نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۹۶۰-۹۵۳

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 953-960

بررسی تاثیر سطوح مختلف آب آبیاری بر کارایی مصرف آب در گیاه ریحان رقم کشکنی لولو با استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای

مریم حمزه‌زاده[۱]- پرویز فتحی[۲*]- تیمور جوادی[۳]- عباس حسنی[٤]

تاریخ دریافت:۸۸/۵/۱۲
تاریخ پذیرش:۹۰/۷/۱۰

چکیده

محدودیت منابع آبی و وقوع خشکسالی‌های اخیر، استفاده از روش‌های نوین مدیریتی و برنامه‌ریزی بهینه آبیاری کشاورزی را اجتناب‌ناپذیر نموده است. ارائه رابطه ریاضی مناسب و پویا بین پارامترهای عملکرد، تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب، اولین و مهم‌ترین قدم در مدیریت بهینه آب آبیاری و اعمال استراتژی‌های کم‌آبیاری گیاهان در سطح مزرعه می‌باشد. در همین راستا، به‌منظور استخراج تابع تولید گیاه ریحان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار آب آبیاری شامل: ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی و در سه تکرار به‌صورت آزمایش گلدانی در گلخانه شیشه‌ای دانشگاه کردستان به اجرا درآمد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد در تابع تولید خطی کارایی مصرف حاشیه‌ای به ازای مقادیر مختلف تبخیر و تعرق دارای مقدار ثابتی است، در نتیجه برای تشریح جزئیات روابط نمی‌توان از آن استفاده نمود. اما در تابع تولید درجه دوم کارایی مصرف آب حاشیه‌ای با افزایش تبخیر و تعرق کاهش یافت و در تبخیر و تعرق برابر ۳۴۸ میلی‌متر منحنی کارایی مصرف آب را قطع نمود. در این نقطه الاستیسته تولید آب برابر ۱ و کارایی مصرف آب بیشینه مقدار خود را دارا می‌باشد. نتایج نشان داد عملکرد بیشینه در تبخیر و تعرق برابر ۳۷۶ میلی‌متر اتفاق می‌افتد. در این نقطه الاستیسته تولید آب برابر صفر می‌باشد. بیشینه کارایی مصرف آب و بیشینه عملکرد در یک نقطه اتفاق نمی‌افتد. در عملکرد بیشینه، تبخیر و تعرق دارای ۸ درصد افزایش نسبت به کارایی مصرف آب بیشینه است، در صورتی‌که مقدار عملکرد محصول به میزان ۴/۲ درصد افزایش یافت. همچنین فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب در تابع تولید درجه دوم بیشتر از تابع تولید خطی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز حاشیه‌ای، تابع تولید، ریحان، کارایی مصرف آب

مقدمه

اهمیت مدیریت آبیاری در افزایش عملکرد محصولات زراعی و مصرف ۹۳/۵ درصد از آب استحصالی در بخش کشاورزی، این مطلب را نشان می‌دهد که هر گونه تلاش برای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب در کشور بدون توجه شایان به این بخش نمی‌تواند قرین موفقیت باشد. لذا تحقیق و مطالعه در مورد راهکارهای بهینه‌سازی کارایی مصرف آب نقش حیاتی در افزایش عملکرد در واحد سطح و همچنین افزایش سطح اراضی فاریاب به‌عهده خواهد داشت (۲).

اگر چه تحقیقات وسیعی در رابطه با اثر تنش خشکی بر روی محصولات زراعی و باغی انجام گرفته است اما متأسفانه رفتار سبزیجاتی نظیر ریحان تحت شرایط کمبود آب به خوبی مطالعه نشده است. فهم و درک موجودیت و ادامهٔ حیات چنین محصولاتی در نواحی خشک و نیمه‌خشک و ایجاد شرایط بهینه برای کشت آنها، نیازمند اطلاعات بیشتر در زمینه عکس‌العمل آنها نسبت به کمبود آب می‌باشد (۷) .

ریحان (*Ocimum basilicum*) یکی از گیاهان مهم متعلق به خانوادهٔ نعناع است که به عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. ریحان در درمان برخی از بیماری‌ها و نیز در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی و عطرسازی استفاده می‌شود. علی‌رغم آنکه منشأ این گیاه ایران،

۱و۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
(*- نویسنده مسئول: Email: fathip2000@yahoo.com)
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان
۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

Archive of SID
www.SID.ir

افغانستان و هند گزارش گردیده است (۱) و کشت آن در اکثر مناطق کشور رایج است ولی با این حال اطلاعات بسیار اندکی در رابطه با نیاز آبی، مدیریت آبیاری و عکس‌العمل آن به شرایط تنش‌زا نظیر تنش آبی وجود دارد. تنش آبی سبب کاهش چشم‌گیری در ماده خشک و تر ریحان می‌گردد (۱۱).

سیمون و همکاران (۱۴) اثر رژیم‌های مختلف آبی شامل هر ۲۴ ساعت دو بار آبیاری (شاهد)، هر ۴۸ ساعت یک بار آبیاری (تنش آبی ملایم) و هر ۷۲ ساعت یک بار آبیاری (تنش آبی متوسط) را بر روی گیاه ریحان بررسی و مشاهده نمودند که با تشدید کمبود آب، وزن خشک برگ و ساقه کاهش می‌یابد. تنش آبی کم (پتانسیل آب برگ ۰/۶۸ – مگاپاسکال) اثر معنی‌داری بر سطح برگ نداشت اما تنش آبی متوسط (پتانسیل آب برگ ۱/۱۲ – مگاپاسکال) ابعاد سطح برگ را کاهش داد. آنان همچنین گزارش کردند در شرایط تنش آبی وزن خشک و تر ریحان کاهش یافت. بایک و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند که با افزایش تنش آبی رشد محصول ریحان کاهش می‌یابد. حسنی و معینی علیشاهی (۳) اثر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ریحان بنفش را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنش آبی تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ریحان دارد.

تابع تولید محصول- آب، رابطه مابین سطوح مختلف آب مصرفی و مقدار محصول تولیدی را نشان می‌دهد، که می‌تواند در ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب بر اساس آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد. یکی از معادلات مربوط به تابع تولید، از رابطه عملکرد و تبخیر و تعرق تجمعی فصل رشد محصول به‌دست می‌آید (۵، ۱۲ و ۱۶).

وکس و پرویت (۱۶) در قالب یک طرح تحقیقاتی ضمن مرور تابع تولید محصولات مختلف، به این نتیجه رسیدند که در اکثر محصولات کشاورزی عملکرد محصول، تابعی خطی از تبخیر و تعرق می‌باشد. لیو و همکاران (۱۰) و سندهو و همکاران (۱۳) در در قالب طرح‌های تحقیقاتی، تابع تولید محصولات مختلف را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد در شرایطی که مقدار یا تعداد دفعات آبیاری افزایش یابد، عملکرد بعضی محصولات تابعی غیرخطی از تبخیر و تعرق خواهد بود. جرمیس و همکاران (۱۹۶۹) و گالاتی و ماراتی (۱۹۷۹) در مطالعه‌هایی که بر روی محصولات پنبه، گندم و نیشکر انجام دادند، گزارش نمودند که تابع درجه دوم بهترین توصیف از رابطه بین عملکرد و تبخیر و تعرق برای محصولات مورد مطالعه می‌باشد. لیو و همکاران (۱۰) با بررسی تابع تولید محصول ذرت در دو حالت خطی و درجه دوم به این نتیجه رسیدند که آبیاری بیش از حد و غیر ضروری سبب افزایش تبخیر و تعرق بدون افزایش عملکرد می‌گردد. ژانگ و لیو (۹) از مفهوم الاستیسیته برای تعیین مقدار مصرف بهینه آب و کود در تولید محصول ذرت استفاده نمودند. درنبوس و کاسام (۴) رابطه‌ای برای توصیف ارتباط عملکرد نسبی، تبخیر و تعرق نسبی و فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب (k_y) ارائه نمودند.

فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب، کاربرد فراوانی در تحقیقات مرتبط با تابع تولید دارد اما این فاکتور در توصیف روابط بین عملکرد، تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب، به‌ویژه در توابع تولید درجه دوم، کارایی خود را از دست می‌دهد. استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای علاوه بر نداشتن معایب استفاده از فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب، راهکاری مناسب در شناخت جزئیات بیشتر روابط عملکرد، تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب و همچنین تعیین مقادیر بهینه اقتصادی و مدیریتی آب آبیاری در شرایط خشکسالی و محدودیت منابع آبی به‌شمار می‌آید (۱۰).

بررسی منابع و مقالات موجود و در دسترس نشان داد که در زمینه تحقیق حاضر هیچ‌گونه تحقیق مشابهی انجام نشده است. هدف از این تحقیق بررسی رابطه عملکرد، تبخیر و تعرق و کارایی مصرف آب در گیاه ریحان بر مبنای تئوری آنالیز حاشیه‌ای می‌باشد.

تئوری مسئله

مقدار محصول تولیدی علاوه بر مقدار آب آبیاری تحت تأثیر عوامل مختلفی از قبیل نوع خاک و مقدار مواد مغذی آن، مشخصات گیاه، شرایط آب و هوایی و سایر عوامل می‌باشد. در این تحقیق با فرض ثابت بودن کلیه عوامل، عملکرد به‌عنوان تابعی از تبخیر و تعرق فصلی محصول در نظر گرفته می‌شود. تئوری آنالیز حاشیه‌ای در واقع استفاده از مشتقات تابع تولید و استفاده از دو مفهوم کارایی مصرف حاشیه‌ای آب $(MWUE)$ و ضریب الاستیسیته تولید آب (EWP) برای تشریح جزئیات بیشتر تابع تولید می‌باشد. از این تئوری می‌توان در شرایط کم‌آبیاری برای تعیین شرایط بهینه اقتصادی و مدیریتی محصولات آبی استفاده نمود.

کارایی مصرف آب (WUE)[1]**:** میزان عملکرد محصول را به ازای مصرف واحد آب نشان می‌دهد، این واژه مفهومی فراگیر و جامع در خصوص کارایی همه جانبه آب مصرفی می‌باشد (۱۵).

$$WUE = \frac{Y}{ET} \qquad (۱)$$

که در آن (WUE): کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y: عملکرد (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار و ET: تبخیر و تعرق در طول فصل رشد بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

کارایی مصرف آب حاشیه‌ای $(MWUE)$[2]**:** مقدار کارایی مصرف حاشیه‌ای آب از معادله ۲ محاسبه می‌گردد (۶).

1 - Water use efficiency
2 - Marginal Water use efficiency

Archive of SID

www.SID.ir

$$MWUE = \frac{dY}{dET} \quad (۲)$$

که در آن $MWUE$: کارایی مصرف آب حاشیه‌ای بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و $\frac{dY}{dET}$: مشتق معادله عملکرد نسبت به تبخیر و تعرق می‌باشد.

ضریب الاستیسیته یا قابلیت ارتجاعی (EWP)[1]: این پارامتر در مفاهیم اقتصادی به معنای درصد تغییرات متغیر وابسته به درصد تغییرات متغیر مستقل می‌باشد. ضریب الاستیسیته تولید آب (EWP) از معادله ۳ به‌دست می‌آید.

$$EWP = \frac{MWUE}{WUE} = \frac{\frac{dY}{Y}}{\frac{dET}{ET}} \quad (۳)$$

که در آن (EWP): ضریب الاستیسیته بدون بعد، $MWUE$: کارایی مصرف آب حاشیه‌ای بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب و (WUE): کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد.

تابع تولید خطی: شکل این تابع به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y = a_1 + b_1 ET \quad (۴)$$

که در آن Y: عملکرد (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، ET: تبخیر و تعرق در طول فصل رشد بر حسب میلی‌متر، $a_1 \le 0$ و $b_1 \ge 0$: ضرایب ثابت تجربی می‌باشند.

فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب (K_y): برای محاسبه این فاکتور از معادله شماره ۵ استفاده می‌شود.

$$1 - \frac{Y}{Y_{\max}} = K_y \left(1 - \frac{ET}{ET_{\max}}\right) \quad (۵)$$

که در آن Y: عملکرد واقعی (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، $Y_{\max}$: عملکرد بیشینه (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، ET: تبخیر و تعرق واقعی بر حسب میلی‌متر، $ET_{\max}$: تبخیر و تعرق بیشینه بر حسب میلی‌متر و K_y: فاکتور بدون بعد واکنش گیاه نسبت به آب می‌باشد.

با ترکیب معادله‌های ۴ و ۵، ارتباط بین فاکتور K_y، ضریب ارتجاعی (EWP) و $ET_{\max}$ به‌صورت معادله ۶ به‌دست می‌آید:

$$K_y = \frac{b_1 ET_{\max}}{a_1 + b_1 ET_{\max}} = EWP \quad (۶)$$

تابع تولید (ETPF) [2] **درجه دوم:** شکل عمومی این معادله به‌صورت زیر می‌باشد:

$$Y = a_2 + b_2 ET + c_2 ET^2 \quad (۷)$$

که در آن Y: عملکرد (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، ET: تبخیر و تعرق در طول فصل رشد بر حسب میلی‌متر، a_2, b_2, c_2 : ضرایب ثابت تجربی می‌باشد.

در معادله ۷، بیشینه عملکرد $(Y_{\max})$ در $ET_{\max} = -\frac{b_2}{2c_2}$ اتفاق می‌افتد. با جای‌گذاری در معادله ۷ خواهیم داشت:

$$1 - \frac{Y}{Y_{\max}} = -c_2 \left(\frac{ET_{\max}^2}{Y_{\max}}\right)\left(1 - \frac{ET}{ET_{\max}}\right)^2 \quad (۸)$$

در این صورت فاکتور واکنش گیاه برای تابع تولید درجه دوم (k_{yp}) به شکل زیر خواهد بود:

$$k_{yp} = -c_2 \left(\frac{ET_{\max}^2}{Y_{\max}}\right) \quad (۹)$$

که در آن Y: عملکرد واقعی (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، $Y_{\max}$: عملکرد بیشینه (وزن خشک) بر حسب کیلوگرم در هکتار، ET: تبخیر و تعرق واقعی بر حسب میلی‌متر، $ET_{\max}$: تبخیر و تعرق بیشینه بر حسب میلی‌متر، C_2: ضریب ثابت تجربی، K_{yp}: فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب در تابع تولید درجه دوم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور استخراج تابع تولید گیاه ریحان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ تیمار آبی (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و ۳ تکرار و در مجموع ۱۲ گلدان با قطر ۲۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در گلخانه شیشه‌ای دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان انجام گردید. خاک مورد استفاده دارای بافت لومی‌رسی‌شنی بود. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب مورد استفاده در جداول ۱ و ۲ نمایش داده شده است. در این آزمایش از بذور رقم اصلاح شدهٔ کشکنی لولو[3] ریحان که از بخش گیاهان دارویی دانشگاه علوم باغبانی بوداپست کشور مجارستان تهیه شده بود، استفاده گردید.

پس از آماده‌سازی گلدان‌ها، تعدادی بذر را در داخل هر کدام از گلدان‌ها کاشته و پس از سبز شدن، بوته‌ها در طی چند مرحله تنک گردید. در طول آزمایش رطوبت خاک به‌صورت وزنی اندازه‌گیری و زمان مناسب برای آبیاری تعیین گردید. در حقیقت کاهش وزن هر کدام از گلدان‌ها نشان‌دهندهٔ میزان آب مصرفی از طریق تبخیر و تعرق بود. در این تحقیق، تیمارهای آبی بعد از ۶–۸ برگی شدن گیاه تا زمان برداشت اعمال گردید. لازم به ذکر است عملیات برداشت پس از به گل رفتن ۷۰ درصد بوته‌های موجود انجام شد. در انتهای فصل رویش، مقدار عملکرد (وزن خشک اندام هوایی) تیمارهای مختلف اندازه‌گیری گردید. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده تابع تولید گیاه دارویی ریحان در دو حالت خطی و درجه دوم استخراج گردید.

1 - elasticity of water production
2 - evapotranspiration production function
3- Keskeny Levelu

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده برای کشت گیاه ریحان

درصد اشباع	$EC\times10^3$	PH	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتانسیل قابل جذب	سدیم	منیزیم	کلسیم
٪	میلی‌موهس بر سانتی‌متر		٪	میلی‌گرم در لیتر	میلی‌گرم در لیتر	میلی‌گرم در لیتر	میلی‌گرم در لیتر	میلی‌گرم در لیتر
۶۷/۳	۰/۳۴۱	۷/۴۳	۱/۵	۹/۴	۶۴۹/۵	۰/۸۹	۰/۴	۷/۲

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده برای کشت گیاه ریحان

$EC\times10^3$	PH	سدیم	کلر	SAR
دسی‌زیمنس بر متر		میلی‌اکی والان در لیتر	میلی‌اکی والان در لیتر	
۰/۷۱۵	۷/۶۳	۲/۵۶	۱/۵	۳/۵۱

در ادامه با استفاده از توابع تولید به‌دست آمده، مقادیر کارایی مصرف آب، ضریب الاستیسیته، کارایی مصرف آب حاشیه‌ای و فاکتور واکنش گیاه به آب در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق محاسبه گردید. برای انجام محاسبات، نظیر تعیین مقادیر پارامترهای ثابت تابع تولید خطی و غیرخطی، از صفحه گسترده اکسل استفاده گردید.

نتایج

تابع تولید خطی: در این قسمت ابتدا مقادیر عملکرد گیاه ریحان در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق ترسیم و با برازش بهترین خط عبوری از بین داده‌ها، شکل خطی تابع تولید به‌صورت معادله ۱۰ به‌دست آمد.

$$Y=-2353+14.17\times ET \qquad (۱۰)$$

همچنین با نمایش کسر تبخیر و تعرق در مقابل کسر عملکرد برای تیمارهای مختلف و برازش بهترین خط عبوری، تابع فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب K_y به‌صورت معادله ۱۱ به‌دست آمد.

$$\frac{Y}{Y_{\max}}=1.966\times\left(\frac{ET}{ET_{\max}}\right) \qquad (۱۱)$$

در این صورت مقدار فاکتور واکنش گیاه به آب برابر $K_y=1.966$ به‌دست می‌آید.

با به‌دست آوردن مقدار عملکرد به ازای مقادیر مختلف تبخیر و تعرق (معادله ۱۰) و تقسیم آن بر مقدار تبخیر و تعرق، تابع کارایی مصرف آب به‌صورت معادله ۱۲ به‌دست آمد. با یک‌بار مشتق‌گیری از تابع تولید نسبت به تبخیر و تعرق، مقدار کارایی مصرف آب برابر عدد ثابت ۱/۴۱۷ به‌دست آمد (معادله ۱۳). برای تبدیل کارایی مصرف و همچنین کارایی مصرف حاشیه‌ای آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، معادلات مربوطه بر عدد ۱۰ تقسیم شد.

از تقسیم کارایی مصرف حاشیه‌ای آب بر کارایی مصرف آب، تابع ضریب الاستیسیته یا قابلیت ارتجاعی تولید آب به‌صورت معادله ۱۴ استخراج گردید.

$$WUE=-\frac{235.3}{ET}+1.417 \qquad (۱۲)$$

$$MWUE=1.417 \qquad (۱۳)$$

$$EWP=\frac{14.17\times ET}{-2353+14.17ET} \qquad (۱۴)$$

تغییرات مقادیر ضریب الاستیسیته، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف حاشیه‌ای آب در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق به‌ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

تابع تولید درجه دوم: در این بخش ابتدا مقادیر عملکرد گیاه ریحان در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق ترسیم و با برازش بهترین منحنی درجه دوم از مابین داده‌ها، شکل درجه دوم تابع تولید گیاه ریحان به‌دست آمد. ضریب همبستگی تابع تولید مذکور برابر $R^2=0.93$ محاسبه گردید. در شکل ۶ نمودار حاصله از تابع تولید درجه دوم نمایش داده شده است. شکل درجه دوم تابع تولید گیاه ریحان به‌صورت معادله شماره ۱۵ می‌باشد.

$$=-17147+106.2\times ET-0.141\times ET^2 \qquad (۱۵)$$

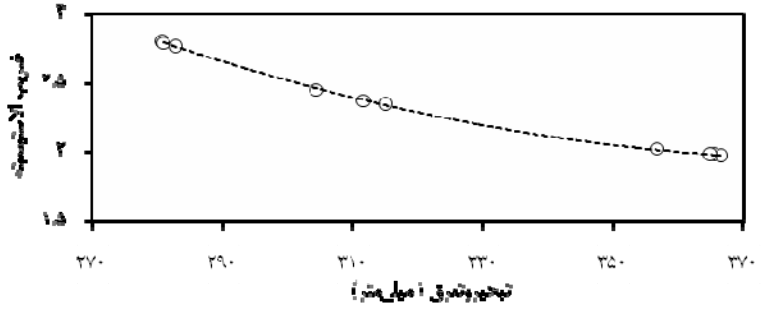
مقدار فاکتور واکنش گیاه به آب در حالت تابع تولید درجه دوم با استفاده از معادله ۹ برابر $K_{YP}=6.679$ به‌دست آمد.

با به‌دست آوردن مقدار عملکرد به ازای مقادیر مختلف تبخیر و تعرق (معادله ۱۵) و تقسیم آن بر مقدار تبخیر و تعرق، تابع کارایی مصرف آب به‌صورت یک هذلولی به‌دست آمد (معادله ۱۶). با یک‌بار مشتق‌گیری از تابع تولید نسبت به تبخیر و تعرق، تابع کارایی مصرف آب به‌صورت معادله ۱۷ استخراج گردید. برای نمایش تابع کارایی مصرف و کارایی مصرف حاشیه‌ای آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، معادلات مربوطه بر عدد ۱۰ تقسیم گردید. از تقسیم کارایی مصرف حاشیه‌ای آب بر کارایی مصرف آب ضریب الاستیسیته یا قابلیت ارتجاعی تولید آب محاسبه گردیده که به‌صورت معادله ۱۸

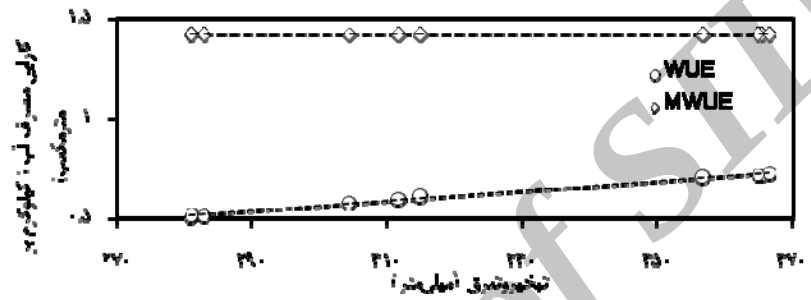
Archive of SID

www.SID.ir

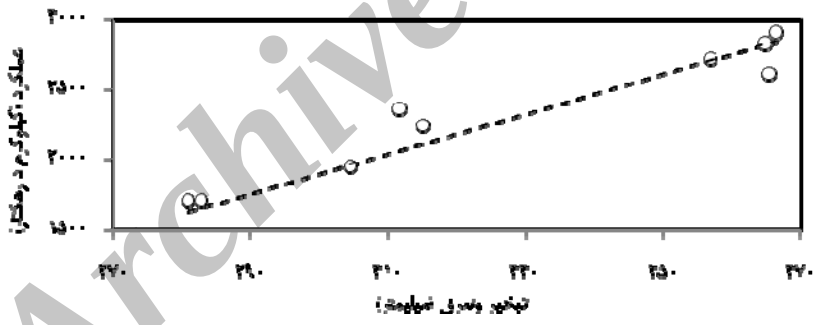
ارائه گردیده است.



شکل ۱- مقادیر ضریب الاستیسیته در مقابل مقادیر مختلف تبخیر و تعرق گیاه ریحان با فرض خطی بودن تابع تولید



شکل ۲- مقادیرکارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب حاشیه‌ای در مقابل مقادیر مختلف تبخیر و تعرق گیاه دارویی ریحان با فرض خطی بودن تابع تولید



شکل ۳- رابطه خطی تابع تولید گیاه ریحان

$$WUE = -\frac{1714.7}{ET} + 10.62 - 0.0141 \times ET \quad (۱۶)$$

$$MWUE = 10.62 - 0.0282 \times ET \quad (۱۷)$$

$$EWP = \frac{106.2 \times ET - 0.282 \times ET^2}{-17147 + 106.2 \times ET - 0.141 \times ET^2} \quad (۱۸)$$

مقادیر ضریب الاستیسیته، کارایی مصرف آب و عملکرد گیاه ریحان در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق به‌ترتیب در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

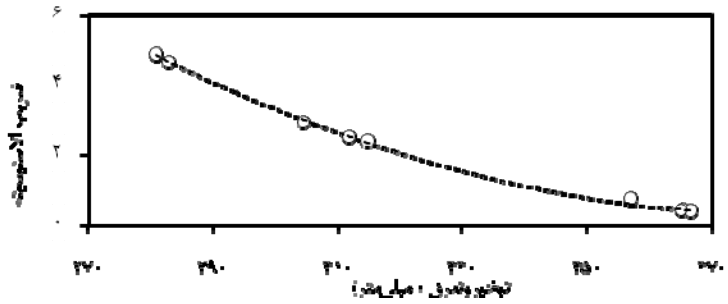
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در برازش خطی تابع تولید و در شرایط تبخیر و تعرق بیشینه $(ET_{\max})$، فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب (K_Y) با ضریب الاستیسیته تولید آب (EWP) برابر می‌باشد. در این تحقیق مقدار فاکتور واکنش آب برابر ۱/۹۶۶ به‌دست آمد. به‌طورکلی در برازش خطی تابع تولید تغییرات کارایی مصرف آب (WUE) به ازای مقادیر مختلف تبخیر و تعرق، تحت تأثیر مقدار عرض از مبدا تابع تولید (a_1) قرار دارد.

فاکتور واکنش گیاه نسبت به آب در شرایط تابع تولید خطی (K_y) کوچک‌تر از این فاکتور در حالت درجه دوم تابع تولید (K_{yp})

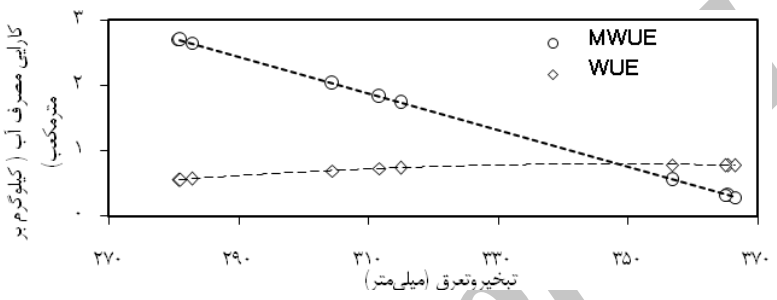
Archive of SID

www.SID.ir

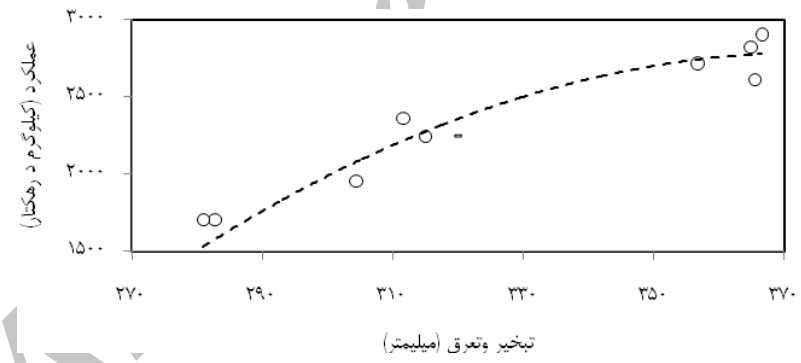
می‌باشد $(K_y < K_{yp})$.



شکل ٤- مقادیر ضریب الاستیسیته در مقادیر مختلف تبخیر و تعرق گیاه ریحان با فرض درجه دو بودن تابع تولید



شکل ٥- مقادیر کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب حاشیه ای در مقادیر تبخیر و تعرق گیاه ریحان با فرض درجه دو بودن تابع تولید



شکل ٦- تابع تولید درجه دوم گیاه ریحان

این مطلب نشان می‌دهد که در حالت تابع درجه دوم تابع تولید، حساسیت گیاه نسبت به مقدار آب مصرفی بیشتر بوده و جزییات بیشتری از روابط تبخیر و تعرق، کارایی مصرف آب و عملکرد را به‌دست می‌دهد و لذا این تابع معرف بهتری از رابطه مقدار محصول تولیدی و تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد. همچنین شکل درجه دوم تابع تولید دارای ضریب همبستگی بالاتری می‌باشد. این مسئله با نتایج حاصل از تحقیقات جرمیس و همکاران (۱۹۶۹) و گالاتی و ماراتی (۱۹۷۹) مطابقت دارد.

شکل‌های ۱ الی ۶ نشان می‌دهد که در هر دو فرم خطی و درجه دوم تابع تولید، با افزایش تبخیر و تعرق، مقدار ضریب الاستیسیته کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده این مطلب است که در شرایط کم‌آبیاری، تغییرات عملکرد به ازای تغییرات تبخیر و تعرق زیاد می‌باشد.

نتایج نشان داد در شرایط محدودیت آبی و در شرایطی که تابع تولید به‌صورت معادله‌ی درجه دوم باشد، کارایی مصرف آب بیشینه $(WUE_{\max})$ برای گیاه ریحان در شرایط زیر اتفاق می‌افتد:

www.SID.ir

$$EWP = 1 \qquad WUE_{MAX} = 0.785\frac{kg}{m^3} \qquad Y = 2735\frac{kg}{ha} \qquad ET = 348mm$$

در صورتی‌که مشخصات نقطه‌ای با مقادیر بیشینه عملکرد در شرایط زیر به‌وقوع می‌پیوندد:

$$EWP \approx 0 \qquad WUE = 0.758\frac{kg}{m^3} \qquad Y_{\max} = 2850\frac{kg}{ha} \qquad ET = 376mm$$

از این نقطه به بعد با افزایش تبخیر و تعرق ریحان (افزایش آب آبیاری مصرفی)، در ناحیه توسعه ریشه حالت ماندابی، کمبود اکسیژن و همچنین شستشوی مواد مغذی خاک اتفاق افتاده و لذا، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد، که این مسئله با نتایج لیو و همکاران (۱۰) مطابقت دارد. چنانچه مشاهده می‌شود، کارایی مصرف آب بیشینه ($WUE_{\max}$) در عملکرد بیشینه اتفاق نمی‌افتد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که مقدار تبخیر و تعرق در شرایط عملکرد بیشینه ۸ درصد بیشتر از تبخیر و تعرق در شرایط کارایی مصرف آب بیشینه می‌باشد، در صورتی‌که مقدار عملکرد به میزان ۴/۲ درصد افزایش می‌یابد.

منابع

۱- امید بیگی ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی، ۳۹۷ ص.

۲- کشاورز ع. و صادق زاده ک. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران اقتصادی وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه سازی مصرف آب . وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی .۲۹ صفحه.

۳- معینی علیشاهی ح. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ریحان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ۹۳ صفحه.

4- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1980. Yield response to water. Irrigation and Drainage ulletins 33.Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, 5-45.

5- Hanks R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by wter use. Agron. J.66: 660-665.

6- Hexem R.W., and Heady E.O. 1978. Water Production functions for Irrigated Agriculture. Iow State University Press, Ames, IA, 215.

7- Letchamo W., and Gosselin A. 1996. Transpiration, essential oil glands, epicuticular wax and morpholoy of Thymus vulgaris are influenced by light intensity and water supply. J. Hort. Sci. 71: 123-134.

8- Liu W.Z., Hunskar Li Y.S., Xie X.Q., and Wall G.W. 2002a. Interrelations of yield, evapotranspiration, and water use efficiency from marginal analysis of water production function. Agic. Water manage. 56(2): 143-151.

9- Liu W.Z., and Zhang X.C. 2006. Optimiing Water and fertilizer input using an elasticity index: A case study with maize in the loess plateau of china. Filed Crop Research. 100: 302-310.

10- Lu D.Q., Liu J., Li Y., and Dige W.J. 1995. The interaction between fertilizer and water and their coupled model. Acta Agric. Boreali – occidentalis Sin. 4(3), 72-76.

11- Mirsa A., and Strivastava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint.J. Herb, Spices & Med. Plants, 7(1): 51-58.

12- Rao N.H., and Sarma P.B.S. 1988. A simple dated water production function for use in irrigated agriculture. Agric. Water manage.13, 25-32.

13- Sandhu K.S., Arora V.K., and Chand R. 2002. Magnitude and economics of fertilizer inputs. Exp. Agric. 38(1): 65-78.

14- Simon J.E., Reiss B.D., Joly R.J., and Charles D.J. 1992. Water stress induced alternations in essential oil content of sweet basil. J. Essential oil Res., 1: 71-75.

15- Turner N.C. 1987. Crop water deficits: a decade of progress. Adv. Agron. 39: 1-51.

16- Vaux Jr., and Pruitt W.O. 1983. Crop-water production functions. In: Hillel, D. (Ed), Advances in Irrigation , 2. Academic Press, New York,61-67.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No. 5, Nov-Des 2011, p. 953-960

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۵، آذر - دی ۱۳۹۰، ص. ۹۶۰-۹۵۳

The effect of different irrigation water levels on Water Use Efficiency in Basil Plant (*Ocimum Basilicum* var. *Keshkeny Levelu*) Using Marginal Analysis Theory

M. Hamzezadeh[1-] P. Fathi[2*]- T. Javadi[3]- A. Hassani[4]

Received: 3-8-2009
Accepted: 2-10-2011

Abstract

Due to limited water resources and occurrence of recent droughts, the use of new management and planning methods for optimal irrigation scheduling of agricultural crops is inevitable. Present of appropriate mathematical and dynamic relationship between yield, evapotranspiration and water use efficiency parameters is the first and most important step in the optimal management of irrigation and application of deficit irrigation strategy in the field level. Accordingly, In order to determine the water Production function of Basil plant, a pot experiment was conducted in completely randomized block design with four irrigation treatments include: 100, 80, 60 and 40 percent of water requirements and three replications in the glass greenhouse of Kurdistan University. The results showed, in linear water production function, marginal water use efficiency for evapotranspiration values is fixed. So , It is not suitable for explanation details of relations. however in the quadratic water production function of marginal water use efficiency decreased while the increasing of evapotranspiration. And in The evapotranspiration of 348 mm was cut water use efficiency curv. At in this point elasticity of water production is 1, and it has maximum water use efficiency. The results showed the Maximum yield occurs at 376 mm evapotranspiration. At in this point elasticity of water production is 0. Observed maximum water use efficiency and maximum yield don't happen at a same point ET would need 8 percent greater than the ET for maximum water use efficiency, while the value of yeild increased by 4/2 percent. In addition to that, Yeild Response factor in the quadratic water production function is greater than this factor in the linear production function

Keywords: Basil, Production function, Water use efficiency, Marginal analysis

Archive of SID

1,2- Former MSc Student and Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan
(*- Corresponding Author Email: Fathip2000@yahoo.com)
3- Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan
4- Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

www.SID.ir