شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

تعیین پتانسیل بهره وری آب اقلیمی (PCWP) ذرت در منطقه مغان[1]

علی اکبر عزیزی زهان*[1]، عبدالمجید لیاقت[2]، مهدی شهابی فر[3]، انور اسدی جلودار[4] و سید علیرضا سیدجلالی[5]

[1] دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران و محقق موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[2] استاد گروه آبیاری و آبادانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

[3و5] اعضای هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[4] عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران

چکیده

یکی از راه‌های اساسی برای مقابله با بحران آب و دستیابی به اهداف برنامه‌های توسعه‌ای کشور بهینه‌سازی مصرف آب و تولید با هدف افزایش بهره‌وری آب محصولات کشاورزی است. اخیرا با نگاه سیستمی به چرخه پیچیده رابطه آب، خاک، گیاه، اتمسفر و انسان شاخص‌هایی برای کمی‌سازی اثر عوامل مختلف مؤثر بر بهره‌وری آب از جمله شاخص پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) معرفی شده است. در این پژوهش با برآورد پتانسیل تولید به روش فائو و تبخیر- تعرق ذرت در شرایط استاندارد(ETc) به روش معرفی شده در نشریه ۵۶ فائو، مقدار شاخص PCWP برای ذرت علوفه‌ای کشت اول، ذرت علوفه‌ای کشت دوم، ذرت دانه‌ای کشت اول و ذرت دانه‌ای کشت دوم در منطقه مغان تعیین شده که به ترتیب برابر ۱۱،۸، ۱۳،۵، ۱،۶ و ۲ کیلوگرم در متر مکعب آب بود. از نظر بهره‌وری آب کشت دوم نسبت به کشت اول، PCWP را برای ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای ۱۴/۵ و ۲۸ درصد افزایش داده و برتری نسبی دارد. تعیین این شاخص برای محصولات مختلف در هر منطقه به همراه سایر شاخص‌ها به تصمیم‌گیری و مدیریت در خصوص تخصیص آب، تدوین و تغیر الگو و ترکیب کشت کمک خواهدکرد.

کلمات کلیدی: اردبیل، پتانسیل تولید اقلیمی، تبخیر - تعرق، تقویم زراعی، مدل رشد فائو

مقدمه

بهره‌وری به عنوان یک مفهوم، ستانده یک فرآیند تولید را به نهاده‌های آن مرتبط می‌کند. مقدار این شاخص به میزان و چگونگی استفاده پایدار از نهاده‌ها یا عوامل تولید در یک فرآیند ویژه، یک دوره معین و یک محدوده جغرافیایی مشخص برای دستیابی به اهداف تعیین شده مربوط است. یک اصل قدیمی و اثبات شده بیان می‌کند که «اگر شما نمی‌توانید چیزی را اندازه‌گیری کنید، شما نمی‌توانید آن را مدیریت کنید». این اصل به همان اندازه که برای هر نوع فعالیت انسانی صدق می‌کند، برای فعالیت ارتقا و بهینه‌سازی بهره‌وری آب کشاورزی نیز صادق است. از طرفی براساس منابع موجود، انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰جمعیت مواجه با کم آبی در جهان به بیش از ۶۷ درصد برسد (Howell و همکاران ۲۰۰۱). در ایران نیز وابستگی تولید به کشاورزی فاریاب زیاد است. به‌منظور دستیابی به هدف‌های تولید کشاورزی در افق ۱۴۰۴ باید شاخص فیزیکی بهره‌وری به حداقل دو برابر مقدار سال ۱۳۸۶ (۰/۸۸کیلوگرم بر متر مکعب) برسد (حیدری،۱۳۹۰). بنابراین ارتقای سطح بهره‌وری هدفی ارزشمند است که می‌تواند نتایجی از قبیل استفاده بهینه از منابع، کاهش هزینه‌ها، افزایش توان تولید، افزایش سودآوری و رشد اقتصادی پایدار را به‌دنبال داشته باشد (عزیزی‌زهان و همکاران، ۱۳۹۳). تنها در صورت بهینه‌سازی مصرف آب و تولید با هدف افزایش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی می‌توان به اهداف برنامه‌های توسعه کشور برای تولید محصولات کشاورزی در افق‌های پیش رو دست یافت. لذا افزایش پایدار بهره‌وری آب در اراضی فاریاب و دیم ضرورت دارد. در این راستا در دهه‌های اخیر مطالعه و تحقیقات زیادی در جهان و ایران برای اندازه‌گیری بهره‌وری آب[2](WP) و بازده (کارآیی) مصرف آب (WUE) در تولید محصولات کشاورزی انجام شده است. در ادامه خلاصه‌ای از برخی نتایج این تحقیقات با تأکید بر پژوهش‌های انجام شده در ایران آمده است. Zwart و Bastiaanssen (۲۰۰۴) با بررسی تحقیقات کشورهای مختلف دنیا متوسط دامنه کارآیی مصرف آب گندم، برنج، پنبه (دانه)، پنبه (الیاف) و ذرت را گزارش کردند. حیدری (۱۳۹۰) کارآیی مصرف آب (WUE) گندم، چغندرقند، سیب‌زمینی، ذرت‌علوفه‌ای، پنبه، یونجه، جو، نخود آبی و نیشکر را در چند مزرعه تحت مدیریت کشاورزان گزارش کرد. عزیزی-زهان و همکاران (۱۳۹۳) دامنه تغییرات کارآیی مصرف آب گندم در نتایج تحقیقات ایران را ۰/۳ تا ۲/۴ گزارش و تأکید داشتند که باید در آزمایش‌های

---

* نویسنده مسئول: azizizohan@yahoo.com

۱- اعتبارات این پژوهش از محل پروژه شماره ۹۶۱۷۳۸-۰۹۶-۱۰-۱۰-۲ موسسه تحقیقات خاک و آب تامین شده است.

2 - Water Productivity (WP)

کارآیی مصرف آب، برآورد تولید پتانسیل و پتانسیل تولید اراضی در منطقه مورد توجه قرار گیرد. غالبی (۱۳۹۵) کارآیی مصرف آب ذرت‌علوفه‌ای در مزارع کشاورزان قزوین را ۶ تا ۷/۳ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش‌کرد. فائو در نشریه‌های ۳۳ و ۶۶ (Steduto و همکاران ۲۰۱۲) مقادیر دامنه کارآیی مصرف آب برای محصولات مختلف را ارائه کرده است. یدالهی نوش آبادی و همکاران (۱۳۹۶) ظرفیت تولید ذرت علوفه‌ای با روش فائو را در منطقه هشتگرد ۷۵ تن در هکتار برآورد و گزارش کردند که ۶/۶ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای به ازای هر متر مکعب آب در منطقه تولید می‌شود. از برآورد پتانسیل تولید اقلیمی برای محصولات و مناطق مختلف گزارش‌های متعددی وجود دارد. ایزدفر و همکاران (۱۳۹۶) پتانسیل تولید حرارتی – تابشی گندم، جو، چغندرقند، پنبه و سویا را با میانگین داده‌های اقلیمی ۳۰ ساله با مدل فائو و Aquacrop برای منطقه مغان بررسی کردند که برای ذرت به ترتیب برابر ۲۰ و ۱۵/۵ تن در هکتار بود. علاوه بر این از مدل فائو برای برآورد پتانسیل عملکرد در تحقیقات متعدد دیگر از جمله ذرت علوفه‌ای در شهرکرد (اعتدلالی و همکاران ۱۳۹۱) و ذرت در هشتگرد (یدالهی نوش آبادی و همکاران ۱۳۹۶) استفاده شده است.

جمع‌بندی بررسی‌ها حاکی از این است که دامنه تغییرات مقادیر WUE و WP گزارش شده برای محصولات مختلف خیلی زیاد است. در محاسبات مقیاس بزرگ عموماً از تبخیر – تعرق گیاه در شرایط استاندارد (ETc) گزارش شده توسط منابعی مانند فرشی و همکاران (۱۳۷۶) و خروجی نرم‌افزار NetWat به عنوان نهاده و متوسط عملکرد گزارش شده توسط وزارت جهاد کشاورزی و به عنوان ستانده مدنظر قرار گرفته است. در این شرایط سنجه‌ای برای قضاوت درخصوص مطلوبیت مقادیر شاخص‌های محاسبه یا اندازه‌گیری شده در هر شرایطی وجود ندارد. و بیشینه‌ی ممکن بهره‌وری آب درنظر گرفته نشده است. عزیزی‌زهان و همکاران (۱۳۹۸) با نگاه سیستمی در چرخه پیچیده آب، خاک، گیاه، اتمسفر و انسان، عوامل مؤثر بر فرآیند تولید در نظام کشاورزی را به دو گروه عوامل مدیریت‌پذیر و مدیریت‌ناپذیر (ذاتی) تقسیم و عوامل عمده ذاتی مؤثر بر بهره‌وری آب مصرفی را مطابق جداول نیازهای رویشی گیاهان (Sys و همکاران ۱۹۹۱ و گیوی، ۱۳۷۶) به دو گروه الف- موقعیت جغرافیایی، اقلیم و گیاه و ب – خصوصیات زمین، خاک و گیاه تقسیم کردند. آنها برای کمی‌سازی اثر عوامل گروه اول در بهره‌وری آب، شاخص پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی[1](PCWP) را معرفی و روش تعیین آن را ارئه کردند. آنها توصیه کردند که این شاخص برای محصولات مختلف باید تعیین شود. از این رو دراین پژوهش شاخص پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی ذرت برای منطقه مغان بررسی و تعیین شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای تعیین پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) محصول ذرت در دشت مغان واقع در شمال استان اردبیل انجام شد. پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) برابر نسبت پتانسیل تولید اقلیمی[2] (CPP) در شرایط آبی[3](IPP) و آب مصرفی گیاه تحت شرایط استاندارد (ETc) به صورت رابطه (۱) تعریف شده است (عزیزی زهان و همکاران، ۱۳۹۸).

$$PCWP = \frac{CPP}{ETc} = \frac{IPP}{ETc} \qquad (1)$$

داده‌های اقلیمی و هواشناسی لازم برای محاسبه ETc و CPP به صورت روزانه برای سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ تهیه شد (جدول ۱). تقویم زراعی مناسب ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای برای کشت‌های اول و دوم با برگزاری جلسه با کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی مغان، مدیریت جهاد کشاورزی مغان و شرکت کشت و صنعت پارس، برای منطقه مشخص شد (جدول ۳). پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) و روش محاسبه اجزای آن بر اساس عزیزی‌زهان و همکاران (۱۳۹۸)، در ادامه تشریح شده است.

پتانسیل تولید اقلیمی (CPP) گیاه برای هر منطقه برابر با توان ژنتیکی گیاه برای تولید با لحاظ محدودیت‌های اقلیمی آن منطقه نظیر تابش، دما، رطوبت و باد، مطابق جدول نیازهای اقلیمی گیاه است. با فرض آن که محدودیت ویژگی‌های خاک، آب، مدیریت، آفات و بیماری‌ها تأثیرگذار نباشد (Sys و همکاران ۱۹۹۱). در شرایط فاریاب اگر آب عامل محدوده‌کننده نباشد، یعنی تبخیر – تعرق گیاه در شرایط استاندارد (ETc) انجام شود (Allen و همکاران ۱۹۹۸)، CPP برابر IPP و معادل پتانسیل تولید حرارتی- تابشی[4](RTPP) محصول است. مدل‌های مختلفی از جمله: مدل پتانسیل تولید حرارتی – تابشی (RTPP) یا مدل فائو و مدل واخنینگن (Sys و همکاران ۱۹۹۱)، مدل Wofost، مدل DSSAT و مدل AquaCrop، برای برآورد پتانسیل تولید توسعه داده شده است.

1- Potential Climate Water Productivity (PCWP)
2- Climatic Production Potential (CPP)
3 - Irrigated Production Potential (IPP)
4- Radiation – Thermal Production Potential (RTPP)

در این پژوهش برآورد پتانسیل تولید اقلیمی ذرت در شرایط آبی با استفاده از مدل فائو (Sys و همکاران ۱۹۹۱) و جدول نیازهای رویشی گیاه ذرت (Sys و همکاران ۱۹۹۳ و گیوی، ۱۳۷۶) انجام شد. در این مدل زیست توده خالص (Bn) و عملکرد پتانسیل (Yp) با روابط (۲) و (۳) برآورد می‌شود.

$$Bn = \frac{0.36*bgm*KLAI}{((\frac{1}{L})+0.25ct)} \quad (۲)$$

$$Yp = Bn \times Hi \quad (۳)$$

که در آن: bgm میزان حداکثر تولید ناخالص زیست توده (رابطه ۴)، ct ضریب تنفس (رابطه ۵)، L تعداد روزهای بین کاشت و برداشت، KLAI عامل تصحیح شاخص سطح برگ (برابر ۰/۹۱۹۵ در این پژوهش) و Hi شاخص برداشت (برابر ۰/۴ در این پژوهش) است. مقدار LAI و Hi برای ذرت رقم ۷۰۴ (رقم غالب منطقه) از محققین ذرت بخش علوفه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر استعلام شد.

$$bgm = f \times bo + (1 - f) \times bc \quad (۴)$$

$$Ct = C30\ (0.044 + 0.0019\ t + 0.001\ t^2) \quad (۵)$$

که در آنها: f نسبت روزهایی که هوا ابری است، bo حداکثر میزان کل تولید بیوماس ناخالص در هوای ابری، bc حداکثر میزان کل تولید بیوماس ناخالص در هوای صاف، C30 ضریب تنفسی گیاه و t متوسط درجه حرارت روز در طول سیکل رشد گیاه است. ضرایب محاسبه شده برای مدل فائو و مقادیر Bnو Yp که برابر IPP به ترتیب برای ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای می‌باشد در جدول (۲) آمده است. در شرایط پتانسیل تولید آبی (IPP)، گیاه از نظر تبخیر – تعرق در شرایط استاندارد (ETc) است. براساس تعریف فائو، تبخیر- تعرق گیاه تحت شرایط استاندارد (ETc) برابر تبخیر – تعرق محصول عاری از بیماری‌ها، با کوددهی مناسب، روییده در سطح کشت وسیع و تحت شرایط مطلوب آب در خاک و با تولید عملکرد پتانسیل در آن اقلیم است. مقدار ETc برای هر محصول از رابطه (۶) برآورد می‌شود (Allen و همکاران ۱۹۹۸). مقادیر ETc و ETo محاسبه شده برای ذرت در این پژوهش در جدول (۳) آمده است.

$$ETc = ETo \times Kc \quad (۶)$$

که در آن: Kc ضریب گیاهی هر محصول و ETo تبخیر – تعرق گیاه مرجع در اقلیم موردنظر است. Kc هر گیاه بیانگر میزان تفاوت پوشش گیاهی و مقاومت آئرودینامیک آن نسبت به گیاه مرجع فرضی چمن است. برای Kc ذرت با استفاده از مقادیر فرشی و همکاران (۱۳۷۶)، Allen و همکاران (۱۹۹۸) و نتایج تحقیقات محلی استفاده و با توجه به بافت خاک، مدیریت آبیاری منطقه و داده‌های هواشناسی به روش ارائه شده در نشریه ۵۶ فائو اصلاح شد. مقدار ETo با استفاده از پارامترهای هواشناسی مؤثر با روش فائو – پنمن – مانتیث از رابطه (۷) محاسبه شد (Allen و همکاران ۱۹۹۸):

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+273}U2(es-ea)}{\Delta+\gamma(1+034\ U2)} \quad (۷)$$

که در آن: ETo تبخیر – تعرق مرجع، Rn تابش خالص در سطح گیاه، G شار گرمای خاک، T دمای هوا در ارتفاع دو متری، u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری، es فشار بخار اشباع، ea فشار بخار واقعی، (es-ea) کمبود فشار بخار اشباع، Δ شیب منحنی فشار بخار و γ ضریب ثابت سایکرومتری است.

پس از محاسبه تبخیر- تعرق ذرت در شرایط استاندارد (ETc) و پتانسیل تولید اقلیمی در شرایط آبی (IPP) ذرت در تقویم های مختلف زراعی، مقدار شاخص پتانسیل بهره وری آب اقلیمی (PCWP) برای هر تقویم با رابطه (۱) محاسبه و در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۱- خلاصه داده‌های هواشناسی ایستگاه پارس‌آباد مغان برای دوره رشد ذرت در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

پارامتر / واحد		ماه May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
T_{min}	ºC	۱۳/۹	۱۷/۷	۲۰/۴	۲۰	۱۶/۷	۹/۷	۲/۶
T_{max}	ºC	۲۶/۱	۳۱/۳	۳۰/۱	۳۵/۶	۲۵/۷	۱۶/۶	۱۲/۴
T_{day}	ºC	۲۲/۲	۲۶/۸	۲۷/۰	۳۰/۸	۲۳/۲	۱۴/۹	۱۰/۴
RH	%	۷۲	۶۳	۶۶/۸	۶۱	۷۷	۸۶	۸۰
U_2	m/s	۲/۲	۲/۴	۲/۵	۲	۱/۵	۱/۶	۲
n	ساعت	۷/۳	۷/۶	۵/۱	۱۰	۶	۳/۷	۴/۶
N	ساعت	۱۴/۲	۱۴/۸	۱۴/۴	۱۳/۶	۱۲/۲	۱۰/۹	۹/۷

نتایج و بحث

مقدار پتانسیل تولید اقلیمی برای ذرت علوفه‌ای کشت اول و دوم به ترتیب ۱۸۵۹۹ و ۱۶۹۹۷ کیلوگرم بر هکتار زیست توده با درصد رطوبت ۱۱/۵ درصد بود (جدول ۲). از آنجا که درصد رطوبت مناسب برای برداشت و سیلو کردن ذرت علوفه‌ای ۷۰ درصد است، و مقایر زیست‌توده برای محاسبه پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) با این درصد استفاده خواهد شد، لذا مقادیر آن به ترتیب برابر ۵۴۸۶۸ و ۵۰۱۴۱ کیلوگرم بر هکتار شد که برتری کشت اول را از نظر تولید نشان می‌دهد. اما از آنجا که معمولا در اراضی منطقه کشت پاییزه (گندم، جو، کلزا) وجود دارد، بیشتر ذرت علوفه‌ای منطقه با کشت دوم و پس از برداشت محصولات پاییزه انجام می‌شود. پتانسیل عملکرد اقلیمی برای ذرت دانه‌ای کشت اول و دوم به ترتیب ۹۲۷۹ و ۹۰۹۵ کیلوگرم بر هکتار شد (جدول ۲) که با اصلاح درصد رطوبت به ۱۴، به ترتیب برابر ۹۵۵۰ و ۹۳۶۰ شد. برخلاف ذرت علوفه‌ای پتانسیل تولید ذرت دانه‌ای در کشت تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارد.

در شرایط پتانسیل تولید اقلیمی در شرایط آبی (IPP)، نیاز آبی متأثر از گیاه و اقلیم بوده و برابر تبخیر – تعرق گیاه در شرایط استاندارد (ETc) است، تقویم زراعی از دو جهت بر ETc مؤثر است. اول اینکه طول دوره رشد در تقویم‌های مختلف متفاوت خواهد بود و دوم اینکه شرایط آب و هوایی در تقویم‌های مختلف متفاوت است (جداول ۱ و ۳). مقدار ETc برای ذرت علوفه‌ای (کشت اول و دوم) و ذرت دانه‌ای (کشت اول و دوم) به ترتیب برابر ۴۶۶، ۳۷۲، ۶۰۰ و ۴۵۸ میلی‌متر شد. مقدار IPP و ETc در کشت دوم نسبت به کشت اول کاهش داشت. مقدار کاهش آن‌ها در کشت دوم ذرت علوفه‌ای به ترتیب ۸/۶ درصد (۴۷۲۷ کیلوگرم) و ۲۰ درصد (۹۴ میلی‌متر) و برای ذرت دانه‌ای به ترتیب ۲ درصد (۱۸۴ کیلوگرم) و ۲۴ درصد (۱۴۲ میلی‌متر) است.

جدول ۲ - ضرایب محاسبه شده برای برآورد پتانسیل تولید اقلیمی در شرایط آبی (IPP) ذرت در تقویم‌های مختلف زراعی به روش فائو*

	علوفه‌ای		دانه‌ای	
ضرایب مدل فائو	کشت اول	کشت دوم	کشت اول	کشت دوم
Pm : حداکثر میزان فتوسنتز برگ ($kg\ CH_2O.ha^{-1}.h^{-1}$)	۶۵	۶۵	۶۵	۶۴
y : درصد افزایش (+) یا کاهش (-) Pm از مقدار ۲۰ $kg\ CH_2O.ha^{-1}.h^{-1}$	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۰
bc : حداکثر میزان کل تولید زیست توده ناخالص در هوای صاف ($kg.ha^{-1}.day^{-1}$)	۴۹۱/۷	۴۷۵/۶	۴۸۰/۳	۴۱۹/۴
bo : حداکثر میزان کل تولید زیست توده ناخالص در هوای ابری ($kg.ha^{-1}.day^{-1}$)	۲۵۹/۹	۲۵۰/۸	۲۵۳/۴	۲۱۷/۵
f : نسبت روزهایی که هوا ابری است.	۰/۵۰۵	۰/۴۳۳	۰/۴۶۷	۰/۴۹۹
bgm : حداکثر تولید زیست توده ناخالص($kg\ CH_2O.ha^{-1}.h^{-1}$)	۷۰۷/۷	۷۳۰/۴	۷۱۵/۶	۵۹۷/۶
Ct : ضریب تنفس	۰/۰۰۸۲۷۶	۰/۰۰۹۸۴	۰/۰۰۸۸۴۲	۰/۰۰۷۲۱۷
L : تعداد روز تا رسیدن (یا برداشت) محصول	۹۵	۸۵	۱۲۵	۱۴۵
Bn : میزان کل تولید زیست توده خالص ($kg.ha^{-1}$)	۱۸۵۹۹/۵	۱۶۹۹۷/۰	۲۳۱۹۸/۹	۲۲۷۳۷/۵
Y_p : عملکرد پتانسیل ($kg.ha^{-1}$)	---	---	۹۲۷۹/۶	۹۰۹۵/۰

* B_n و Y_p در این جدول به‌ترتیب معادل IPP برای ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای با ۱۳-۱۰ درصد رطوبت می‌باشد.

پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) برای ذرت علوفه‌ای برابر ۱۱/۸ و ۱۳/۵ و برای ذرت دانه‌ای ۱/۶ و ۲/۰ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب برای کشت اول و دوم است. مقادیر بهره‌وری نسبت به آنچه که در منابع مختلف گزارش شده بیشتر است علت اصلی این است که در گزارش‌های مختلف بهره‌وری آب (WP) و بازده مصرف آب (WUE) مقادیر ستانده، برابر عملکرد واقعی (از آمارنامه‌ها، پرسش یا اندازه‌گیری‌های موردی) لحاظ ولی برای نهاده مقدار ETc را که برابر نیاز آبی برای پتانسیل تولید است، از منابعی مانند فرشی و همکاران (۱۳۷۶)، سند ملی آب(نرم افزار Net Wat) و یا محاسبه ETc بدون اصلاح برای شرایط واقعی، استفاده شده است. برای ستانده مقدار واقعی آن که از محدودیت‌های اقلیمی، محدودیت‌های اراضی و مدیریتی متأثر شده است قرار گرفته ولی بعنوان نهاده حداکثر نیاز آبی گیاه (که برای پتانسیل تولید لازم است) مدنظر واقع شده است. با توجه به مقادیر PCWP اگر سایر عوامل مؤثر در فرآیند تولید ایجاد محدودیت نکند یا نسبت تأثیر آنها در دو کشت مساوی باشد، از نظر بهره‌وری آب کشت دوم بر کشت اول برتری نسبی دارد و PCWP به‌ترتیب برای ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای ۱۴/۵ و ۲۸ درصد افزایش یافته است.

جدول ۳ - پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی ذرت در منطقه مغان برای سال زراعی ۹۵ -۱۳۹۴

نوع ذرت	تاریخ کاشت (دهه/ماه)	تاریخ کاشت (دهه/ماه)	ETo (mm)	ETc (mm)	IPP ($kg.ha^{-1}$)		PCWP ($kg.m^{-3}$)
					Bn	Yp	
علوفه‌ای(کشت اول)	۲ / اردیبهشت	۲ / مرداد	۴۸۴	۴۶۶	۵۴۸۶۸	---	۱۱/۷۷
علوفه‌ای(کشت دوم)	۳ / خرداد	۲ / شهریور	۴۵۷	۳۷۲	۵۰۱۴۱	---	۱۳/۴۸

دانه‌ای(کشت اول)	۲ / اردیبهشت	۲ / شهریور	۶۳۰	۶۰۰	---	۹۵۴۹	۱/۵۹
دانه‌ای(کشت دوم)	۳ / خرداد	۲ / آبان	۵۷۳	۴۵۸	---	۹۳۵۹	۲/۰۴

* درصد رطوبت IPP برای ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای به‌ترتیب برابر ۷۰ و ۱۴ درصد لحاظ شده است.

نتیجه‌گیری

ارتقای بهره‌وری آب در تولید کشاورزی هدفی ارزشمند است که باید مدیریت شود، لذا نیاز به اندازه‌گیری و کمی‌سازی دارد. در این مهم باید سطح بهره‌وری و ستانده و نهاده آن به درستی تعریف و تعیین شود. شاخص پتانسیل بهره‌وری آب اقلیمی (PCWP) در سطح اقلیم تعریف شده و نهاده و ستانده آن به ترتیب تبخیر- تعرق گیاه در شرایط استاندارد (ETc) و پتانسیل تولید اقلیمی (CPP) است. این شاخص برای محصولات مختلف در هر منطقه باید تعیین شود تا به همراه سایر شاخص‌ها به تصمیم‌گیری و مدیریت در خصوص تخصیص آب، تدوین و تغیر الگو و ترکیب کشت کمک کند. در این مقاله ضمن ارائه روش کار کمی، مقدار PCWP را برای دو تقویم زراعی (کشت اول و دوم) ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای در منطقه مغان تعیین شد. تفاوت‌های دو تقویم در شاخص PCWP مشخص شد و در شرایط اختیار استفاده از تقویم کشت دوم برای ذرت در منطقه توصیه شد. تعیین این شاخص برای سال‌ها و دوره‌های آماری مختلف توصیه می‌شود. برای تعمیم مقادیر این شاخص به بهره‌وری آب در شرایط اراضی و واقعی باید تعدیل‌ها و اصلاحات لازم انجام شود.

تشکر و قدردانی

اعتبار این پژوهش از محل پروژه شماره ۹۶۱۷۳۸-۰۹۶-۱۰-۱۰-۲ موسسه تحقیقات خاک و آب تامین شده است. که به این وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع اصلی

اعتدالی، س.، گیوی، ج. و نوری، م. ر. ۱۳۹۱. مقایسه مدل های فائو و واگنینگن در برآورد پتانسیل تولید ذرت علوفه ای و تعیین سطح مدیریت کشت آن در اطراف شهرستان شهرکرد. مجله آب و خاک، ۲۶(۱)، ۸۸۵-۸۷۳.

ایزدفر، ا.، سرمدیان، ف.، جهانسوز، م.ر.، پیکانی، غ.ر و چایی چی، م.ر. ۱۳۹۶. مقایسه مدل Aquacrop و مدل پتانسیل حرارتی – تابشی تولید در برآورد عملکرد پتانسیل در بخشی از اراضی دشت مغان در استان اردبیل. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۸(۴)، ۸۵۳-۸۶۴.

حیدری، ن.۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در کشور. مجله مدیریت آب و آبیاری، ۱(۲)، ۴۳-۵۷.

عزیزی زهان، ع. ا.، شهابی‌فر، م.، ابراهیمی پاک، ن. ع.، رضوی، ر.، غالبی، س.، سرایی تبریزی، م.، طلوعی، ر و پیری، ر. ۱۳۹۳. ارزیابی کارایی مصرف آب گندم در ایران و جهان. اولین همایش ملی مدیریت خاک و آب در تولید گندم، موسسه تحقیقات خاک و آب.

عزیزی زهان، ع.ا.، لیاقت، ع.م.، شهابی‌فر، م. و سید جلالی، س.ع. ۱۳۹۸. تعریف شاخص مدیریت بهره‌وری آب و تحلیل چگونگی هدف‌گذاری ارتقای بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، ۵۵ صفحه.

غالبی، س. ۱۳۹۵. بررسی و ارزیابی نقش مدیریت‌های مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب در سطح بهره‌برداران ذرت کار استان قزوین. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. نشریه شماره ۲۰۵۷ موسسه تحقیقات خاک و آب. ۶۰ صفحه.

فرشی،ع.ا.، شریعتی،م.ر.، جارالهی،ر.، قائمی،م.ر.، شهابی‌فر، م. و تولایی، م.م. ۱۳۷۶. برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

گیوی، ج. ۱۳۷۶. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی. موسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره ۱۰۱۵، ۱۰۰ صفحه.

یدالهی نوش آبادی، س. ج.، جهانسوز، م.ر.، مجنون حسینی، ن.، و پیکانی، غ.ر. ۱۳۹۶. ارزیابی قابلیت تولید محصولات عمده زراعی در منطقه هشتگرد با استفاده از روش فائو. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۸(۱)، ۲۵-۳۸.

Allen, R.G., Percira, L.S., Rees, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration. Irrigation and Drainage paper, NO. 56, FAO, 300 P.

Howell, T.A., Evtt, S.R. and Tolk, J.A. 2001. Irrigation systems and management to meet future food/fiber needs and to enhance water use efficiency. In proceedings of the INIFAP-ARS joint meeting; A frame work for cooperation. Rio Bravo. Tamaulipas., Mexico and Weslaco. Texas. USA. Pp. 10-14.

Steduto, p., Hsiao, T., Fereres, E. and Raes, D. 2012. Crop Yield Response to Water. In: FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. Rome, FAO.

Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation Part I, Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculation. General Adminestration for Development Cooperation, Brusseis. 274 p.

Sys, C., Vanranst, E., Debaveye, I.J. and Beernaert,F. 1993. Land evaluation. Part III. Crop Requirements. General Administration for Development cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium. 199 p.

Zwart, S.J. and Bastiaanssen, G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat، rice، cotton and maize. Agricultural Water Management 69, 115-133.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Determination of potential climatic water productivity (PCWP) in Moghan region

AliakbarAzizi zohan[1*] ,Abdolmajid Liaghat[2] ,Mehdi Shahabifar[3] , AnvarAsadi jolodar[4] , SeyedAlirezaSeyed jalali[5]

[1] Ph.D. student of irrigation and drainage at Tehran University and Researcher of Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[2] Professor of Irrigation and Reclamation Department of Tehran University of Agriculture and Natural Resources Campus

3 and 4, Assistant Professor Soil and Water Research Institute (SWRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

,

[4] Scientific faculty member of the Department of Soil and Water Research, Ardabil provience

Abstract

One of the main ways to cope with the water crisis and achieving the goals for developing plans of the country, is to optimize water and production use with the aim of increasing agricultural productivity of water. Recently, with a systematic look in the complex cycle of water, soil, plant, atmosphere and human relationships, indicators have been introduced to measure the effect of various factors affecting water productivity. One of these indicators is the potential for climatic water productivity (PCWP), which limits the impact of climate restrictions on plant water productivity.In this research, by estimating FAO production potential and corn evapotranspiration under standard conditions (ETc) according to the method introduced in FAO publication, the value of PCWP index for the corn of the first forage, the second forage, the first grain and the second grain crop were obtained respectively 11.8, 13.5, 1.6, and 2 $Kg.M^{-3}$, in Moghan region. In terms of water productivity, the second cultivar increased the PCWP for the first cultivar for forage and grain corn 14.5% and 28%, respectively. Determining this index for different products in each region, along with other indicators, will help to decide and manage water allocation, modify the pattern and plant composition of the plant.

Keywords: Agricultural Calendar, Ardabil, Climatic Potential production , Evapotranspiration, FAO Growth Model