Archive of SID

مجله پژوهش آب ایران
جلد ۱۲/ شماره ۴/ پیاپی ۳۱/ زمستان ۱۳۹۷ (۱۱۳-۱۲۲)

تعیین ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه کتان روغنی در دشت شهرکرد

ژاله نوروزی[۱]، احمدرضا قاسمی[۲*]، مهدی قبادی‌نیا[۳]، عبدالرزاق دانش شهرکی[۴]

چکیده

امروزه توسعهٔ کشت گیاهان دارویی به‌دلیل ارزش افزوده بالایی که دارند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کمبود اطلاعات مختلف، مانند نیاز آبی می‌تواند یکی از موانع توسعه کشت این گیاهان باشد. پژوهش حاضر با هدف تعیین ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه کتان روغنی به‌وسیلهٔ لایسی‌متر در مراحل مختلف رشد در منطقه شهرکرد انجام شد. نتایج محاسبات ضریب گیاهی یگانه با لایسی‌متر نشان داد که مقدار میانگین ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی در مرحلهٔ اول رشد برابر با ۰/۷۴، در مرحلهٔ میانی ۱/۲۳ و در انتهای مرحله پایانی برابر با ۰/۶۱ می‌باشد. نتایج مقایسه ضریب گیاهی یگانه با روش فائو ۵۶ با نتایج لایسی‌متر حاکی از آن بود که تفاوت مقدار ضریب گیاهی یگانه با استفاده از این دو روش، در مرحلهٔ اولیه و میانی بسیار کم، ولی در مرحله پایانی زیاد می‌باشد. همچنین، نتایج ضریب گیاهی دوگانه نشان داد که ضریب گیاهی پایه برای کتان روغنی در مراحل مختلف رشد به‌ترتیب ۰/۱۵، ۱/۱۵ و ۰/۲ می‌باشد. تبخیر تعرق واقعی کتان روغنی با استفاده از ضرایب گیاهی یگانه، دوگانه و لایسی‌متر به‌ترتیب برابر ۳۹۱، ۴۴۵ و ۴۴۴ میلی‌متر به‌دست آمد که به‌خوبی دقت روش ضریب گیاهی دوگانه را برای محاسبه تبخیر- تعرق واقعی گیاه نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: چمن، درجه روز رشد، شهرکرد، فائو ۵۶، مدیریت آب.

ارجاع: نوروزی ژ. قاسمی ا. ر. قبادی‌نیا م. دانش شهرکی ع. ۱۳۹۷. تعیین ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه کتان روغنی در دشت شهرکرد. مجله پژوهش آب ایران. ۳۱: ۱۱۳-۱۲۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
۴- استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.
*** نویسنده مسئول**: ghasemiar@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از عوامل اساسی در برنامه‌ریزی کشاورزی برای رسیدن به محصول بیشتر، تعیین دقیق مقدار آبی است که صرف تبخیر-تعرق گیاه می‌شود (موسوی بایگی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌منظور برآورد تبخیر- تعرق، دانستن ضریب گیاهی امری ضروری است. ضریب گیاهی، اثر متفاوت تعرق گیاه و تبخیر از سطح خاک اطراف گیاه را بر محصول در یک ضریب می‌گنجاند. این تفاوت را می‌توان در یک ضریب یگانه تلفیق کرد یا به‌صورت دو ضریب جداگانه (ضریب دوگانه) نشان داد. در روش ضریب گیاهی یگانه، اثر تعرق گیاه و تبخیر از خاک سطحی به‌صورت یک ضریب گیاهی نشان داده می‌شوند؛ ولی در روش ضریب گیاهی دوگانه، تعرق گیاهان و تبخیر از سطح خاک، به طور جداگانه، تعیین و بررسی می‌شوند. در این روش، از ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) برای توصیف فرایند تعرق گیاهان و از ضریب تبخیر (K_e) برای توصیف فرایند تبخیر از خاک استفاده می‌شود.

با توجه به نقش مدیریت آب، خاک و گیاه بر شدت تبخیر- تعرق و لزوم تعیین دقیق نیاز آبی گیاهان برای بهبود بهره‌وری مصرف آب در شبکه‌های آبیاری، پژوهش‌هایی برای اندازه‌گیری ضرایب یگانه و دوگانه در مقیاس ملی و بین‌المللی صورت گرفته است (لیو و فرناندو، ۱۹۹۸؛ تولک و هاول، ۲۰۰۱؛ اسپهرر و همکاران، ۲۰۰۶؛ ژائو و نان، ۲۰۰۷؛ مجنونی هریس و همکاران، ۲۰۰۷؛ شیژانگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ لوپز و همکاران، ۲۰۰۹؛ اراکی و همکاران، ۲۰۰۹) که در زیر به برخی از جدیدترین پژوهش‌ها در این زمینه اشاره می‌شود.

مجنونی هریس و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی ضریب گیاهی یگانه و دوگانه را برای گیاه کلزا در مزارع تحقیقاتی دانشگاه تبریز با استفاده از لایسی‌متر به‌دست آوردند. فالگونی (۲۰۱۳) مطالعه‌ای را به‌منظور تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه گیاه گل کلم در هند انجام داد. نیاز آبی بر اساس ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه برای این گیاه به‌ترتیب ۲۵۶ و ۲۳۷ میلی‌متر برآورد شد. آلبرتو و همکاران (۲۰۱۴) به‌منظور به‌دست آوردن مقدار تبخیر- تعرق واقعی و ضریب گیاهی ذرت آزمایش‌هایی در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ در فیلیپین انجام دادند و متوسط ضریب گیاهی در مراحل چهارگانه رشد گیاه را به‌ترتیب ۰/۶۸، ۰/۸۹، ۱/۱۲ و ۰/۸۳ گزارش کردند.

قمرنیا و همکاران (۲۰۱۴) در یک آزمایش دوساله با استفاده از لایسی‌متر زهکش‌دار مقدار ضرایب گیاهی را برای سیاه‌دانه در مراحل رشد اولیه، توسعه، میانی و پایانی به‌ترتیب برابر ۰/۵۹، ۰/۹۱، ۱/۲۹ و ۰/۷۸ به دست آوردند. ضریب گیاهی پایه نیز برای مراحل رشد فوق به‌ترتیب ۰/۲۴، ۰/۷۱، ۱/۰۹ و ۰/۷۸ برآورد گردید. همچنین، قمرنیا و همکاران (۱۳۹۳) در کرمانشاه ضرایب گیاهی یگانه و پایه گیاه رزماری را برای مراحل اولیه، توسعه و میانی به‌ترتیب ۰/۳۱، ۰/۶۳، ۰/۹۶ و ۰/۳۲، ۱/۲ و ۱/۰۵ به‌دست آوردند. کمالی و هاشمی (۱۳۹۵) نیز به محاسبهٔ تبخیر- تعرق گیاه ذرت در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران با استفاده از ضریب گیاهی یگانه و دوگانه پرداختند و مقدار تبخیر تعرق کل را با ضریب گیاهی دوگانه ۶۰۲ میلی‌متر و با ضریب گیاهی یگانه ۵۵۸ میلی‌متر گزارش کردند.

در پژوهش حاضر، تعیین ضرایب گیاهی کتان روغنی در دستور کار قرار دارد. کتان روغنی، یک گیاه روغنی- دارویی، یک‌ساله و علفی بـه ارتفـاع ۲۰ تـا ۵۰ سانتی‌متر است و در ایران در بخش‌های شمال و شـمال غـرب، جنوب و جنوب شرقی کشت می‌گردد (شریف‌نیا و اسدی، ۱۳۷۹). بذر کتان روغنی حاوی چندین نوع اسید چرب غیراشباع بوده و به همین دلیل دارای ارزش طبی و تغذیه‌ای برای انسان است. سطح زیر کشت این محصول در دنیا در سال ۲۰۱۴ معادل ۲۶۲۵۱۵۶ هکتار و تولید آن ۲۶۵۴۴۳۲ تن گزارش شده است. سطح زیر کشت این محصول در ایران ۱۱۰۰ هکتار و تولید آن ۸۳۷ تن برآورد شده است (فائو، ۲۰۱۴). کتان روغنی به تنش کمبود رطوبت حساس است و تنش سبب کاهش جدی در خصوصیات رشد و عملکرد آن می‌شود (کدخدائی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین، محاسبهٔ دقیق نیاز آبی آن برای دستیابی به بالاترین عملکرد امری ضروری است. با وجود اهمیت تولید گیاهان روغنی- دارویی از جمله کتان روغنی و با توجه به نبود اطلاعات در مورد نیاز آبی آن، این پژوهش برای تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه این گیاه طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

با توجه به کمبود اطلاعات در خصوص نیاز آبی گیاه کتان در یک اقلیم کوهستانی، پژوهش حاضر به‌منظور برآورد

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز آبی کتان و تعیین ضرایب یگانه و دوگانه این گیاه انجام شد. این پژوهش در چهار لایسی‌متر زهکش‌دار جنب ایستگاه هواشناسی دانشگاه شهرکرد (واقع در کنار دشت شهرکرد) در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ (با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی، طول ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰۶۱ متر از سطح دریا) انجام شد. میانگین سالانه دمای هوا در منطقه مورد مطالعه ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط مجموع بارش سالیانه ۳۲۰ میلی‌متر و متوسط رطوبت سالانه هوا نیز ۴۶ درصد می‌باشد.

طول، عرض و عمق لایسی‌مترهای مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۹۰، ۶۵ و ۱۴۰ سانتی‌متر می‌باشد که یک لایسی‌متر به کشت چمن و سه لایسی‌متر به کشت کتان روغنی اختصاص داده شد. بذر مصرفی کتان روغنی با رقم اصفهان از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. لایسی‌مترهای مربوط به کشت گیاه اصلی دارای ۶ ردیف کاشت به طول ۱/۷ متر می‌باشند. فاصله ردیف‌های کاشت ۱۰ سانتی‌متر (تدین و همکاران، ۱۳۹۲)، فواصل کاشت روی ردیف برای تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع، ۳ سانتی‌متر و عمق کاشت نیز ۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از کاشت و شروع آزمایش از خاک لایسی‌مترها در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری به‌عمل آمد. نتایج ویژگی‌های خاک و آب مورد استفاده در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج آزمون خاک از کود اوره به‌عنوان منبع تأمین نیتروژن به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار (خواجه‌پور، ۱۳۸۳) استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه‌برداری	هدایت الکتریکی	pH	ازت کل	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	شن	سیلت	رس	بافت خاک
(Cm)	($dS\ m^{-1}$)		(%)		($mg\ kg^{-1}$)		(%)			
۰-۳۰	۱/۱۱	۷/۵	۰/۱۲	۱/۱۷	۲۶/۴	۵۲۰	۱۸	۴۸	۳۴	لوم رسی سیلتی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده

کلسیم و منیزیم	سدیم	پتاسیم	بی‌کربنات	کلراید	هدایت الکتریکی	pH	SAR
(meq/lit)					(dS/m)		$(meq/lit)^{0.5}$
۲	۰/۷	۰/۰۸	۰/۳۵۸	۰/۱۹	۰/۳۴	۷/۶۸	۰/۷

بر اساس استاندارد ارائه‌شده توسط فائو جهت به حداقل‌رساندن اثرهای محیطی، زمین اطراف لایسی‌مترها به مساحت ۲۰۰ متر مربع به‌وسیلهٔ گیاه اصلی کشت شد. کرت‌های اطراف لایسی‌مترها و لایسی‌مترها با ردیف‌کار دستی و به روش هیرم‌کاری کشت شد و بلافاصله آبیاری اول انجام گرفت.

قبل از هر آبیاری، با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج SM300 ساخت شرکت Delta-T، میانگین رطوبت در عمق‌های ۵، ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متری خاک در هر لایسی‌متر اندازه‌گیری و سپس با توجه به کمبود رطوبت از حد ظرفیت مزرعه، مقدار آب آبیاری به‌صورت حجمی محاسبه و به لایسی‌مترها اعمال شد. مقدار زه‌آب بعد از هر آبیاری نیز توسط ظروف مدرج جمع‌آوری و اندازه‌گیری شد. سپس، مقدار تبخیر- تعرق از لایسی‌مترهای کتان روغنی و چمن با استفاده از معادله (۱) تعیین گردید (علیزاده، ۱۳۸۳؛ قمرنیا و موسی بیگی، ۱۳۹۳).

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \qquad (۱)$$

در این معادله، ET_C تبخیر- تعرق واقعی گیاه؛ I مقدار آب آبیاری؛ P، میزان بارش؛ D، مقدار آب زهکش؛ ΔS، تغییرات رطوبتی خاک در دورهٔ معین می‌باشند (همهٔ پارامترها برحسب میلی‌متر می‌باشند). در نهایت، ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی در طول دورهٔ رشد با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_0} \qquad (۲)$$

که در این معادله، K_c، ضریب گیاهی (بدون واحد)؛ ET_c، تبخیر- تعرق واقعی گیاه اصلی (میلی‌متر بر روز)؛ و ET_0، تبخیر- تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر بر روز) می‌باشند. در

www.SID.ir

Archive of SID

این پژوهش، تبخیر- تعرق گیاه مرجع با کشت چمن فستوکا با تراکم کاشت ۴۰ گرم در متر مربع در یک لایسی‌متر زهکش‌دار به‌صورت مستقیم محاسبه شد. به‌منظور برآورد درجهٔ روز رشد در مراحل مختلف رشد گیاه، از معادله (۳) استفاده گردید.

$$GDD = \sum((\frac{T_{\max}+T_{\min}}{2})-T_b) \qquad (۳)$$

که در این معادله، GDD، درجه روز رشد؛ T_{max}، حداکثر دمای روزانهٔ هوا (درجه سانتی‌گراد)؛ T_{min}، حداقل دمای روزانهٔ هوا (درجه سانتی‌گراد)؛ و T_b، دمای پایه یا صفر فیزیولوژیک هستند که برای گیاه کتان روغنی برابر ۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد (میرشکاری و همکاران، ۲۰۱۲).

تعیین ضریب گیاهی یگانه به روش نشریه فائو ۵۶

بخش عمدهٔ تبخیر- تعرق گیاهان یک‌ساله در مرحله اولیه رشد به‌صورت تبخیر می‌باشد. بنابراین، در برآورد دقیق ضریب گیاهی در این مرحله، باید تعداد دفعات خیس‌شدن سطح خاک در نظر گرفته شود. مرحله اولیه رشد برای گیاهان یک‌ساله، به‌صورت فاصله بین تاریخ کشت و زمان پوشش گیاهی حدود ۱۰ درصد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) تعریف شده است. برای تعیین درصد پوشش از یک سطح مشخص در روزهای مختلف عکس‌برداری شد و با استفاده از نرم‌افزار Image j درصد پوشش محاسبه گردید.

برای تعیین ضریب گیاهی مرحله اول رشد، تبخیر بالقوه، میانگین فاصله خیس‌شدن سطح خاک در طول مرحله اولیه رشد، طول مدت مورد نیاز برای تبخیر، مقدار کل آب قابل تبخیر و آب قابل تبخیر سهل‌الوصول در مرحله اولیه رشد گیاه با استفاده از معادلات موجود در نشریه فائو ۵۶ (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) محاسبه شد (به‌دلیل محدودیت در تعداد صفحات مقاله از ارائه معادلات خودداری شد).

مقادیر اولیه و پیشنهادی ضریب گیاهی در مراحل میانی و پایانی رشد برای انواع محصولات کشاورزی، برای شرایط بدون تنش، مدیریت زراعی مطلوب و اقلیم نیمه‌مرطوب (حداقل رطوبت نسبی برابر ۴۵ درصد و سرعت باد در ارتفاع دو متری برابر ۲ متر بر ثانیه) در جداولی در نشریه فائو ۵۶ ارائه شده است. به‌دلیل اینکه در منطقه شهرکرد و در دورهٔ مطالعاتی شرایط اقلیمی با شرایط ارائه شده توسط فائو تفاوت وجود دارد، ضرایب گیاهی با استفاده از معادلات موجود در نشریه فائو ۵۶ اصلاح شد (ضرایب گیاهی مرحله میانی و پایانی رشد در صورتی که کوچک‌تر از ۰/۴۵ باشند، نیاز به اصلاح ندارند) (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

تعیین ضریب گیاهی دوگانه به روش نشریه فائو ۵۶

ضریب گیاهی دوگانه ($K_{c\ dual}$) به‌صورت معادله (۴) تعیین می‌شود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$K_{cdual} = K_{cb} + K_e \qquad (۴)$$

که در آن، K_{cb}، ضریب گیاهی پایه؛ و K_e، ضریب تبخیر از سطح خاک می‌باشند. ضریب گیاهی پایه در مرحله اولیه رشد برای گیاهان یک‌ساله برابر با ۰/۱۵ و ضرایب گیاهی پایه (معرف تعرق گیاه) برای مرحله میانی و پایانی رشد در صورتی که بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۴۵ باشند، باید با استفاده از معادلهٔ (۵) اصلاح شوند.

$$K_{cb} = K_{cb(tab)} + \{0.04(u_2-2) - 0.004(RH_{\min}-45)\}(\frac{h}{3})^{0.3} \qquad (۵)$$

که در آن، $K_{cb\ (tab)}$، مقادیر ضریب گیاهی پایهٔ مرحلهٔ میانی یا پایانی رشد از جدول مربوطه در فائو ۵۶؛ u_2، میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع دو متری بالای سطح زمین در مرحله میانی و پایانی رشد (متر بر ثانیه)؛ RH_{min}، میانگین حداقل رطوبت نسبی روزانه در مرحله میانی یا پایانی رشد (درصد)؛ و h، میانگین ارتفاع گیاه در مرحله میانی یا پایانی رشد می‌باشند. در نهایت، ضریب تبخیر (K_e) نیز با استفاده از معادله (۶) برآورد گردید (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

$$K_e = K_r(K_{c\max} - K_{cb}) \le f_{ew} \times K_{c\max} \qquad (۶)$$

که در آن، K_r ضریب کاهش تبخیر؛ $K_{c\ max}$، حداکثر ضریب گیاهی؛ K_{cb}، ضریب گیاهی پایه؛ و f_{ew}، کسر خاک دارای بیشترین مقدار تبخیر می‌باشند که با استفاده از برخی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده و معادلات فائو ۵۶ محاسبه شدند. همچنین، نتایج ضرایب گیاهی و نیاز آبی حاصل از روش‌های بالا با مقادیر ارائه‌شده توسط فائو و همچنین نتایج به‌دست‌آمده از لایسی‌مترها مقایسه شد.

نتایج و بحث

در این بخش از مقاله به‌ترتیب نتایج مربوط به نیاز آبی کتان، ضرایب گیاهی یگانه و سپس نتایج ضرایب گیاهی دوگانه ارائه خواهد شد. برای شروع ابتدا باید مراحل

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف رشد گیاه به تفکیک مشخص شود. طول مرحله اولیه رشد به‌طور عمده به نوع گیاه، زمان کشت و اقلیم بستگی دارد و بر اساس توصیه فائو از زمان کشت تا پوشش گیاهی فعال حدود ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. این مرحله در منطقه مورد مطالعه ۲۰ روز به طول انجامید. مقدار درجه روز رشد برای کتان روغنی برای اتمام این مرحله نیز ۲۲۶/۵ درجه به دست آمد. از انتهای مرحله اولیه تا زمانی که گیاه ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح را پوشش دهد، دورهٔ توسعه می‌باشد که در این پژوهش ۱۴ روز و مقدار درجه روز رشد آن ۲۲۶/۷ درجه به دست آمد.

همچنین، طول دوره میانی (از انتهای مرحله قبل تا تکامل گیاه) و پایانی رشد (از انتهای مرحله میانی تا برداشت محصول) به‌ترتیب برابر ۲۲ و ۲۴ روز و با ۳۷۹/۱ و ۴۲۰/۷ درجه روز رشد حاصل شد. کل دوره رشد کتان روغنی در منطقه مورد مطالعه ۸۰ روز و درجه روز رشد آن ۱۲۵۳ درجه به دست آمد.

میانگین تغییرات تبخیر-تعرق واقعی حاصل از سه لایسی‌متر مورد بررسی برای گیاه کتان روغنی و گیاه مرجع چمن در شکل ۱ ارائه شده است. مجموع تبخیر-تعرق واقعی گیاه کتان روغنی در طول دوره رشد (۸۰ روز) معادل ۴۴۴/۲ میلی‌متر می‌باشد. همچنین، در پژوهش حاضر میزان تبخیر- تعرق گیاه مرجع چمن نیز در شرایط فراهمی آب کامل با استفاده از لایسی‌متر معادل ۴۲۹/۲ میلی‌متر و محدودهٔ تغییرات تبخیر- تعرق روزانه آن نیز بین ۴/۳ تا ۸/۵ میلی‌متر به‌دست آمد. به‌طور کلی، با توجه به شکل ۱ در مرحله ابتدایی و پایانی دوره رشد، تبخیر-تعرق گیاه کتان روغنی نسبت به تبخیر- تعرق گیاه مرجع کاهش یافته است که ناشی از فعالیت کمتر گیاه در این دو مرحله نسبت به گیاه مرجع چمن است؛ ولی در مرحله میانی با افزایش سطح برگ، مقدار تبخیر-تعرق گیاه کتان روغنی نسبت به تبخیر- تعرق گیاه مرجع افزایش نشان می‌دهد.

شکل ۱- میانگین تغییرات تبخیر- تعرق واقعی لایسی‌متری برای کتان روغنی و گیاه مرجع چمن برای روزهای پس از کاشت (میلی‌متر بر روز)

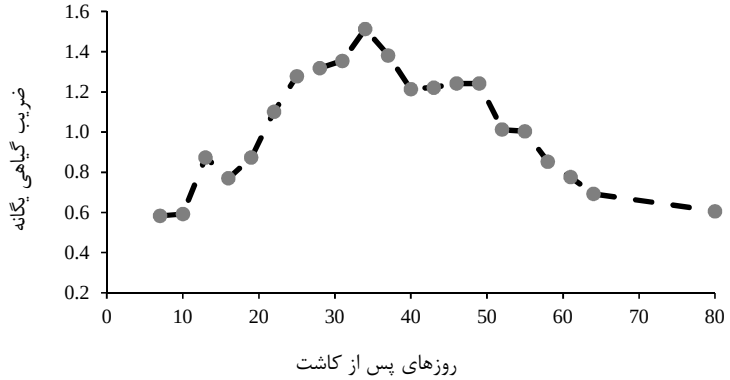
برآورد ضریب گیاهی یگانه با استفاده از لایسی‌متر

میانگین تغییرات ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی به‌دست آمده از سه لایسی‌متر در طول فصل رشد در شکل ۲ نشان داده شده است. مقدار متوسط این ضریب در مرحله اولیه رشد ۰/۷۴، در مرحله میانی ۱/۲۳ و در انتهای مرحله پایانی که ضریب گیاهی تأثیر عملیات مدیریت آب و گیاه را منعکس می‌کند، معادل ۰/۶۱ به‌دست آمد. مقدار تبخیر- تعرق به‌دست‌آمده از لایسی‌متر نیز برای کتان روغنی معادل ۴۴۴/۲ میلی‌متر است. کاسا و همکاران (۲۰۰۰) نیز در مطالعه‌ای مقادیر ضریب گیاهی کتان روغنی را در منطقه مرکز ایتالیا برای مراحل رشد اولیه، میانی و انتهای پایانی به‌ترتیب ۰/۴، ۰/۹ و ۰/۲ به‌دست آوردند. تفاوت مقادیر به‌دست آمده از این دو پژوهش را می‌توان به تفاوت در اقلیم، رقم کتان روغنی مورد استفاده و طول مراحل کشت ارتباط داد. مجنونی هریس و همکاران (۱۳۹۴) متوسط ضریب گیاهی را برای گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

روغنی کلزا در تبریز برای مراحل رشد اولیه، میانی و پایانی به‌ترتیب ۰/۷۲، ۱/۴۵ و ۰/۶۶ تعیین کردند. در ارتباط با تبخیر- تعرق واقعی کتان روغنی و ضرایب گیاهی آن در کشور مطالعه‌ای یافت نشد.



شکل ۲- ضرایب گیاهی یگانه کتان روغنی در طول دوره رشد

تعیین ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی با روش فائو ۵۶

ضریب گیاهی مرحلهٔ اولیه تحت تأثیر فواصل خیس‌شدن سطح خاک قرار دارد و بنابراین، در شرایط خیس‌شدن پی‌درپی سطح خاک، ضریب گیاهی در مرحله اولیه رشد به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (آلن و همکاران، ۱۹۹۸). با توجه به اینکه نشریه فائو ۵۶ تنها مقادیر تقریبی ضریب گیاهی مرحله اولیه رشد را ارائه کرده است، برای برآورد دقیق‌تر باید فرض‌هایی اعم از توان تبخیرکنندگی اتمسفر، مقدار خیس‌شدن خاک و فاصله زمانی خیس‌شدن خاک نیز در نظر گرفته شود. ضرایب گیاهی پیشنهادی (برای روش ضریب گیاهی یگانه) توسط فائو در سه مرحله رشد کتان به‌ترتیب ۰/۳۵، ۱/۱ و ۰/۲۵ می‌باشند.

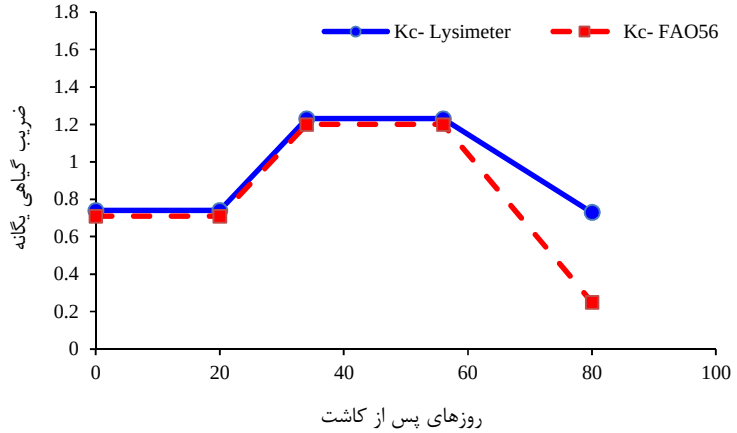
مقدار ضریب گیاهی پیشنهادشده توسط فائو برای مرحلهٔ اولیه رشد گیاه کتان روغنی (۰/۳۵) با استفاده از معادلات ارائه‌شده در فائو ۵۶ اصلاح و برابر با ۰/۷۲ به‌دست آمد که به نتیجهٔ حاصل از لایسی‌متر برای مرحله اول رشد (۰/۷۴)، که در بخش قبل ارائه گردید، بسیار نزدیک می‌باشد (شکل ۳). این موضوع مؤید این مطلب است که ضرایب پیشنهادی در نشریه فائو ۵۶ که به عنوان پیش‌فرض ارائه شده‌اند، برای استفادهٔ عملی، باید با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه اصلاح گردند. ضریب گیاهی مرحله میانی رشد نیز مطابق با معادلات پیشنهادی فائو و براساس ارتفاع گیاه، حداقل رطوبت نسبی هوا و سرعت متوسط باد در ارتفاع دو متری معادل ۱/۲۱ به‌دست آمد که این مقدار نیز به عدد به‌دست‌آمده از لایسی‌متر (۱/۲۳) بسیار نزدیک است. ضریب گیاهی مرحله پایانی رشد (۰/۲۵) به‌دلیل اینکه کمتر از ۰/۴۵ می‌باشد، اصلاح نشد.

به‌عبارت دیگر، ضریب گیاهی یگانه با استفاده از لایسی‌متر در مرحله اولیه رشد ۲/۷ درصد، در مرحله میانی ۱/۶۳ درصد و در مرحله پایانی تقریباً ۲/۵ برابر بیشتر از ضریب گیاهی یگانه اصلاح‌شده با روش فائو در این پژوهش است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در دشت شهرکرد در صورت عدم وجود لایسی‌متر، اصلاح مقادیر ضرایب گیاهی پیشنهادی فائو برای مراحل اول و میانی رشد به خوبی می‌تواند نتایج قابل قبولی ارائه دهد. کاسا و همکاران (۲۰۰۰) مقادیر اصلاح‌شدهٔ ضریب گیاهی کتان روغنی با استفاده از نشریه فائو ۵۶ را برای سه مرحله رشد اولیه، میانی و انتهای پایانی رشد در مرکز ایتالیا به‌ترتیب ۰/۷، ۱/۱ و ۰/۱ به‌دست آوردند. تفاوت مقادیر ضریب گیاهی پژوهش حاضر با پژوهش کاسا و همکاران (۲۰۰۰) در مرحله پایانی رشد مشهود است که می‌تواند ناشی از تفاوت طول دوره رشد مرحله پایانی و یا زمان قطع آبیاری باشد. پژوهشگران در نقاط مختلف جهان نتایج متفاوتی از مقایسه ضریب گیاهی یگانه اندازه‌گیری‌شده به‌وسیلهٔ لایسی‌متر و محاسبه‌شده به کمک معادلات نشریه فائو ۵۶ گزارش کرده‌اند. برای مثال، کار و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر ضریب گیاهی برخی دانه‌های روغنی را به‌دلیل وجود پدیدهٔ پهن‌رفت گرمایی در دنکانال هند بیشتر از

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر ضریب گیاهی گزارش‌شده در نشریه فائو ۵۶ به دست آوردند. مجنونی هریس و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند مقادیر ضریب گیاهی به‌دست آمده برای گیاه روغنی کلزا نسبت به مقادیر گزارش‌شده در نشریه فائو ۵۶ متفاوت می‌باشند. آنها گزارش کردند ضریب گیاهی به‌دست آمده برای مرحله میانی کلزا ۲۶ درصد و برای مرحله پایانی رشد ۱/۸۸ برابر از مقدار توصیه‌شده نشریه فائو ۵۶ بیشتر است. شاهرخ‌نیا و سپاس‌خواه (۲۰۱۳) نیز بیان کردند مقادیر اندازه‌گیری ضریب گیاهی در دوره میانی برای ذرت و گندم بیش از مقادیر فائو می‌باشند. در مقابل نوری و همکاران (۱۳۸۵) بیان کردند که نزدیکی قابل قبولی بین مقادیر اندازه‌گیری‌شده ضریب گیاهی یگانه و ضرایب گیاهی پیشنهادی توسط فائو وجود دارد.



شکل ۳- میانگین ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی با استفاده از لایسی‌متر و روش نشریه فائو ۵۶ در طول مراحل مختلف رشد

تعیین ضریب گیاهی دوگانه کتان روغنی با روش فائو ۵۶

مقادیر تغییرات میانگین ضریب گیاهی پایه (K_{cb})، ضریب تبخیر از خاک (K_e) و ضریب گیاهی دوگانه ($K_{c\ dual}$) حاصل از سه لایسی‌متر مورد بررسی برای کتان روغنی در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، در طول دوره اولیه رشد، به‌دلیل پوشش گیاهی کم، ضریب گیاهی پایه (بیان‌کننده مقدار تعرق) کم و در مقابل به‌دلیل وجود سطوح بدون پوشش خاک و خیس‌شدن مکرر خاک سطحی در اثر آبیاری و بارندگی، ضریب تبخیر از خاک (K_e) زیاد می‌باشد. به عبارت دیگر، نحوهٔ مدیریت مزرعه، فاصله بین خطوط کشت (تراکم گیاه) و روش آبیاری می‌تواند بر مقدار ضرایب گیاهی و تبخیر- تعرق گیاه تأثیرگذار باشد. همان‌گونه که در شکل ۴ دیده می‌شود، تغییرات ضریب گیاهی دوگانه در این مرحله به شدت تابع تغییرات تبخیر از خاک است. در اواسط فصل رشد، به‌دلیل افزایش پوشش گیاهی و سایه‌اندازی گیاه، مقادیر ضریب تبخیر از خاک به کمترین مقادیر خود در طول فصل رشد می‌رسد. در نهایت، در اواخر فصل رشد به‌دلیل ریزش برگ گیاه (کاهش ضریب تعرق، K_{cb}) و قطع آبیاری (کاهش ضریب تبخیر، K_e)، مقادیر ضریب گیاهی دوگانه کاهش می‌یابد.

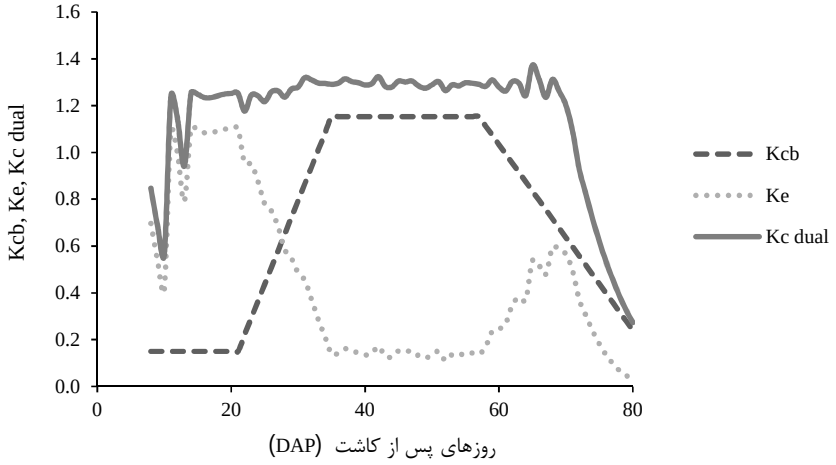
ارتباط معکوس بین ضریب گیاهی پایه و ضریب تبخیر از خاک به‌دلیل تغییرات پوشش گیاهی است. بیشترین مقادیر ضریب گیاهی پایه در طول دوره میانی رشد به ثبت رسید که با پژوهش‌های قمرنیا و همکاران (۱۳۹۳) و کیخا مقدم و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. در مرحله میانی ضریب گیاهی پایه ثابت مانده است و پس از آن با حرکت به سمت دوره پایانی رشد روند کاهشی پیدا کرده است. همچنین، در مرحله میانی به‌دلیل افزایش سایه-اندازی گیاه (بالابودن ضریب گیاهی پایه) و کاهش تبخیر از خاک، ضریب گیاهی دوگانه مقادیر بالایی را به خود اختصاص داده است.

مقادیر ضریب گیاهی پایه کتان روغنی در مراحل رشد اولیه، میانی و انتهای پایانی به‌ترتیب ۰/۱۵، ۱/۱۵ و ۰/۲ به‌دست آمد. در طول فصل رشد، ضریب گیاهی پایه به‌تدریج زیاد شد و در مرحله میانی و هم‌زمان با پوشش کامل گیاه به حداکثر خود رسید. آلن و همکاران (۱۹۹۸)

www.SID.ir

Archive of SID

بیان کردند که در مرحله اولیه رشد به علت کم‌بودن تعرق، بیشترین تفاوت بین ضریب گیاهی یگانه و ضریب گیاهی پایه باید در این مرحله از رشد رخ دهد و ضریب گیاهی یگانه مرحله میانی و ضریب گیاهی پایه مرحله میانی باید مقادیری نزدیک به هم داشته باشند که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. مقایسه مقادیر تبخیر- تعرق گیاه کتان روغنی حاصل از ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه با مقدار به‌دست آمده از لایسی‌متر، حاکی از آن است که ضریب گیاهی دوگانه نسبت به ضریب گیاهی یگانه با دقت بیشتری مقدار تبخیر- تعرق واقعی کتان روغنی را برآورد کرده است. مقدار تبخیر- تعرق کتان روغنی با استفاده از ضریب گیاهی یگانه، دوگانه و لایسی‌متر به‌ترتیب معادل۳۹۱، ۴۴۵ و ۴۴۴ میلی‌متر به‌دست آمد. زارع ابیانه و همکاران (۱۳۸۹) نیز در پژوهشی بیان کردند که برآورد تبخیر- تعرق سیر با به‌کارگیری ضریب گیاهی دوگانه نسبت به ضریب گیاهی یگانه اختلاف کمتری با مقدار تبخیر و تعرق لایسیمتری دارد؛ اما ضریب گیاهی یگانه از نظر سهولت و حجم محاسباتی نسبت به ضریب دوگانه بسیار ساده‌تر می‌باشد. سیلوا و همکاران (۲۰۱۲) نیز در برزیل گزارش کردند که تبخیر- تعرق نیشکر به‌دست آمده از ضریب گیاهی دوگانه تطابق قابل قبولی با مقادیر تبخیر- تعرق اندازه‌گیری شده دارد. شاهرخ‌نیا و سپاس‌خواه (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که روش ضریب گیاهی دوگانه فائو ۵۶، تخمین بهتری از مقدار تبخیر- تعرق ذرت و گندم ارائه می‌دهد.



شکل ۴- ضرایب گیاهی پایه (K_{cb})، دوگانه ($K_{c\ dual}$) و تبخیر از خاک (K_e) در مراحل مختلف رشد

نتیجه‌گیری

باوجود اهمیت تولید گیاهان روغنی- دارویی و افزایش تمایل به کشت آنها توسط کشاورزان در ایران، اطلاعاتی دربارهٔ نیاز آبی و ضرایب گیاهی بسیاری از آنها از جمله کتان روغنی وجود ندارد. نتایج محاسبات ضریب گیاهی یگانه کتان روغنی در این پژوهش نشان داد که مقدار میانگین ضریب گیاهی به‌دست آمده با استفاده از لایسی‌متر در مرحله رشد اولیه گیاه برابر با ۰/۷۴، در مرحله میانی معادل با ۱/۲۳ و در انتهای مرحله پایانی برابر با ۰/۶۱ می‌باشد. همچنین، مقدار ضریب گیاهی یگانه مطابق با روش نشریه فائو ۵۶ محاسبه شد و با روش لایسی‌متری مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که تفاوت مقدار ضریب گیاهی یگانه با استفاده از این دو روش در مرحله اولیه و میانی بسیار کم و در مرحله انتهایی تفاوت بیشتر است که می‌تواند ناشی از تأثیر عملیات مدیریت آب و گیاه باشد. همچنین، نتایج ضریب گیاهی دوگانه نشان دادند که میانگین ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) برای کتان روغنی در مراحل مختلف رشد، یعنی مرحله رشد اولیه، میانی و انتهای پایانی به‌ترتیب برابر ۰/۱۵، ۱/۱۵ و ۰/۲ می‌باشد. نتایج محاسبات تبخیر- تعرق کتان روغنی با به‌کارگیری ضرایب گیاهی یگانه و دوگانه به‌دست آمده در این پژوهش نشان داد که ضریب گیاهی دوگانه با دقت بالاتری مقدار تبخیر- تعرق را برآورد می‌کند. با توجه به اینکه در روش ضریب گیاهی دوگانه، تعرق گیاهان و تبخیر از سطح خاک را به طور جداگانه تعیین می‌کند، این روش می‌تواند مقدار تبخیر- تعرق گیاه را دقیق‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد کند؛ بنابراین، توصیه می‌گردد این ضریب برای انواع گیاهان محاسبه گردد.

منابع

۱. تدین ع، ترابیان ش، و تدین م، ر ،۱۳۹۲، اثر تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت چهار رقم تجاری بزرک خوراکی، مجله به‌زراعی کشاورزی، ۱۵(۱): ۱۵-۲۶.

۲. خواجه‌پور م، ر، ۱۳۸۳، گیاهان صنعتی، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۰ ص.

۳. زارع ابیانه ح، قاسمی ع، معروفی ص، و بیات ورکشی م، ۱۳۸۹، تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی منفرد و دوگانه سیر در اقلیم نیمه‌خشک سرد، مجله دانش آب و خاک، ۲۰(۱): ۱۱۱-۱۲۲.

۴. شریف‌نیا ف، و اسدی م، ۱۳۷۹، فلور ایران تیره کتان (Linaceae)، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۴۲ ص.

۵. علیزاده ا، ۱۳۸۳، رابطه آب و خاک و گیاه، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۴۸۴ ص.

۶. قمرنیا ه، امیری س، و خرمی وفا م، ۱۳۹۳، برآورد نیاز آبی و ضرایب گیاهی یک جزیی و دوجزیی رزماری در اقلیم نیمه‌خشک، مجله مدیریت آب و آبیاری، ۴(۱): ۳۳-۴۳.

۷. قمرنیا ه، و موسی بیگی ف، ۱۳۹۳، برآورد نیاز آبی، ضرایب گیاهی یک جزیی و دو جزیی نعنا فلفلی، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸(۴): ۶۷۰-۶۷۸.

۸. کدخدائی ا، فتح اللهی س و احسان‌زاده پ، ۱۳۹۵، تاثیر تنش شوری و رژیم آبیاری بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گیاه بزرک، مجله فرایند و کارکرد گیاهی، (۱۶) ۵: ۵۷-۷۰.

۹. کمالی پ، و هاشمی گرمدره ا، ۱۳۹۵، محاسبه تبخیر تعرق با ضریب گیاهی یک جزئی و دو جزئی برای گیاه ذرت در طول فصل رشد، دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۴-۲ شهریور ماه، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۰ ص.

۱۰.کیخا مقدم پ، کامگار حقیقی ع، ا، سپاسخواه ع، ر، و زندپارسا ش، ۱۳۹۲، تعیین ضرایب گیاهی یگانه، دوگانه و تبخیر- تعرق بالقوه گیاه زعفران تکامل یافته، مجله هواشناسی کشاورزی، ۱(۱): ۱-۱۳.

۱۱.مجنونی هریس ا، ناظمی ا، ح، اشرف صدرالدینی ع، نیشابوری م، ر، شکیبا م، ر، ۱۳۹۴، تعیین تبخیر-تعرق، ضریب گیاهی و مراحل رشد کلزا با استفاده از داده‌های لایسی‌متری، نشریه دانش آب و خاک، ۲۵(۱): ۱۵۳-۱۶۳.

۱۲.موسوی بایگی م، عرفانیان م، و سرمد م، ۱۳۸۸، استفاده از حداقل داده‌های هواشناسی برای برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع و ارائه ضرایب اصلاحی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۱): ۹۱- ۹۹.

۱۳.نوری ح، لیاقت ع، نیک‌عمل ن، ۱۳۸۵، تعیین ضرایب گیاهی منفرد و دوتایی گیاه سویا، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۲ تا ۱۴ اردیبهشت ماه، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۰ ص.

14. Alberto M. C. R. Quilty J. R. Burish R. J. Wassmann R. Haidar S. Correa J. R. and Sandro J. M. 2014. Actual evapotranspiration and dual crop coefficients for dry-seeded rice and hybrid maize grown with overhead sprinkler irrigation. Agricultural Water Management. 136: 1-12.
15. Allen R. G. Pereria L. S. Raes D. and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, 56. Rome, Italy. 174 p.
16. Casa R. Russell G. and Cascio B. L. 2000. Estimation of evapotranspiration from a field of linseed in central Italy. Agricultural and Forest Meteorology. 104: 289-301.
17. Erraki S. Chehbouni A. Guemouria N. Ezzahar J. Boulet G. and Hanich L. 2009. Citrus orchard evapotranspiration: comparison between eddy covariance measurements and the FAO-56 approach estimates. Plant Biosystems. 143(1): 201-208.
18. Falguni p. 2013. Crop water requirement using single and dual crop coefficient approach. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology. 2(9): 4493-4499.
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. 161 p. http://www.fao.org.
20. Ghamarnia H. Miri E. and Ghobadei M. 2014. Determination of water requirement, single and dual crop coefficients of black

www.SID.ir

Archive of SID

cumin (Nigella sativa L.) in a semi-arid climate. Irrigation Science. 32: 67-76.
21. Kar G. Kumar A. and Martha M. 2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Agricultural Water Management. 87: 73-82.
22. Liu Y. and Fernando R. M. 1998. Irrigation scheduling, Water and soil management for sustainable agriculture in the North China Plain. ISA. 235 p.
23. Lopez Urrea R. Martin de Santa Olalla F. Montoro A. and Fuster L. 2009 .Single and dual crop coefficients and water requirements for onion (*Allium cepa L.*) under semiarid conditions. Agricultural Water Management. 96(6): 1031-1036.
24. Majnooni Heris A. Zand Parsa S. H. Sepaskhah A. R. and Kamgar Haghighi A. A. 2007. Comparison of MSM model for prediction of potential evapotranspiration of maize with FAO methods. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 11(41): 29-42.
25. Majnooni Heris M. Ashraf Sadraddini A. Nazemi A. H. Shakiba M. R. Neyshaburi M. A. and Tuzel L. 2012. Determination of single and dual crop coefficients and ratio of transpiration to evapotranspiration for canola. Annals of Biological Research. 3(4): 1885-1894.
26. Mirshekari M. Amiri R. Iran Nezhad H. Sadat Noori. A and Zandvakili.O. R. 2012. Effects of planting date and water deficit on quantitative and qualitative traits of flax seed. American-Eurasian Journal. Agricultural and Environmental Sciences. 12(7): 901-913.
27. Shahrokhnia M. H. and Sepaskhah A. R. 2013. Single and dual crop coefficients and crop evapotranspiration for wheat and maize in a semi-arid region. Theoretical and Applied Climatology. 114:495-510.
28. Shizhang P. Jiali D. Zhi M. Junzheng X and Daoxi L. 2007. Estimation and verification of crop coefficient for water saving irrigation of late rice using the FAO-56 method. Transactions of the CSAE. 23(7): 30-34.
29. Silva V. P. R. Cicera J. R. Carlos H. A. Vijay P. Walker G. and Bernardo B. 2012. Water requirements and single and dual crop coefficients of sugarcane grown in a tropical region, Brazil. Agricultural Sciences. 3(2): 274-286.
30. Spohrer K. Jantschke C. Hermann L. Engelhardt M. Pinmanee S. and Stahr K. 2006. Lychee tree paramatars for water balance modeling. Plant and Soil. 284(1-2): 59-72.
31. Tolk J. A. and Howell T. A. 2001. Measured and simulated evapotranspiration of grain sorghum grown with full and limited irrigation in three high plains soils. Transactions of the ASAE. 44(6): 1553-1558.
32. Zhao C. and Nan Z. 2007. Estimating water needs of maize (*Zea mays* L.) using the dual crop coefficient method in the arid region of northwestern China. African Journal of Agricultural Research. 2(7): 325-333.

www.SID.ir