کاربرد شاخص کارایی مصرف آب و تابع عملکرد در تعیین الگوی کشت با هدف افزایش کارایی مصرف آب

حسین دهقانی سانیج، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج*
محمد مهدی نخجوانی مقدم، مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
*تلفن: ۲۷۰۵۳۲۰ و ۲۷۰۵۲۴۲-۰۲۶۱ نمابر: ۲۷۰۶۲۷۷-۰۲۶۱ پست االکترونیکی: dehghanisanij@yahoo.com

چکیده

محدودیت منابع آبی، رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخشهای مصرف کننده آب تقاضای بیشتری را برای مصرف آب داشته باشد. از طرفی کشور و بخصوص حتی در شرایط حاضر با کمبود آب روبرو می باشد. بنابراین مهمترین چالش بخش کشاورزی در شرایط کنونی تولید بیشتر غذا از آب کمتر است. در این زمینه یکی از مهمترین راهکارها، افزایش کارایی مصرف آب (WP) در بخش کشاورزی است. بررسی کارایی مصرف آب گندم و ذرت در طی ۵ سال نشان داد، دامنه تغییرات WP گیاه گندم در ایران نسبت به دامنه گزارش شده توسط فائو بالاتر بود. همچنین دامنه تغییرات WP گیاه ذرت در شمال غربی ایران نسبت به دامنه گزارش شده توسط فائو بالاتر بود، در عوض این دامنه در منطقه جنوب غربی ایران دامنه پایین تری را نشان داد. دامنه تغییراتWP برای گندم بین ۰/۵تا ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و برای ذرت بین ۰/۳تا ۲/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود. دامنه وسیع کارایی مصرف آب، فقدان برنامه ریزی و مدیریت برای افزایش تولیدات کشاورزی را نشان می‌دهد. تغییرات کارایی مصرف آب WP را می توان به نوع اقلیم، تقویم گیاهی و مدیریت آبیاری نسبت داد. حداکثر WP گندم در منطقه مشهد و در شرایط کاربرد کم‌آبیاری در طول فصل رشد گیاه بود در حالیکه حداکثر WP ذرت در منطقه کرج و در شرایط آبیاری کامل گیاه حاصل شد. نتایج بررسیها نشان داد که اولویت کاشت گندم بایستی در مناطقی از ایران باشد که با مصرف آب به میزان ۳۰۰ میلیمتر، کارایی آب محصول گندم در حدود ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود و کاشت گیاه ذرت نیز در مناطقی از ایران قابل توصیه است که با مصرف آب به میزان ۶۰۰ میلیمتر به کارایی آب محصول ذرت در حدود ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود.

کلید واژه‌ها: ***کارایی مصرف آب، ذرت، گندم و ایران***

۱- مقدمه

کشور ایران در یکی از خشکترین مناطق جهان قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه ایران در حدود ۲۵۰ میلیمتر است (کمتر از یک سوم میانگین بارندگی سالانه جهان). در کشور همین مقدار بارندگی نیز بطور کامل مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، بلکه بخش اعظم آن به صورت تبخیر (حدود ۷۱ درصد کل بارندگی سالانه) از دسترس خارج می‌شود. نواحی کشاورزی آبی در ایران حدود ۸/۶ میلیون هکتار است که این نواحی بالغ بر ۸۵/۲ بیلیون متر مکعب

Archive of SID
www.SID.ir

(۹۲ درصدکل منابع آب ایران) ازمنابع آبی را مورد استفاده قرارمی‌دهند. رشد سریع جمعیت ونیاز به تولید موادغذای بیشتر سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخشهای مصرف کننده آب (بخشهای صنعت و مصارف خانگی) تقاضای بیشتری را برای مصرف آب داشته باشد. لیکن محدودت منابع آبی امنیت غذای برای نسلهای آینده به‌خطر می‌افتد. بنابراین مهمترین چالش بخش کشاورزی تولید بیشتر غذا از آب کمتر است. این هدف تنها در صورتی تحقق می‌یابد که راهکارهای مناسبی برای ذخیره آب واستفاده مؤثرتر ازمنابع‌آبی در بخش‌کشاورزی به کارگرفته شوند. دراین زمینه یکی از مهمترین راهکارها، افزایش بهره‌وری از آب مورد استفاده است. بهره‌وری‌و یا به اصطلاح کارایی مصرف‌به استفادهٔ بهینهٔ از منابع آبی اطلاق می‌شود و دسترسی به آن از دو طریق عمده امکان پذیراست. روش اول این‌است‌که به‌ازاء ثابت نگاه داشتن میزان تولید محصول در سطح کنونی میزان آب مصرفی را کاهش دهیم و روش دوم بر مبنای افزایش عملکرد به ازاء واحد آب مصرفی است، بدین معنی که با حفظ منابع آبی موجود میزان محصول تولیدی را افزایش دهیم. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی کشور در حدود ۰/۸کیلوگرم بر مترمکعب تخمین زده می‌شود. از این پس با فرض اینکه برای هرنفر ازافراد جامعه میزان ۳۲۷۰ کیلوکالری انرژی و ۹۱ گرم پروتئین مورد نیاز است، بنابراین در سال ۲۰۲۰ که جمعیت ایران به حدود ۹۰ میلیون نفر برسد، میزان ۱۷۲ میلیون تن محصولات‌کشاورزی مورد نیاز خواهد بود از آنجاکه افزایش منابع محدودآبی امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا تنها راه تأمین امنیت غذایی‌کشور افزایش بهره‌وری‌آب در بخش کشاورزی می‌باشد.

واژه بهره‌وری آب کشاورزی (Crop Water Productivity, CWP) نیز نام برده شده است ، برای نشان دادن رابطه کمی میان رشد گیاه و میزان آب مصرفی به‌کار می‌رود. این واژه غالبا در دو زمینه زراعت و مهندسی تعریف می‌شود. یک متخصص زراعت بایستی تمرکز بیشتری بر روی کارائی آب در منطقه توسعه ریشه برای تعرق گیاه و همچنین تبدیل عملکرد گیاه به یک محصول بازارپسند داشته باشد. در عوض یک مهندس بایستی تمرکز بیشتری بر روی کارائی آب تحویل داده شده از منبع آبی به خاک داشته باشد. براین مبنا محققین علوم کشاورزی اصطلاح CWP را در زمینه‌های گوناگون به کار برده‌اند. دوایت (De Wite, 1958) اولین کسی بود که CWP را به صورت نسبت میزان عملکرد محصول (برحسب کیلوگرم) به میزان تعرق گیاه (برحسب مترمکعب) بیان نمود. ویتس (Viets, 1962) CWP را برای نشان دان نسبت عملکرد گیاه به مقدار آب مورد استفاده گیاه به‌کار برد. مولدن (Molden, 1997) یک تعریف وسیعی از CWP برای تجزیه و تحلیل کاربرد آب در سطوح مختلف ارائه کرد. کیجنه و همکاران (Kijne et al., 2003) یک بررسی و بازبینی از کارهای انجام شده مرتبط با CWP از زمان معرفی این مفهوم ارائه دادند.

کیجنه و همکاران (Kijne et al., 2003) راهکارهایی را به منظور افزایش CWP از طریق بهبود مدیریت منابع در سطوح گیاه، مزرعه، و حوضه ارائه کرده اند. برخی از شیوه ها و گزینه هایی که می‌توانند در این زمینه به کار گرفته شوند عبارتند از ۱) در سطح گیاه : افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی و شوری از طریق به کارگیری شیوه های اصلاح نژاد گیاهان، ۲) در سطح زراعی: افزایش تابع تولید محصول از آب، کاربرد کم آبیاری، تصحیح تاریخ کاشت و شخم زنی به منظور کاهش تبخیر و تعرق و افزایش نفوذ خاک ۳) در سطح حوزه: اسفاده مجدد از آب و تجزیه و تحلیل مکانی (فضایی) به منظور حداکثر کردن محصول و حداقل نمودن تبخیروتعرق.

مهمترین کار بین‌المللی در ارتباط با CWP توسط دورنباس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) انجام گرفته است. دورنباس و کاسام با استفاده از مدل استیوارت (Stewart, 2003) روشی را به منظور تعیین رابطه بین عملکرد واقعی گیاه با مقدار آب مصرف شده توسط گیاه (تبخیر و تعرق) و با عنوان تابع تولید محصول از آب تعیین نمودند. دورنباس و کاسام این مدل را با داده های به دست آمده از تحقیقات زراعی برای گیاهان مختلف آزمایش کردند و نتیجه گرفتند که یک رابطه قوی بین عملکرد و تبخیر و تعرق گیاه برقرار است. آنها همچنین نتیجه گرفتند که در شرایط کم آبیاری با فرض اینکه تمام آب داده شده صرف تبخیر و تعرق گیاه شود، رابطه مذکور یک رابطه خطی است. اویس و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (Oweis et al., 1999) دریافتند که با اعمال آبیاری تکمیلی گیاه گندم، متوسط کارایی مصرف آب از میزان ۰/۷۵ کیلوگرم برمتر مکعب به میزان ۲/۲۱ کیلوگرم برمتر مکعب افزایش پیدا کرده است. در تحقیقی رابطه بین کارایی مصرف آب با پارامترهایی نظیر شاخص برداشت و تبخیر و تعرق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین ارقام مختلف گندم از نظر کارایی مصرف آب و شاخص برداشت اختلاف معنی‌دار وجود دارد و ارقام با طول رشد کوتاهتر معمولا دارای کارایی مصرف آب بیشتری هستند(Ehdaie, 1995). در طی سالهای اخیر تحقیقات متنوعی به منظور بازبینی و بررسی روابط عملکرد با آب مصرفی گیاه برای گیاهان مختلف در مناطق مشخص و با شیوه‌های مدیریت آبی متفاوت انجام شده است. تحقیق حاضر به منظور بررسی مقادیر CWP برای گندم و ذرت در مناطق خاصی از کشور و امکان بهبود بهره وری آب از طریق تغییراتی در الگوی کشت می‌باشد

۲- مواد و روشها

داده ها و اطلاعات مورد نیاز در این بررسی که بر اساس مقدار آب مصرفی (I) و عملکرد (Y) محصول دو گیاه گندم و ذرت است، حاصل نتایج ۱۰فقره طرح تحقیقاتی است که طی سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ در موسسه تحقیقاتی فنی و مهندسی کشاورزی انجام گرفته اند. آزمایشات در ۵منطقه کشور شامل کرج، مشهد، ارومیه، دزفول و اصفهان انجام شد. محل انجام تمامی آزمایشات در ایستگاههای تحقیقاتی بوده که این ایستگاها ازلحاظ شرایط محیطی، اقلیمی، نوع خاک و آبیاری متفاوت بودند. مبنای محاسبه نیاز آبی گیاه در تمام آنها معادله پنمن مانتیث (Allen et al., 1998) بود و مقدار آب آبیاری بر اساس درصدهای متفاوت از نیاز آبی گیاه بود. برای بررسی روند میزان آب خاک در طول فصل رشد، رطوبت خاک با استفاده از روش وزنی تعین می‌شد. مقدار کود داده شده بر اساس سطوح کودی توصیه شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب بوده است. از آنجا که هدف این پژوهش تعیین یک دامنه قابل قبول از مقادیر CWP بود ، لذا تمامی مقادر I و Y اندازه‌گیری شده در آزمایشات مذکور در محاسبات مد نظر قرار گرفتند.

۲-۱- بهره‌وری آب گیاه

در سیستم کشاورزی CWP نشان‌دهنده میزان ماده تولیدی گیاه به‌ازاء واحد آب مصرفی است (Molden, 1997) که به صورت رابطه ذیل بیان می‌گردد.

$$CWP = \frac{Y}{W} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق پارامتر می‌تواند بیانگر کل ماده تولید شده توسط گیاه، مقدار ماده خشک تولیدی گیاه و یا عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه یا عملکرد بیولوژیکی و یا هر دو) باشد. پارامتر W ممکن است به صورتهای مختلف از جمله مقدار آب تعرق یافته بوسیله گیاه، مقدار تبخیر از سطح خاک و گیاه (تبخیر و تعرق)، مقدار آب به‌کار برده شده برای زراعت (مجموع مقادیر بارندگی و آبیاری)، مقدار آب مفید مصرفی و یا مقدار آب مفید و غیر مفید مصرفی ارائه شود (Molden, 1997) می شود. در این بررسی از روابط ذیل برای CWP استفاده گردید.

$$CWP_{ETC}\,(kg\,m^{-3}) = \frac{Ya\,(kg)}{ETC\,(m^3)} \qquad (۲)$$

$$CWP_{I}\,(kg\,m^{-3}) = \frac{Ya\,(kg)}{I\,(m^3)} \qquad (۳)$$

در رابطه فوق ETC بیانگر مقدار نیاز آبیاری خالص گیاه است. ETC در حد امکان بایستی در جهت تولید محصول استفاده شود از آنجاکه تلفات غیر قابل اجتناب بدلیل نفوذ عمقی سبب افزایش مخرج کسرمی‌شود. در نتیجه این امر سبب کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

CWP_{ETC} به سمت CW_{PI} می‌شود.

در خصوص بررسی واریته‌های مختلف لازم به ذکر است که سیدکاک و همکاران ((Siddique et. al., 1990) در تحقیقی که به منظور مقایسه مقادیر CWP واریته‌های قدیمی و جدید گندم انجام دادند، تفاوت معنی‌داری را بین کل ماده خشک واریته‌های جدید و قدیم گندم مشاهده نکردند (Peng et al., 1998; Tuong, 1999).

۲-۲- تابع تولید CWPF

تابع تولید تابعی ریاضی است که بیانگر رابطه بین مقدار آب داده شده ومحصول تولیدی در گیاهان زراعی می‌باشد. توابع تولید می تواند بصورت فصلی یا بر اساس مراحل مختلف رشد گیاه تعریف گردد.در این مقاله تابع تولید (CWPF) با استفاده از مدل ارائه شده توسط استیوارت و همکاران(Stewart et al., 1977) و دورنباس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) محاسبه شد. این رابطه بر اساس رابطه بین نسبت عملکرد و تبخیروتعرق و به صورت نسبت کاهش محصول با نسبت کاهش تبخیروتعرق بیان می شود.

$$1-\frac{Ya}{Ymax}=Ky\left(1-\frac{ETa}{ETmax}\right) \qquad (۴)$$

که در آن ETa تبخیر و تعرق واقعی گیاه در فصل رشد (میلی‌متر)، ETmax تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه در فصل رشد (میلی‌متر)، Ymax حداکثر عملکرد گیاه در فصل رشد (تن در هکتار)، Ya عملکرد واقعی محصول (تن در هکتار) و Ky فاکتور حساسیت محصول است و به نوع گیاه و مقاومت آن به خشکی بستگی دارد.

دورنباس و کاسام مقادیر Ky را به صورت مقادیرKy مجزا برای هر مرحله مشخص رشد و همچنین به صورت مقادیر Ky فصلی برای کل دوره رشد گیاه برای چندین گیاه مختلف ارائه نموده اند.Ky فصلی براساس کم آبیاری در کل دوره رشد و Ky مرحله ای بر اساس کم آبیاری در مراحل مجزا و مشخص از فصل رشد است. در این مطالعه از آنجا که در تمامی آزمایشات تیمارهای تنش آبی همانند تیمارهای آبیاری کامل در کل دوره رشد اعمال شدند، لذا ما تنها توانستیم مقادیر Ky فصلی را تعیین کنیم.

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

اطلاعات درباره نوع خاک اطلاعات زراعی شامل تارخ کاشت و طول دوره رشد دو گیاه ذرت و گندم در جدول ۱ ارائه شده است. دامنه تغییرات WP برای گندم بین ۰/۵تا ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و برای ذرت بین ۰/۳تا ۲/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود. با وجود تفاوت بی دامنه تغییراتWP دو گیاه مذکور، حداکثر تعداد مشاهدات برای هر دو گیاه ذرت و گندم یکسان و بین۱/۱ تا ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود. برای حذف داده‌های اضافی از پایگاه داه‌ها بین ۵ تا ۹۵ درصد توزیع فراوانی تجمعی کل داده‌های مربوط به WP دو گیاه گندم را به عنوان دامنه تغییرات WP در نظر گرفتیم (جدول ۲).

تعداد مقادیر اندازه‌گیری شده WP برای گیاه گندم در مقایسه با گیاه ذرت به مقدار قابل توجهی بیشتر بود. دامنه تغییرات WP برای گندم بین ۰/۵تا ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود. دورنباس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) دامنه تغییرات پایین‌تری را برای WP گیاه گندم گزارش نموده‌اند (جدول ۲). حداکثر مقدار WP گندم در منطقه مشهد و در شرایط کاربرد کم آبیاری در طول فصل رشد گیاه بود در حالیکه حداکثر عملکرد در منطقه کرج و در شرایط آبیاری کامل گیاه بود. بر این اساس ما می توانیم نتیجه بگیریم که حداکثر WP در شرایط کم آبیاری حاصل می‌شود. دامنه تغییرات WP ذرت در این مطالعه (بین ۰/۳تا ۲/۳ کیلوگرم بر متر مکعب) بر خلاف مقادیر گزارش شده توسط دورنباس و کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) برای ذرت (۰/۶تا ۱/۶ کیلوگرم بر متر مکعب) دارای دامنه وسیعتری بود. حداکثر مقدار WP ذرت در منطقه ارومیه به میزان ۲/۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب و در شرایطی‌که عملکرد و تبخیرتعرق گیاه

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - *تقویم گیاهی دو محصول گندم و ذرت در مکانهای مورد آزمایش*

نوع گیاه	مکان				
	کرج	مشهد	ارومیه	دزفول	اصفهان
گندم					
تاریخ کاشت	۱ آبان	۱ آبان	۲۰ مهر	-	-
طول دوره رشد	۱۹۰	۲۰۰	۲۰۰	-	-
بافت خاک	لومی شنی	لومی رسی	سیلتی لوم	-	-
ذرت					
تاریخ کاشت	۱۰ اردیبهشت	۲۰ اردیبهشت	۱ اردیبهشت	۲۰ تیر	۳۰خرداد
طول دوره رشد	۱۳۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۱۰	۱۱۵
بافت خاک	لومی شنی	لوم	لومی رسی	-	-

ذرت به ترتیب به میزان ۱۵۹۰۰کیلوگرم و۸۱۵۰ مترمکعب بودند، اندازه‌گیری گردید. حداکثر مقدار تبخیرتعرق در منطقه دزفول به میزان ۳۲۵۵۸ متر مکعب اندازه‌گیری شد، و این در شرایطی بود که حداقلWP مشاهده گردید. حداکثر مقادیر WP ذرت در آزمایشهای تحقیقاتی به ترتیب در مناطق ارومیه، مشهد، اصفهان، کرج و دزفول مشاهده گردید.

بر خلاف آنکه در اغلب مطالعات همبستگی مستقیمی بین عملکرد و آب آبیاری وجود دارد و با افزایش آب آبیاری عملکرد گیاه افزایش می‌یابد ، اما در این مطالعه ضریب همبستگی بالایی بین عملکرد محصول و میزان آب به-کاررفته برای هر دو محصول وجود نداشت (شکل‌های ۱و۲). براین اساس نتیجه می‌گیریم که توابع عملکرد-آب آبیاری تنها ارزش محلی دارند و برای کاربرد در مقیاس وسیع به منظور طراحی مدیریت آب کشاورزی نمی‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. چندین فاکتور که بر روابط آب-خاک-گیاه اثر می‌گذارند، ممکن است سبب ایجاد دامنه وسیع مقادیر (جدول ۲) شوند. از مهمترین این فاکتورها می‌توان به اقلیم، مدیریت آب آبیاری و مدیریت خاک اشاره کرد.

اثر پارامترهای اقلیمی بر روی رابطه بین فتوسنتز و تعرق در چندین مقاله تشریح شده است (De Wite, 1958; Bierhuizen and Styler, 1965; Tanner and Sinclair 1983). تانر و سینکلیر (Tanner and Sinclair, 1983) یک رابطه معکوس بین کمبود فشار بخار اشباع هوا و بهره‌وری آب گیاه پیدا کردند. همانطور که با افزایش فاصله از خط استوا کمبود فشار بخار هوا عموما کاهش می‌یابد، با افزایش عرض جغرافیایی نیز انتظار می‌رود که CWP کاهش یابد. این موضوع توسط زوارت و باستانیاسن (Zwart and Bastiaanssen, 2004) بررسی شده و مورد تأیید قرار گرفته است. ما نتیجه مشابهی را برای بهره‌وری آب گندم مشاهده کردیم. ارومیه با بیشترین عرض جغرافیایی بالاترین بهره‌وری آب را به میزان ۱/۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب دارا می‌باشد.

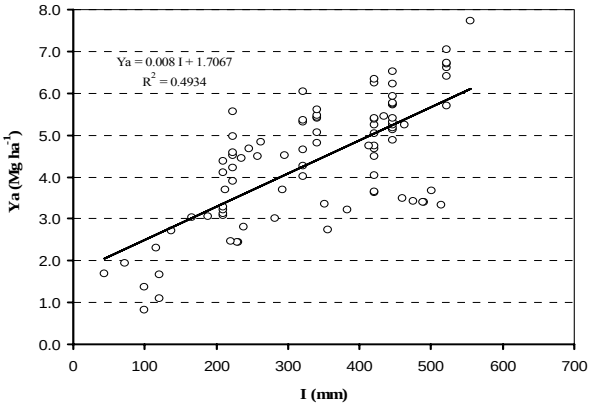
جدول ۲ - *دامنه تغییرات گزارش شده برای مقادیر* CWP *توسط* (Doorenbos and Kassam, 1979) *و همچنین دامنه تغییرات، مقادیر ماگزیمم، مینیمم، میانه، میانگین و ضریب تغییرات بدست آمده برای مقادیر* CWP *در این تحقیق.*

نوع محصول	دامنه تغییرات CWP (FAO33) ($kg\ m^{-3}$)	دامنه تغییرات* CWP (این تحقیق) ($Kg\ m^{-3}$)	تعداد	مینیمم	ماگزیمم	میانگین	میانه	ضریب تغییرات CV
گندم	۰/۸-۱	۰/۵-۱/۸	۲۵۵	۰/۲۳	۲/۶۵	۱/۲۳	۱/۱۹	۰/۴۱
ذرت	۰/۸-۱/۶	۰/۳-۲/۳	۵۳	۰/۲	۲/۵۵	۱/۲۵	۱/۲	۰/۵۰

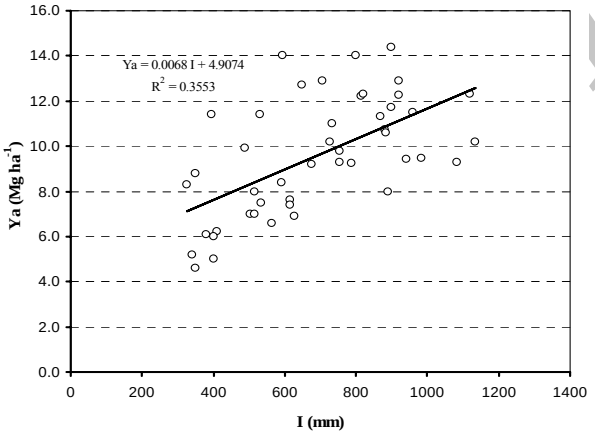
*دامنه تغییرات در نظر گرفته شده برای مقادیر CWP در تحقیق حاضر برابر ۵ و ۹۵ درصد کل دامنه است

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ - *رابطه بین عملکرد گندم (Ya) و عمق آب آبیاری (I)*

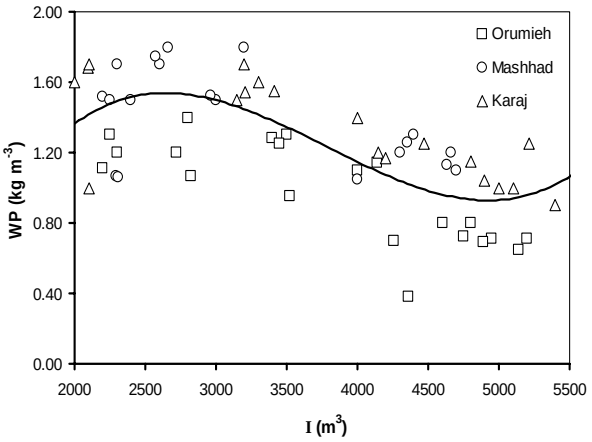


شکل ۲ - *رابطه بین عملکرد ذرت (Ya) و عمق آب آبیاری (I)*

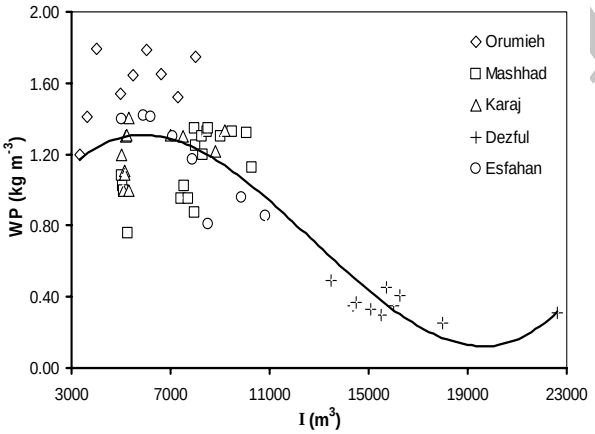
در شکلهای ۳ و ۴ به ترتیب مقادیر CWP دو گیاه گندم و ذرت در مقابل مقدار آب داده شده در آزمایشهای زراعی مختلف رسم شده است. شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهند که همزمان با کاهش آب آبیاری مقادیر CWP افزایش یافته‌اند. اویس و هاسمن (Oweis and Hachum, 2006) نیز الگوی مشابهی را برای گندم دروم در شرایط آبیاری تکمیلی در شمال سوریه پیدا کردند. شکلهای ۳ و ۴ نشان می دهند که مقدار CWP گیاه گندم در منطقه ارومیه و برای هر مقدار آبیاری نسبت به سایر مناطق کمتر است، در حالیکه میزان CWP گیاه ذرت برای همین منطقه در مقایسه با سایر مناطق بیشتر است. نتایج نشان داد با وجود اینکه میزان آب بکاربرده شده برای آبیاری گیاه ذرت در منطقه دزفول تقریبا بین ۶۰ تا ۲۰۰ درصد بیشتر از سایر مناطق بود، ولی CWP گیاه ذرت در منطقه مذکور از متوسط سایر مناطق آزمایشی کمتر بود. با مشاهده نتایج شکلهای ۳ و ۴ درمی‌یابیم که CWP دو گیاه گندم و ذرت با افزایش میزان آب آبیاری به ترتیب از مقادیر ۳۰۰ و ۶۰۰ میلیمتر کاهش می یابند. براین اساس برای دسترسی به مقدار بهینه CWP در سطح کشور ، اولویت کاشت گندم بایستی در مناطقی از کشور باشد که با مصرف آب به میزان ۳۰۰ میلیمتر، بهره‌وری آب محصول گندم در حدود ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود. این مطلب برای گیاه ذرت نیز صادق است به نحوی که کاشت گیاه ذرت نیز در مناطقی قابل توصیه است که با مصرف آب به میزان ۶۰۰ میلیمتر به بهره‌وری آب محصول ذرت در حدود ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ - *رابطه بین بهره‌وری آب گندم (CWP) و عمق آب آبیاری (I)*



شکل ٤ - رابطه بین بهره‌وری آب ذرت (CWP) و عمق آب آبیاری (I)

در شرایطی که در کشورمان از یک طرف با محدودیت منابع آبی مواجه هستیم و از طرف دیگر مشکلی از لحاظ محدودیت زمین نداریم، برای افزایش بهره وری آب بجای اینکه با مصرف میزان زیاد آب به دنبال حداکثر کردن محصول باشیم، بهتر است به دنبال ذخیره کردن منابع آبی برای استفاده در آبیاری اراضی جدید باشیم. دستیابی به حداکثر میزان CWP اغلب با علاقه کشاورزان که هدف شان تنها افزایش بهره وری زمین یا منفعت اقتصادی هست، همزمان نیست. برای رسیدن به بهروری بالا به تغییر در علم آبیاری، در شیوه‌های مدیریتی آبیاری و در تخصیص منابع آبی برای تبدیل استراتژی حداکثر آب آبیاری- حداکثر عملکرد به سمت استراتژی آبیاری کمتر- حداکثر بهره‌وری محصول نیاز داریم.

برای هر دو محصول گندم وذرت یک مدل خطی بین نسبت عملکرد و تبخیر و تعرق بسط داده شد. از آنجاییکه شرایط رشد گیاه در بین مناطق مختلف آزمایشی متغیر بود، لذا مقداری پراکندگی بین مقادیر Ky مشاهده گردید. برای گیاه ذرت در یک خاک با بافت لومی رسی و تحت شراط آبیاری شیاری، یک رابطه منحنی الخط بین نسبت عملکرد و تبخیر و تعرق وجود دارد که این امر احتمالا به‌علت نفوذ عمقی می‌باشد (Kipkorir et al., 2002). شیب تابع تولید محصول از آب (Ky) برای گیاه گندم در مشهد و کرج به ترتیب ۱/۰۳ و ۱/۲۲ بود مقدار Ky فصلی گیاه گندم توسط دورنباس و کاسام (۱۹۷۹) برابر ۱ گزارش شده است. کاربرد کم آبیاری برای کشت گندم در منطقه مشهد مؤثرتر از منطقه کرج است. نتیجه مشابهی نیز برای کشت گیاه ذرت در منطقه ارومیه نیز وجود داشت. شیب تابع تولید محصول از آب

Archive of SID

www.SID.ir

(Ky) برای گیاه ذرت در منطقه ارومیه برابر ۱/۰۳ بود، در حالیکه برای منطقه مشهد برابر ۱/۴۶ بود. تغییرات زیاد در مقدار Ky برای گیاه ذرت در مقایسه با مقادیر گزارش شده توسط دورنباس کاسام (Doorenbos and Kassam, 1979) ممکن است به علت حساسیت زیاد گیاه ذرت به کم آبیاری باشد. نتایج مشابهی نیز توسط محققین دیگر گزارش شده است. حساسیت بالای گیاه ذرت به تنش آبی نشان دهنده اینست که در شرایط کم آبی، کاربرد روشهای مدیریتی آبیاری بدون افت محصول مشکل است (Lamm et al. 1994).

شیب تابع تولید محصول از آب (Ky) به چندین فاکتور از جمله اقلیم، خصوصیات خاک و مهارتهای آبیاری بستگی دارد (Tolk and Howell, 2003). شیب تابع تولید محصول از آب (Ky) گیاه گندم در منطقه مشهد در مقایسه با منطقه کرج که درصد رس خاک آن بیشتر بود، کمتر بود. همچنین نتیجه مشابهی برای گیاه ذرت در منطقه ارومیه در مقایسه با منطقه مشهد مشاهده گردید. از آنجا که خصوصیات خاک بر میزان آب مصرفی، رشد و عملکرد گیاه تاثیر می-گذارند، لذا این ویژگیها را بایستی در موقع مطالعه شیوه‌های کم آبیاری در نظر گرفت. استوکل و جیمز (Stockle and James, 1989) دریافتند که ظرفیت نگهداری بالای خاک، حجم زیاد آب خاک در هنگام کاشت و سیستم عمیق ریشه فاکتورهای مهمی برای کاربرد مؤثر کم آبیاری هستند.

٤- نتیجه‌گیری نهایی

دامنه تغییراتWP برای گندم بین ۰/۵تا ۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و برای ذرت بین ۰/۳تا ۲/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود. این دامنه وسیع کارایی مصرف آب، فقدان برنامه ریزی و مدیریت برای افزایش تولیدات کشاورزی را نشان می‌دهد. تغییرات کارایی مصرف آبWP را می توان به نوع اقلیم، تقویم گیاهی و مدیریت آبیاری نسبت داد. حداکثر WP گندم در منطقه مشهد و در شرایط کاربرد کم‌آبیاری در طول فصل رشد گیاه بود در حالیکه حداکثر WP ذرت در منطقه کرج و در شرایط آبیاری کامل گیاه حاصل شد. نتایج بررسیها نشان داد که اولویت کاشت گندم بایستی در مناطقی از ایران باشد که با مصرف آب به میزان ۳۰۰ میلیمتر، کارایی آب محصول گندم در حدود ۱/۵ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود و کاشت گیاه ذرت نیز در مناطقی از ایران قابل توصیه است که با مصرف آب به میزان ۶۰۰ میلیمتر به کارایی آب محصول ذرت در حدود ۱/۳ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود. نتایج بررسی نشان داد که نواحی مختلف واکنشهای متفاوتی را نسبت به کم آبیاری نشان دادند. برای کشت گندم و ذرت تحت شرایط کم آبیاری منطقه مشهد نسبت به دومنطقه کرج و ارومیه مؤثرتر بود. با افزایش عرض جغرافیایی متوسطWP افزایش یافت که این امر احتمالا با کمبود فشار بخار اشباع مرتبط می‌باشد.

٥- مراجع

[1] De Wite, C. T. (1958). Transpiration and crop yields. Verslag. Landbouwk. Onderz. 64.6. Institute of Biology and Chemistry Research on Field Crops and Herbage. Wageningen, The Netherlands, 88pp.

[2] Viets, F. G. (1962). Fertilizers and the efficient use of water. Adv. Agron. 14:223–264.

[3] Molden, D. (1997). Accounting for water use and productivity. SWIM Paper 1. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka. 16 pp.

[4] Kijne, J. W., Tuong, T. P., Bennett, J., Bouman, B., and Oweis, T. (2003). Ensuring food security via improvement in crop water productivity. Background paper in CGIAR Challenge Program on Water and Food. CGIAR, IWMI, Colombo, Sri Lanka; 3-42.

[5] Doorenbos, J., and Kassam, A.H. (1979). Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper No. 33. FAO, Rome, 193pp.

Archive of SID

www.SID.ir

[6] Stewart, J. I., Hagan, R. M., Pruitt, W. O., Hanks, R. J., Riley, J. P., Danielson, R. E., Fraanklin, W.T., and Jackson, E. B. (1977). Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah Water Research Laboratory Publication, PRWG151-1.

[7] Oweis, T., Hachum, A. and Kijne, J. (1999). Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency in the Dry Areas. SWIM Paper 7, International Water Management Institute, Colombo,Sri Lanka.

[8] Ehdaie, B. (1995). Variation in water-use efficiency and its components in wheat: II. Pot and field experiments. Crop-Science. 35(6) : 1617-1626.

[9] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, 300pp.

[10] Siddique, K. H. M., Tennant, D., Perry, M. W., Belford, R. K.. (1990). Water use and water use efficiency of old and modern cultivars in a Mediterranean-type environment. Australian Journal of Agricultural Research **41(3):** 431-447.

[11] Peng, S., Laza, R. C., Khush, G. S., Sanico, A. L., Visperas, R. M., and Garcias, F. V. (1998). Transpiration efficiencies of indica and improved tropical japonica rice grown under irrigated conditions. Euphytica 103(1): 103-108.

[12] Tuong, T. P. (1999). Productive water use in rice production: opportunities and limitations. Journal of Crop Production 2(2): 241-264.

[13] Bierhuizen, J. F., and Slayter, R. O. (1965). Effect of atmospheric concentration of water vapour and CO_2 in determining transpiration–photosynthesis relationships of cotton leaves. Journal of Agricultural Meteorology. 2: 259-270.

[14] Tanner, C. B., and Sinclair, T. R. (1983). Efficient water use in crop production: research or re-search? In Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Taylor HM, Jordan WR, Sinclair TR (eds.). American Society of Agronomy; 1-27.

[15] Zwart, S. J., and Bastiaanssen, W. G. M. (2004). Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management 69(2): 115-133.

[16] Oweis, T., and Hachum, A. (2006). Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management 80(1-3): 57-73.

[17] Kipkorir, E. C., Raes, D., and Massawe, B. (2002). Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya. Agricultural Water Management 56(3):229-240.

[18] Lamm, F. R., Rogers, D. H., and Manges, H.L. (1994). Irrigation scheduling with planned soil water depletion. Transaction of ASAE 37(5): 1491–1497.

[19] Tolk, J.A., and Howell, T.A. (2003). Water use efficiencies of grain sorghum grown in three USA southern Great Plains soils. Agricultural Water Management 59(2): 97-111.

[20] Stockle, C.O., and James, L. G. (1989). Analysis of deficit irrigation strategies for corn using crop growth simulation. Irrigation Science 10(2): 85-98.

Archive of SID

www.SID.ir