی و باغی) نیز مقایسه شد که برای گندم و ذرت دانه‌ای مقادیر بیشتر و برای جو کمتر برآورد شده است. داده‌های نت وات از اطمینان کمتری برخوردار است که می‌تواند به دلیل به روز نبودن اطلاعات اقلیمی نت وات باشد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق واقعی، مدل آکواکراپ، مدل کراپ وات، نیاز خالص آبیاری، دشت مغان.

مقدمه

شرایط خاص اقلیمی کشور که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی واقعیت گریزناپذیر آن است، هرگونه تولید مواد غذایی و کشاورزی پایدار را منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود کشور کرده است (حیدری، ۱۳۸۵). چون در کشور حدود ۷۰ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶)، مطالعه ابعاد مختلف مصرف آب در این بخش اهمیت زیادی دارد. از جمله مباحث مهمی که مطالعه کمتری روی آن انجام شده است، تعیین تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آب آبیاری محصولات مختلف است که در طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی محاسبه آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به طور معمول، در محاسبات نیاز آبی، فرض بر رسیدن به عملکرد پتانسیل است که در شرایط بدون تنش قابل حصول است. در شرایط مزرعه، عملکرد واقعی گیاهان زراعی و باغی با عملکرد پتانسیل تفاوت دارد. این کاهش عملکرد در اثر تنش‌های مختلف مانند شوری، خشکی، دمایی، حاصل‌خیزی خاک و مدیریت زراعی رخ می‌دهد. کاهش تبخیر و تعرق در این شرایط با استفاده از ضریب K_s که در حقیقت یک ضریب مدیریتی برای اعمال اثر تنش‌های مختلف است محاسبه می‌شود. ضریب K_s در شرایط بدون

* نگارنده رابط: Ramezani@eng.ikiu.ac.ir

تنش برابر با یک خواهد بود. نیاز خالص آب آبیاری بر اساس رابطه (۱) به دست می‌آید:

$$I_n = K_s \times K_c \times ET_0 - P_e \qquad (۱)$$

در این رابطه، I_n نیاز خالص آب آبیاری، K_s ضریب مدیریتی برای اعمال تنش‌های مختلف، K_c ضریب گیاهی، ET_0 تبخیر و تعرق گیاه مرجع و P_e باران موثر است. محاسبه و تعیین اثر هر یک از تنش‌ها به صورت مجزا و مرکب بر ضریب K_s و به تبع آن بر نیاز آبی و عملکرد بسیار پیچیده و گاه غیر ممکن است. در سال‌های اخیر فائو مدل آکواکراپ[1] را ارائه کرده است که اثر تنش‌های دمایی، آبی، ماندابی، شوری و حاصل‌خیزی را بر نیاز آبی و عملکرد لحاظ می‌کند.

کشور ما جزء مناطق خشک و نیمه خشک و دارای محدودیت منابع آبی است و خاک‌های موجود دارای حاصل‌خیزی کم یا اغلب شور است؛ از این رو با توجه به مقدار آب مصرفی عملکرد مورد انتظار حاصل نمی‌شود. این کاهش عملکرد هم در اثر تنش‌های موجود است. برای محاسبه و تعیین اثر هر یک از این تنش‌ها می‌توان از مدل آکواکراپ استفاده کرد. مدل آکواکراپ برای شبیه‌سازی واکنش محصولات زراعی به مقدار آب مصرفی و مدیریت آبیاری توسعه داده شد (ریس و همکاران، ۲۰۰۹؛ استدیوتو و همکاران، ۲۰۰۹). مدل آکواکراپ با حفظ قابلیت‌های نشریه ۳۳، یک توازن منطقی بین سادگی، دقت، توانمندی و سهولت استفاده برقرار می‌کند (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹).

آکواکراپ یک مدل فراگیر است؛ یعنی برای تعداد زیادی از محصولات زراعی به کار می‌رود. فراسنج‌های ثابت گیاهی برای برخی گیاهان زراعی از قبیل ذرت، گندم و پنبه در مدل وجود دارد (هنگ و همکاران، ۲۰۰۹).

زندپارسا و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی مقادیر رطوبت خاک در عمق‌های مختلف، ماده خشک و عملکرد دانه گندم زمستانه در پنج تیمار آبیاری دیم، ۰/۵، ۰/۸، ۱ و ۱/۲ برابر آبیاری کامل را طی دو سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰- ۱۳۸۹ واقع در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز توسط مدل‌های آکواکراپ و WSM شبیه‌سازی کردند. داده‌های اندازه‌گیری شده در سال اول زراعی برای واسنجی مدل‌ها و در سال دوم برای اعتبارسنجی مورد استفاده قرار گرفتند. صحت برآورد رطوبت خاک توسط مدل‌ها، مبنای مقایسه دقت برآورد مقادیر شبیه‌سازی شده تبخیر-تعرق واقعی گیاه قرار گرفت. بر اساس نتایج، در مدل WSM، مقدار رطوبت خاک در لایه‌های مختلف عمق ریشه در سال اعتبارسنجی با مقدار نرمال شده ریشه میانگین مربع خطا (NRMSE) برابر ۰/۱۴ خوب برآورد شده است ولی مدل آکواکراپ در برآورد آن دقت کمتری داشت (NRMSE=0.26). مقادیر برآورد تبخیر – تعرق گیاهی در تیمار آبیاری کامل، در هر دو مدل نزدیک به هم ولی با افزایش تنش رطوبتی، از دقت برآورد مدل آکواکراپ کاسته شد. مدل WSM مقدار ماده خشک و عملکرد دانه را با NRMSE به‌ترتیب برابر ۰/۱۵ و ۰/۱۸ خوب برآورد کرده است و مدل آکواکراپ با NRMSE به‌ترتیب برابر ۰/۱۹ و ۰/۳۹ در برآورد آنها دقت کمتری داشت.

بابازاده و سرائی تبریزی (۱۳۹۱)، در تحقیقی به منظور ارزیابی و تحلیل حساسیت مدل آکواکراپ از داده‌های مزرعه‌ای تحت کشت گیاه سویا در منطقه کرج استفاده کردند. این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و چهار تیمار آبیاری شیاری شامل آبیاری کامل (در حد ۱۰۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک)، کم آبیاری سنتی در حد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و آبیاری بخشی از منطقه ریشه در حد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک در سال ۱۳۸۷ انجام شد. نتایج نشان داد که مدل آکواکراپ در شبیه‌سازی عملکرد محصول و کارایی مصرف آب سویا عملکرد قابل قبولی دارد. همچنین نتایج نشان داد که مدل آکواکراپ قادر است مقدار ET_c را با خطای کمتر از ۴ درصد شبیه‌سازی کند.

قربانیان کردآبادی و همکاران (۱۳۹۳) به منظور برآورد وزن تر اندام هوایی و تبخیر و تعرق ذرت در شرایط متفاوت بافت و حاصل‌خیزی خاک، دقت مدل آکواکراپ را مورد ارزیابی قرار دادند. آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل

1- AquaCrop

در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار بافت خاک (لوم رسی سیلتی، لوم و لومی شنی) و در سه سطح حاصل‌خیزی خاک (بدون افزودن کود، افزودن یک و دو درصد کود به خاک) و در سه تکرار در تابستان سال ۱۳۹۱ در منطقه جی و قهاب اصفهان اجرا شد. نتایج این تحقیق نشان داد که این مدل در پیش‌بینی وزن تر اندام هوایی ذرت علوفه‌ای بسیار کارآمد است. مقدار تبخیر و تعرق ذرت در سطوح مختلف حاصل‌خیزی خاک بسته به بافت خاک متفاوت بود؛ به‌طوری‌که در خاک لوم بیشترین میزان خطا در تیمار بدون افزودن کود (۰/۹۷ میلی‌متر) و در خاک لوم شنی در تیمار با افزودن دو درصد کود (۱/۴۲ میلی‌متر) حاصل شد.

به منظور بررسی تاثیر دو عامل تاریخ کاشت و آبیاری تکمیلی بر میزان عملکرد عدس بهاره دیم در شرایط آب و هوایی دشت قزوین، از مدل آکواکراپ استفاده شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد مربوط به کاشت در بازه زمانی اواسط بهمن تا اواسط اسفند و بهترین زمان برای آبیاری تکمیلی ۵۵ تا ۶۵ روز پس از زمان کاشت در مرحله گل‌دهی است. همچنین نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با یک مرحله آبیاری تکمیلی در زمان مناسب، افزایش حدود ۹۰ درصدی در مقدار عملکرد محصول عدس نسبت به شرایط دیم در تاریخ کشت یکسان مشاهده می‌شود (کمالی و همکاران، ۱۳۹۵). رمضانی اعتدالی و همکاران (۱۳۹۵) توانایی دو نسخه ۳/۱ و ۵ مدل آکواکراپ در مدیریت کم‌آبیاری برای غلات مهم (گندم، جو و ذرت دانه‌ای) در حوضه رودخانه شور را بررسی کردند. نسخه ۳/۱ تنش شوری را در نظر نمی‌گیرد. نتایج نشان داد که نسخه ۵ به دلیل در نظر گرفتن تنش شوری، دقت بیشتری دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود هنگامی که منابع آب و خاک شوری زیادی دارند یا گیاه حساسیت بالاتری به شوری دارد از نسخه ۵ مدل استفاده شود. امیری و همکاران (۱۳۹۴) توانایی مدل آکواکراپ را برای پیش‌بینی عملکرد دانه و بیوماس کل گندم زمستانه تحت تنش آبی، به مدت دو سال بررسی کردند. نتایج نشان داد مدل در پیش‌بینی عملکرد دانه و بیوماس محصول دارای دقت قابل قبولی است.

در تحقیقی حسن‌لی و همکاران (۱۳۹۴)، دو مدل آکواکراپ و سالت مد را در شرایط استفاده از آب شور در تناوب با آب شیرین برای کشت گیاه ذرت علوفه‌ای در منطقه کرج مقایسه و ارزیابی کردند. بدین منظور عملکرد محصول و نیمرخ شوری خاک در نه تیمار مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد همبستگی مناسبی بین مقادیر تخمینی و مشاهداتی برای هر دو مدل وجود دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت این دو مدل، ابزارهایی مفید برای مدیریت و پیش‌بینی اثر تنش شوری‌اند و به خوبی می‌توانند جریان آب را در خاک در اثر آبیاری، انتقال نمک در خاک و جذب آب توسط گیاه در شرایط تنش شوری، به خوبی شبیه‌سازی کنند.

با توجه به منابع ذکر شده درباره مدل آکواکراپ، مطالعات زیادی به‌خصوص در زمینه واسنجی مدل صورت گرفته است و استفاده از مدل در زمینه تعیین نیاز آبی واقعی با در نظر گرفتن تبخیر و تعرق و تنش‌های موجود کمتر بوده و یا مطالعاتی که انجام شده بر اساس روش‌های دیگر، مثل روش فائو- پنمن- مونتیث بوده است و فقط نیاز آبی پتانسیل را برآورد کرده‌اند. هدف اصلی در این پژوهش، برآورد تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آب آبیاری غلات مهم دشت مغان شامل گندم، جو و ذرت دانه‌ای، با توجه به شرایط اقلیمی و منابع آب و خاک منطقه، با استفاده از مدل گیاهی آکواکراپ است. پس از آن نتایج به دست آمده از مدل آکواکراپ با نتایج حاصل از مدل کراپ وات[1] و نت وات[2] مقایسه می‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جلگه حاصل‌خیز مغان در شمال شرقی استان اردبیل واقع است. این دشت بین طول‌های ۴۷ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۸ درجه و۲۲ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۹ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۹ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی قرار دارد. مساحت منطقه‌ای که

1- Cropwat
2- NETWAT

به آن دشت مغان اطلاق می‌شود در حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰ هزار هکتار برآورد شده که طرح توسعه بهره‌برداری از منابع آب رودخانه ارس در ۹۰ هزار هکتار آن پیاده و اجرا شده است (طایفه رضایی، ۱۳۷۳).

مباحث نظری مدل آکواکراپ

مدل آکواکراپ نسخه ۵ نیز مانند مدل کراپ وات از معادله دورنبوس و کسام (۱۹۷۹) (معادله ۲) که در آن ET نسبی اساس محاسبه عملکرد است، استنتاج شده است:

$$\left(\frac{Y_x - Y_a}{Y_x}\right) = K_y \left(\frac{Et_x - ET_a}{Et_x}\right) \qquad (۲)$$

در این معادله Y_x عملکرد حداکثر، Y_a عملکرد واقعی، ET_x تبخیر و تعرق بیشینه، ET_a تبخیر و تعرق واقعی و K_y ضریب تناسب بین کاهش عملکرد نسبی و کاهش نسبی تبخیر و تعرق است.

آکواکراپ به وسیله الف) تفکیک تبخیر و تعرق (ET) به تعرق از سطح محصول (Tr) و تبخیر از سطح خاک (E)، ب) توسعه یک مدل ساده رشد و پیری تاج پوشش گیاهی به عنوان پایه برآورد Tr و تفکیک آن از تبخیر، ج) شبیه‌سازی عملکرد نهایی (Y) به عنوان تابعی از زیست توده نهایی (B) و شاخص برداشت (HI) و د) تفکیک اثرات تنش آبی در چهار جزء: رشد تاج پوشش، پیری تاج پوشش گیاه، Tr و HI توسعه یافته است. تفکیک ET به Tr و E از اثر مصرف غیر تولیدی آب از طریق E به ویژه در شرایط پوشش گیاهی ناکامل جلوگیری می‌کند. تعرق روزانه (Tr_i) با استفاده از ET_o روزانه و بهره‌وری آب (WP) گونه گیاهی که با استفاده از نیاز تبخیری و غلظت CO_2 جو نرمال شده است، به وزن قسمت هوایی گیاه تبدیل می‌شود. معادله (۳) بیان ریاضی این رابطه است:

$$B_i = WP * \left(\frac{Tr_i}{ET_{o,i}}\right) \qquad (3)$$

در این معادله WP بهره‌وری آب (زیست توده به ازای هر واحد تعرق تجمعی) است که مقدار آن در شرایط اقلیمی مشابه ثابت و برابر است (هنکس، ۱۹۸۳ و تنر و سینکلایر، ۱۹۸۳). برتری معادله مورد استفاده در مدل آکواکراپ (معادله۳) نسبت به معادله (۲) این است که شبیه‌سازی فرایندهای رشد گیاه در آن با استفاده از گام‌های زمانی روزانه صورت می‌گیرد، در حالی که در معادله (۲) شبیه‌سازی به صورت ماهانه یا فصلی انجام می‌شود. در تمام دوره رشد گیاه، مقدار آب ذخیره شده در ناحیه ریشه از طریق بیلان آب ورودی (آبیاری و بارندگی) و خروجی (رواناب، نفوذ عمقی و تبخیر و تعرق) در ناحیه ریشه شبیه‌سازی می‌شود. شدت ضرایب تنش آبی (K_s) موثر بر توسعه پوشش تاجی (CC)، هدایت روزنه‌ای تعرق (شدت تعرق در واحد CC)، پیری و کاهش پوشش تاجی و شاخص برداشت به وسیله کسر تخلیه آب در ناحیه ریشه تعیین می‌شود. به‌علاوه بعضی جنبه‌های مدیریتی و عملکرد نهایی با تأکید بر آبیاری، سطح حاصل‌خیزی خاک از طریق تأثیر آنها بر رشد گیاه، بهره‌وری آب و تعدیل محصول به تنش‌ها بیان می‌شود. عملکرد نیز با استفاده از زیست‌توده گیاه شبیه‌سازی و شاخص HI تعدیل‌شده محاسبه می‌شود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹).

ورودی‌های مدل شامل داده‌های اقلیمی، داده‌ها و فراسنج‌های گیاهی، داده‌های خاک و مدیریت (مزرعه‌ای و آبیاری) است. خروجی‌های این مدل شامل تغییرات زمانی رطوبت خاک در لایه‌های مختلف خاک، تغییرات زمانی تبخیر و تعرق به‌صورت مستقل، روند توسعه عمق ریشه، فراسنج‌های بیلان آب خاک، درصد پوشش گیاهان طی زمان، عملکرد دانه، زیست‌توده، شاخص برداشت و نیز شاخص بهره‌وری در تولید دانه و زیست‌توده است (ریس و همکاران، ۲۰۱۱).

برای استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاه مانند آکواکراپ، ابتدا باید مدل واسنجی شود. برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل آکواکراپ از مطالعات رمضانی اعتدالی و همکاران (۱۳۹۵) استفاده شد. داده‌های اقلیمی مورد نیاز برای مدل آکواکراپ شامل دمای بیشینه و کمینه، تبخیر و تعرق گیاه مرجع و بارندگی است. برای دشت مغان از اطلاعات

آماری ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان از سال ۲۰۰۱ تا سال ۲۰۱۵ میلادی استفاده شد. دمای بیشینه و کمینه برای بررسی اثر تنش دمایی بر عملکرد ضروری است. تبخیر و تعرق روزانه گیاه مرجع با استفاده از روش فائو- پنمن- مونتیث برآورد شد. مقدار بارندگی نیز از اطلاعات بارندگی ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان استخراج شد. این مقادیر در جدول (۱) نشان داده شده است. برای تعیین نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری توسط مدل آکواکراپ لازم است که اطلاعات نوع سیستم، کیفیت آب آبیاری، درصد سطح خیس شده مزرعه، معیار زمان و عمق آبیاری تعریف شود. در این پژوهش سیستم آبیاری بارانی برای گیاهان زراعی (گندم، جو و ذرت دانه‌ای) در نظر گرفته شد. شوری آب آبیاری با توجه به کیفیت آب رودخانه ارس، در حد متوسط لحاظ شد. همچنین معیارهای زمان و عمق آب آبیاری با توجه به نوع محصول و متناسب با سیستم آبیاری در مدل لحاظ شد. از وجود مالچ گیاهی در طول فصل و خارج از فصل رشد روی سطح خاک نیز چشم‌پوشی شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از گزارش خاکشناسی طرح آبیاری و زهکشی دشت مغان استخراج شد (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۲). برخی از این خصوصیات در جدول (۲) نشان داده شده است. هم‌چنین اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه تبخیرو تعرق و نیاز خالص آب آبیاری توسط مدل کراپ وات در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۱- مقادیر مربوط به میانگین دمای بیشینه و کمینه، تبخیر و تعرق روزانه و ماهانه و میانگین بارندگی ماهانه در ایستگاه پارس آباد مغان

ماه	میانگین دمای بیشینه (درجه سلسیوس)	میانگین دمای کمینه (درجه سلسیوس)	تبخیر و تعرق روزانه (میلی‌متر)	تبخیر و تعرق ماهانه (میلی‌متر)	میانگین بارندگی ماهانه (میلی‌متر)
ژانویه	۸/۹	-۰/۶	۰/۹	۲۸/۸	۱۵/۵
فوریه	۹/۸	۰/۷	۱/۲	۳۳	۲۵/۲
مارس	۱۴/۹	۴/۱	۲	۶۳/۱	۳۱
آوریل	۱۹	۸/۲	۲/۸	۸۳/۱	۳۶
می	۲۶	۱۳/۸	۴/۲	۱۲۸/۹	۳۷/۲
ژوئن	۳۱/۵	۱۸	۵/۵	۱۶۴/۶	۲۷
ژوئیه	۳۳/۹	۲۰/۹	۵/۹	۱۸۱/۹	۶/۲
اوت	۳۳/۴	۲۰/۵	۵/۲	۱۶۰/۳	۶/۲
سپتامبر	۲۸/۳	۱۷/۳	۳/۵	۱۰۴/۸	۲۴
اکتبر	۲۱/۸	۱۲/۱	۲	۶۱/۲	۳۴/۱
نوامبر	۱۴/۹	۵/۸	۱/۱	۳۲/۴	۳۳
دسامبر	۹/۵	۰/۶	۰/۸	۲۳/۹	۲۱/۷
سالانه	-	-	-	۱۰۶۶	۲۹۷/۱

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک دشت مغان

بافت خاک	درصد رطوبت خاک در ظرفیت زراعی	درصد رطوبت خاک در نقطه پژمردگی	هدایت هیدرولیکی (سانتی‌متر بر ساعت)
*لوم رسی	۳۶/۶	۲۱/۶	۰/۸۱۴

* دشت مغان به دلیل وسعت زیاد دارای بافت‌های مختلفی است که در این پژوهش بافت غالب منطقه در نظر گرفته شده است.

جدول ۳- اطلاعات ورودی مدل کراپ وات

اطلاعات	توضیحات			
اطلاعات اقلیمی (دمای بیشینه و کمینه، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی)	آمار ۱۵ ساله ایستگاه هواشناسی پارس آباد مغان			
بارندگی مؤثر	از آمار بارندگی ۱۵ ساله و بر اساس روش USDA			
اطلاعات گیاه		گندم	جو	ذرت دانه‌ای
	تاریخ کاشت	۱۵ آبان	۱ آبان	۱۰ اردیبهشت
	ضرایب گیاهی (اولیه، میانی، انتهایی)	۰/۷، ۱/۱۵، ۰/۲۵	۰/۷، ۱/۱۵، ۰/۲	۰/۳، ۱/۲، ۰/۳۵
	طول دوره رشد (اولیه، توسعه، میانی، انتهایی)	۵۰، ۱۰۰، ۴۰، ۲۵	۴۵، ۱۰۰، ۶۰، ۲۰	۲۰، ۶۰، ۳۰، ۳۰
	ضرایب کاهش عملکرد	مطابق مقادیر توصیه مدل		
اطلاعات خاک	بافت خاک: لوم رسی حداکثر عمق ریشه: ۱۰۰ سانتی‌متر مقدار آب قابل استفاده در خاک: ۱۵۰ میلی‌متر در یک متر عمق خاک درصد کمبود رطوبت اولیه خاک نسبت به حالت FC: ۷۰ درصد			
اطلاعات مدیریت آبیاری	مقدار آب مورد نیاز: مطابق با جدول ۵			

نتایج

شبیه‌سازی رشد گیاهان (گندم، جو و ذرت دانه‌ای) با مدل کراپ‌وات در شرایط استاندارد (بر اساس تعریف فائو) انجام شد. در مورد آکواکراپ مقدار حاصل‌خیزی ۱۰۰ درصد درنظر گرفته شد و برنامه‌ریزی آبیاری به نحوی تعریف شد که تعداد و زمان آبیاری‌ها مشابه وضعیت واقعی باشد و تمام نیاز گیاه را برطرف کند. فصل رشد گیاه گندم از ۱۵ آبان ماه تا اواخر خرداد ماه سال بعد، فصل رشد گیاه جو از ۱ آبان ماه تا اواسط خرداد ماه سال بعد و فصل رشد ذرت دانه‌ای از ۱۰ اردیبهشت ماه تا اواخر شهریور ماه همان سال و به صورت «درجه روز رشد» در مدل آکواکراپ لحاظ شد. نتایج حاصل از دو مدل کراپ‌وات و آکواکراپ با استفاده از آزمون تی در سطح ۵ درصد با هم مقایسه شد. برای انجام این آزمون، ابتدا نرمال بودن داده‌ها بررسی و در ادامه به مقایسه و

تحلیل نتایج مربوط به تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آبیاری هر یک از محصولات پرداخته شد. نتایج حاصل از آزمون تی در جدول (۴) نشان داده شده است. با توجه به این جدول، تبخیر و تعرق واقعی به دست آمده از دو مدل آکواکراپ و کراپ‌وات برای گیاهان گندم و ذرت دانه‌ای اختلاف چشم‌گیری داشته است ولی برای گیاه جو هر دو مدل تقریباً به برآورد یکسانی رسیده‌اند. مقدار نیاز خالص آب آبیاری حاصل از دو مدل برای گیاهان گندم و جو با یکدیگر برابر است ولی در مورد ذرت دانه‌ای اختلاف معنی‌داری وجود دارد و مدل کراپ‌وات مقدار نیاز خالص آب آبیاری را بیشتر از مدل آکواکراپ برآورد کرده است.

جدول ۴- نتایج آزمون تی برای مقایسه نتایج تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آبیاری مدل‌های کراپ‌وات و آکواکراپ

فراسنج‌های مورد مقایسه	محصول	T	Df	معنی داری	میانگین اختلاف	اختلاف خطای استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪	
							پایین	بالا
تبخیر و تعرق [1]	گندم	-۳/۰۵	۲۴	*۰/۰۰	-۴۵/۸۴	۱۵/۰۱	-۷۶/۸۲	-۱۴/۸۶
	جو	۱/۳۷	۲۴	۰/۱۸	۲۰/۱۵	۱۴/۶۱	-۱۰/۰۱	۵۰/۳۲
	ذرت دانه‌ای	۴/۷۴	۲۴	*۰/۰۰	۶۷/۰۰	۱۴/۱۰	۳۷/۸۸	۹۶/۱۱
نیاز خالص آبیاری	گندم	۱/۲۲	۲۴	۰/۲۳	۳۶/۱۵	۲۹/۴۳	-۲۴/۵۹	۹۶/۹۰
	جو	۱/۴۰	۲۴	۰/۱۷	۴۲/۳۰	۳۰/۲۲	-۲۰/۰۸	۱۰۴/۶۹
	ذرت دانه‌ای	۴/۹۸	۲۴	*۰/۰۰	۹۷/۰۰	۱۹/۴	۵۶/۸۵	۱۳۷/۱۴

[1] مدل کراپ‌وات تبخیر و تعرق پتانسیل را با روش FAO 56 (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) و مدل آکواکراپ تبخیر و تعرق واقعی را با همین روش و در نظر گرفتن تنش‌های مختلف برآورد می‌کند (ریس و همکاران، ۲۰۱۱).

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۵- نیاز خالص آب آبیاری حاصل از نرم‌افزارهای آکواکراپ، کراپ‌وات و نت‌وات

ماه	دهه	آکواکراپ			کراپ وات			نت وات		
		گندم	جو	ذرت دانه‌ای	گندم	جو	ذرت دانه‌ای	گندم	جو	ذرت دانه‌ای
ژانویه	۱	۰	۰		۰	۰		۰	۰	
	۲	۰	۰		۳	۳/۷		۳	۳	
	۳	۰	۰		۴/۲	۵		۵	۵	
فوریه	۱	۰	۰		۲/۲	۳		۱	۱	
	۲	۰	۰		۳/۴	۴//۳		۷	۷	
	۳	۰	۰		۳/۳	۴/۲		۱۰	۱۰	
مارس	۱	۰	۰		۱۱	۱۲/۵		۱۲	۱۲	
	۲	۰	۴۹/۴		۱۱/۱	۱۲/۵		۹	۹	
	۳	۶۸	۲۶		۱۶/۲	۱۷/۳		۱۴	۱۴	
آوریل	۱	۱۵	۶/۲		۱۷/۴	۱۷/۶		۱۸	۱۸	
	۲	۱۵	۱۸/۹		۲۱/۷	۲۱/۸		۲۶	۲۶	
	۳	۲۹/۳	۳۱	۰	۲۱/۲	۲۱/۳	۰	۲۶	۲۰	۳
می	۱	۳۵/۵	۳۰	۱۷/۷	۲۶/۸	۲۶/۹	۰	۱۹	۱۲	۰
	۲	۳۴	۶/۴	۳۴	۳۲/۷	۳۳	۳/۲	۲۲	۱۴	۶
	۳	۶/۵	۰	۲۷/۳	۲۶/۳	۲۱/۸	۱۱/۲	۱۷	۸	۱۶
ژوئن	۱	۰		۲۸/۹	۵/۷	۰/۸	۱۷	۱۵		۳۶
	۲	۰		۴۵/۶			۳۶/۸			۵۰
	۳			۴۶/۵			۳۹			۶۷
ژوئیه	۱			۴۵/۸			۵۳			۷۳
	۲			۴۳/۸			۶۹/۲			۸۲
	۳			۴۸/۴			۷۵/۵			۷۳
اوت	۱			۲۲/۱			۶۴/۳			۷۶
	۲			۵۱/۵			۶۴/۴			۶۵
	۳			۹/۷			۴۳/۱			۳۷
سپتامبر	۱			۴/۷			۲۴/۹			۲۱
	۲			۰			۳/۴			

	۳			۰						
اکتبر	۱									
	۲									
	۳		۱۸/۶			۰		۰	۰	
نوامبر	۱	۰	۴/۷		۰	۰		۰	۰	
	۲	۰	۴/۷		۰	۰		۰	۰	
	۳	۰	۳/۱		۰	۰		۲	۲	
دسامبر	۱	۰	۲/۱		۰	۰		۰	۰	
	۲	۰	۰		۰	۰		۲	۲	
	۳	۰	۰		۱/۴	۱/۹		۲	۲	
سالانه	۲۰۳/۶	۲۰۰/۸	۴۲۵/۹	۲۰۷/۷	۲۰۷/۷	۵۰۴/۹	۲۱۰	۱۶۵	۶۰۵	

بحث و نتیجه‌گیری

مدل کراپ‌وات از دستورالعمل فائو برای محاسبه تبخیر و تعرق و نیاز خالص آبیاری بهره می‌برد؛ درحالی‌که به جز اقلیم، هیچ عامل دیگری را در نظر نمی‌گیرد. در مقابل، مدل آکواکراپ مقادیر تبخیر و تعرق را براساس شرایط اقلیمی، وضعیت حاصل‌خیزی خاک و شوری آب برآورد می‌کند. هدف از این مقایسه آن است که هریک از دو مدل، چه برآوردی از تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آبیاری ارائه می‌دهند. همان‌طور که در جدول(۴) مشاهده می‌شود؛ اختلاف زیادی برای دو گیاه گندم و ذرت دانه‌ای در تعیین تبخیر و تعرق وجود دارد و مدل آکواکراپ به دلیل در نظر نگرفتن تنش‌های مختلف محیطی برآورد کمتری از تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه به دست می‌دهد. برآورد کمتر تبخیر و تعرق در سویا و آفتابگردان در لبنان توسط ابی سب و همکاران (۲۰۱۴) و در گندم زمستانه در جنوب چین توسط انجم اکبال و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است.

تفاوت تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی گندم در مطالعه رحیمیان و پورمحمدی (۱۳۹۱) در دشت آزادگان استان خوزستان بیشتر از مقادیر تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل گندم در این پژوهش است. در مطالعه رحیمیان و پورمحمدی (۱۳۹۱) تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل گندم به‌ترتیب حدود ۴۴۰ و ۵۸۰ میلی‌متر برآورد شده و این در حالی است که در این تحقیق در پارس آباد مغان، تبخیر و تعرق واقعی و پتانسیل واقعی گندم به ترتیب ۳۶۷ و ۴۲۲ میلی‌متر برآورد شده است.

مشکل دیگر در کاربرد مدل کراپ‌وات این است که این مدل، طول دوره رشد را ثابت فرض می‌کند؛ در حالی‌که این مدت در مدل آکواکراپ بر اساس دما و برای هرسال به صورت جداگانه محاسبه می‌شود و این می‌تواند یکی از ریشه‌های اختلاف این دو مدل باشد.

وته و همکاران (۲۰۱۵) برخی از برتری‌های مدل آکواکراپ نسبت به کراپ وات را در نظر گرفتن اثر غلظت CO_2 و اثر آن بر تبخیر و تعرق و بهره‌وری مصرف آب، تفکیک بخش مفید و غیرمفید ET در تولید محصول، تخمین عملکرد و زیست‌توده به صورت مجزا و دقت بیشتر در برآورد اجزای بیلان آب و خاک دانسته‌اند.

در مورد نیاز خالص آبیاری (با توجه به جدول (۵))، برای گیاه ذرت دانه‌ای اختلاف چشم‌گیری بین دو مدل وجود دارد و مدل کراپ‌وات به مقادیر بزرگتری رسیده است. این کاهش به‌طور عمده ناشی از اختلاف در بارش موثر است؛ چرا که در مدل آکواکراپ از داده‌های بارندگی استفاده می‌شود و مدل بر اساس بیلان رطوبتی خاک مقدار بارندگی مؤثر را تعیین می‌کند؛ درصورتی‌که در مدل کراپ‌وات بارندگی به‌طور مستقیم و با روش USDA محاسبه می‌شود. تفاوت بین باران مؤثر با اندازه‌گیری مستقیم و روش‌های بیلان رطوبتی با سایر روش‌های تجربی برآورد باران مؤثر مانند USDA در تحقیقات متعدد اشاره شده است (رحمان و همکاران، ۲۰۰۸؛ شهزادا و حیات‌خان، ۲۰۰۸؛ تسای و همکاران، ۲۰۰۵).

اگر برنامه‌ریزی آبیاری با استفاده از مدل کراپ‌وات (روش فائو-پنمن-مانتیث) انجام پذیرد، حجم آب آبیاری مورد نیاز بیشتر از شرایطی است که از مدل آکواکراپ (کالیبره‌شده) استفاده شود. عمق خالص آب آبیاری محاسبه

شده توسط آکواکراپ در دشت مغان، در مقایسه با نیاز آبی محاسبه شده توسط کراپ‌وات برای گندم، جو و ذرت دانه‌ای، به‌ترتیب ۴۱، ۶۹ و ۷۹۰ متر مکعب در هکتار کمتر برآورد شد. همچنین نتایج حاصل از نرم‌افزار آکواکراپ با داده‌های نت‌وات نیز مقایسه شد که در نت‌وات برای گندم و ذرت دانه‌ای مقدار بیشتر و برای جو مقدار کمتری برآورد شده است. علت اختلاف چشمگیر بین تبخیر و تعرق و نیاز آبی بین مدل کراپ‌وات و آکواکراپ با مدل نت‌وات (سند ملی نیاز آبی) می‌تواند به دلیل به روز نبودن اطلاعات هواشناسی در این سند باشد. عرفانیان و همکاران (۱۳۸۹) برای ارزیابی ارقام مندرج در سند ملی آبیاری برای استان خراسان نیاز آبی گیاه را به روش فائو-پنمن-مانتیث محاسبه کردند و برای تخمین بارش مؤثر از روش USDA و با فرض اینکه قبل از بارندگی ۷۵ میلی‌متر تخلیه رطوبت از عمق توسعه ریشه‌ها صورت گرفته باشد، نشان دادند که در برخی ایستگاه‌ها تفاوت ۴۸ درصدی بین مقادیر به‌دست‌آمده و ارقام موجود در سند ملی آبیاری وجود دارد. آنها این تفاوت را به دوره آماری مورد استفاده در سند ملی آبیاری (۱۹۷۰ تا ۱۹۹۵) نسبت داده‌اند و معتقدند که در دوره معاصر (۲۰۱۱) فراسنج‌های اقلیمی مانند بارندگی و دما در اکثر نقاط کشور تغییرات قابل‌توجهی داشته است و باید در سند ملی آبیاری بازنگری اساسی شود.

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود که مطالعات مزرعه‌ای با دقت بیشتر و بر اساس اندازه‌گیری واقعی در مزرعه انجام شود. تبخیر و تعرق واقعی و نیاز خالص آبیاری با استفاده از نرم‌افزارهای دقیق اندازه‌گیری برآورد شود. داده‌های سند ملی نیز برای استفاده هر چه بهتر محققان و دانشجویان به روز رسانی شود.

منابع

۱- میری، ا. بحرانی، ع. خورسند، ا. حق جو، م.، ۱۳۹۴، ارزیابی مدل AquaCrop در پیش‌بینی عملکرد دانه و بیوماس گندم، تحت تنش کم‌آبی، دانش آب و خاک، جلد ۲۵، شماره۴/۲، ۱۳۹۴، صفحه ۲۱۷ الی ۲۲۹.

۲- بابازاده، ح. و م. سرائی تبریزی، ۱۳۹۱، ارزیابی مدل AquaCrop تحت شرایط مدیریت کم آبیاری سویا، نشریه آب و خاک، جلد ۲۶، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۱، صفحه ۳۲۹ الی ۳۳۹.

۳- حسن‌لی، م.، پ. افراسیاب و ح. ابراهیمیان، ۱۳۹۴، ارزیابی مدل‌های AquaCrop و SALTMED در تخمین عملکرد محصول ذرت و شوری خاک، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۶، شماره ۳، صفحه ۴۸۷ الی ۴۹۸.

۴- حیدری، ن.، ۱۳۸۵، مدیریت و بهره‌وری پایدار آب در شبکه‌های آبیاری حوزه‌های آبریز تحت تنش آبی (مطالعه موردی شبکه آبیاری زاینده رود اصفهان)، کارگاه فنی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۴ دی.

۵- رحیمیان، م. و س. پورمحمدی، ۱۳۹۱، برآورد تبخیر - تعرق گندم در شرایط تحت تنش به کمک سنجش از دور و الگوریتم توازن انرژی، مطالعه موردی: دشت آزادگان، خوزستان، مجله پژوهش آب در کشاورزی، شماره ۲۶، جلد ۲، صفحه ۲۳۵ الی ۲۴۹.

۶- رمضانی اعتدالی، ه.، ع. لیاقت، م. پارسی نژاد و ع. توکلی، ۱۳۹۵، واسنجی و اعتبارسنجی مدل AquaCrop در مدیریت آبیاری غلات مهم، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره۳، جلد۱۰، صفحه ۳۸۹ الی ۳۹۷.

۷- زندپارسا، ش.، س. پرویری، ع. سپاس خواه و م. مهبد، ۱۳۹۵، ارزیابی مقادیر شبیه‌سازی شده رطوبت خاک، ماده خشک و عملکرد دانه گندم زمستانه رقم شیراز با استفاده از مدل‌های WSM وAquaCrop ، نشریه علوم آب و خاک، سال بیستم، شماره ۷۷، پاییز.

۸- طایفه رضایی، ح.، ۱۳۷۳، تحلیلی بر علل زهدار شدن دشت مغان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.

۹- عرفانیان، م.، ا. علیزاده و آ. محمدیان، ۱۳۸۹، بررسی تغییرات احتمالی نیاز کنونی آبیاری گیاهان نسبت به ارقام

مندرج در سند ملی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی). مجله آبیاری و زهکشی، شماره ۳۲، جلد ۴، صفحه ۴۷۸ الی ۴۹۲.

۱۰- علیزاده، ح.، ب. نظری، م. پارسی نژاد، ه. رمضانی اعتدالی. و ح. جانباز، ۱۳۸۹، ارزیابی مدل AquaCrop در مدیریت کم آبیاری گندم در منطقه کرج، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲، جلد ۴، صفحه ۲۷۳ الی ۲۸۳.

۱۱- قربانیان کردآبادی، م.، ع. لیاقت، ا. وطن خواه و ح. نوری، ۱۳۹۳، شبیه‌سازی عملکرد و تبخیر و تعرق ذرت علوفه‌ای با استفاده از مدل AquaCrop، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال چهارم، شماره۲، زمستان.

۱۲- کمالی، ب.، ه. رمضانی اعتدالی و ع. ستوده‌نیا، ۱۳۹۵، تعیین زمان مناسب کاشت و آبیاری تکمیلی عدس دیم در دشت قزوین با استفاده از مدل AquaCrop، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵، جلد ۱۰، صفحه ۶۱۳ الی ۶۲۱.

۱۳- مهندسین مشاور یکم، طرح آبیاری و زهکشی مغان، ۱۳۶۲، گزارش خاکشناسی تفصیلی و طبقه‌بندی اراضی محدوده کانال A.

۱۴- ناصری، ا.، ف. عباسی و م. اکبری، ۱۳۹۶، برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب، تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، شماره۶۸، جلد ۱۸، صفحه ۱۷ الی ۳۲.

15- Abi Saab, M. T., R. Albirizio, V. Nangia, F. Karam & Y. Rouphael, 2014, Deeloping scenarios to different sowing dates and water regimes in the bekaa valley (lebanon): simulation with AquaCrop, International Journal of plant production, 8(4), pp. 457-482.

16- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes & M. Smith, 1988, Crop evapotranspiration − Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper 56.

17- Anjum Iqbal, M., Y. Shen, R. Stricevic, H. Pei, H. Sun, E. Amiri, A. Penas & S. Rio, 2014, Evaluation of the FAO AquaCrop model for winter wheat on the north china plain under deficit irrigation from field experiment to regional yield simulation, Agricaultural Water Management, 135, pp. 61-72.

18- Hanks, R. J., 1983, Yield and water-use relationships, pp. 393–411. In H.M. Taylor, W.R. Jordan, and T.R. Sinclair (ed.) Limitations to efficient water use in crop production, ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

19- Heng, L. K., S. R. Evett, T. A. Howell & T. C. Hsiao, 2009, Calibration and testing Of FAO AquaCrop model for maize in several locations, Agron. J. 101, pp. 488–498.

20- Rahman, M. M., M. O. Islam & M. Hasanuzzman, 2008, Study of effective Rainfall for irrigated Agriculture in South – Eastern Part of Bangladesh, World Journal of Agricultural Science 4 (4), pp. 453-457.

21- Reas, D., P. Steduto, T. C. Hsiao & E. Fereres, 2009, AquaCrop-The FAO crop model for predicting yield response to water: II. Main algoritms and soft ware description, Agron. J. 101, pp. 438-447.

22- Reas, D., P. Steduto, T. C. Hsiao & E. Fereres, 2011, FAO cropwat productivity model to simulate yield response to water, Reference Manual, Chapter1.

23- Shahzada, A. & A. Hayatkhan, 2008, Effective Rainfall for Irrigated Agriculture Plains of Pakistan, Pakistan Journal of Meteorology, Vol 6 (11), pp. 61-72.

24- Steduto, P., T. C. Hsiao & E. Fereres, 2009, AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles, Agron. J. 101, pp. 426-437.

25- Tanner, C. B. & T. R. Sinclair, 1983, Efficient water use in crop production, Research pp. 1–27. In H.M. Taylor, W.R. Jordan, and T.R. Sinclair (ed.) Limitations to efficient water use in crop production. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

26- Tsai, S. M., S. Chen & H. Y. Wang, 2005, A study on the practical model of planned effective rainfall for paddy fields in Taiwan, Journal of Marine Science and Technology 13(2), pp. 73-82.

27- Vote, C., C. Oeurng, T. Sok, P. Chanseng, I. Thavone, P. Eberbach & J. Hornbuckle, 2015, A comparison of three empirical models for assessing cropping options in a data-sparse environment, with reference to Laos and Cambodia, Report number: 87, Affiliation: ACIAR Technical Reports.

Estimation of Actual Evapotranspiration and Net Irrigation Water Requirement for Strategic Agricultural Crop in Moghan Plain Using AquaCrop Model

M. Abdollahzadeh[*1], H. Ramezani Etedali[2], B. Ababaei[3], B. Nazari[4]

1- MSc Student, Department of Water Sciences and Engineering,
Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
2- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering,
Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
3- Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation (QAAFI), Centre for Crop Science,
University of Queensland, Toowoomba, Australia
4- Assistant Professor, Dept. of Water Sciences and Engineering,
Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

(Received: 20 Jul 2018, Revised: 14 May 2019, Accepted: 28 May 2019, Published online: 28 May 2019)

Abstract

The common methods for estimation of evapotranspiration and water requirement are generally based on the ideal and without stresses conditions. In field conditions, different stresses such as salinity, dryness, temperature, soil fertility and other field managements effect on evapotranspiration and water requirement. In this study, AquaCrop model is used for estimation of real evapotranspiration and water requirement in Moghan Plain. The results showed that the evapotranspiration and water requirement of this model is less than the Cropwat model, which is due to consideration of the region conditions such as soil moisture, salinity, fertility and other field managements by AquaCrop model. The Cropwat model only consider climate condition. According to the results obtained from the AquaCrop model, in comparison with the Cropwat model, water requirements of Wheat, Barley and Maize were reduced about 41, 69 and 790 m^3/ha, respectively. Also the evapotranspiration and water requirement of the AquaCrop model were compared with NetWat. These parameters of AquaCrop are higher for wheat and maize, and for less barley data. NetWat data has a low degree of reliability, due to being old of weather data.

Keywords: Actual evapotranspiration, AquaCrop model, CropWat model, Net irrigation requirement, Moghan Plain.

* Corresponding author:
Email Address: ramezani@eng.ikiu.ac.ir