مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۰، ص ۸۳-۷۳

برآورد ضریب گیاهی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در منطقه‌ای با اقلیم نیمه خشک

هوشنگ قمرنیا [۱*]، مریم جعفری‌زاده [۲]، الهام میری [۲] و محمد اقبال قبادی [۳]

(E-mail: hghamarnia@razi.ac.ir)

(تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده

گیاه گشنیز یکی از مهمترین گیاهان دارویی استان کرمانشاه است که نسبت به سایر گیاهان مشابه سطح کشت قابل توجهی را به خود اختصاص داده است. برای تدوین برنامه آبیاری مناسب آگاهی از نیاز آبی گیاه و ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد ضروری است. ضریب گیاهی در واقع نسبت تبخیر تعرق واقعی به تبخیر تعرق گیاه مرجع است. پژوهش حاضر به منظور تعیین ضریب گیاهی گشنیز در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی شهرستان کرمانشاه در طی دو سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. بدین‌منظور از سه لایسیمتر بیلان آبی به قطر ۱/۲ و ارتفاع ۱/۴ متر استفاده شد. در این خصوص، برای محاسبه مقدار تبخیر تعرق پتانسیل از معادله پنمن مانتیس و برای اندازه‌گیری تبخیر تعرق واقعی از معادله بیلان آبی استفاده گردید. در نهایت طی دو سال آزمایش مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای گیاه گشنیز به ترتیب ۰/۶۶، ۱/۱۹، ۱/۳۶ و ۰/۹۸ به‌دست آمد. این مقادیر جهت برآورد نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری گیاه گشنیز پیشنهاد می‌شوند.

کلمات کلیدی: پنمن مانتیث، کرمانشاه، لایسیمتر زهکش‌دار، معادله بیلان آبی، نیاز آبی

۱ - دانشیار گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه – ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

۲ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه - ایران

۳ - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه - ایران

مقدمه

آب یکی از مهمترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. از طرفی دیگر، استفاده بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر باعث مشکلات زیادی در مدیریت منابع آب شده است. برای جلوگیری و خروج از بحران آب به مدیریت مناسب کشاورزی و منابع آب نیاز است. یکی از پارامترهای مهم در این راستا، تعیین تبخیر تعرق محصولات کشاورزی می‌باشد. تبخیر تعرق، شامل تبخیر آب از سطح خاک و تعرق پوشش گیاهی بوده و نشان‌دهنده یک روند اساسی از چرخه هیدرولوژیکی و یک عنصر کلیدی مدیریت منابع آب، خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک است. تبخیر تعرق تابعی از ویژگی‌های خاک، شرایط آب و هوایی، کاربری اراضی، مقاومت آئرودینامیک سطوح کشت، وضعیت گیاهی و توپوگرافی منطقه است. از آنجایی‌که عوامل بسیار زیادی در تبخیر تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق آن اگر نتوان گفت که غیرممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد. تبخیر تعرق واقعی گیاه را می‌توان با اندازه‌گیری پیوسته تغییرات آب خاک با استفاده از لایسیمتر یا بیلان آب و خاک و یا ضرب تبخیر تعرق پتانسیل در ضریب گیاهی (kc) تعیین کرد. در مرکز تحقیقات گیاهی ایالت تگزاس در آمریکا در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸ برای محاسبه ضریب گیاهی گندم و پنبه لایسیمتر وزنی مورد استفاده قرار گرفت و مقادیر kc برای پنبه ۱/۵-۰/۲ و گندم ۱/۷-۰/۱ گزارش شد. لازم به ذکر است که گاهاً بین مقادیر محاسبه شده در این تحقیق و اعداد ارائه شده توسط سازمان FAO مغایرت‌هایی وجود دارد (۹). همچنین در تحقیقاتی در شمال غربی چین در سال ۲۰۰۷، بین ضریب k_c در دوره میانی و انتهایی رشد با اعداد ارائه شده در نشریه شماره ۵۶ سازمان FAO تفاوت‌هایی دیده شد. آنان kc و ET ذرت بهاره کشت شده در زیر پوشش پلاستیکی را مورد مطالعه قرار دادند و مقادیر ضرایب گیاهی را به طور متوسط برای دوره اولیه، میانی و بلوغ به‌ترتیب ۱/۴۶، ۱/۳۹ و ۱/۲۲ گزارش کردند (۱۰). نیاز آبی گیاه پیاز با اعمال دو ضریب گیاهی منفرد و دوگانه بر تبخیر تعرق گیاه مرجع به روش پنمن مانتیث FAO ۵۶ محاسبه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که نیاز آبی در هر دو حالت به ویژه در حالت دوگانه، از مقدار واقعی کمتر بوده اما این مقدار با استفاده از ضریب دوگانه قابل بهبود است (۱۲). همچنین، در شمال چین با هدف ارزیابی ضریب گیاهی دو جزیی در تعیین مقدار تبخیر تعرق واقعی بر روی گندم پاییزه و ذرت با استفاده از لایسمترهای وزنی آزمایشی صورت گرفت و بر کارایی این روش به‌خصوص در برآورد نیاز آبی گندم تأکید شد، آنگاه با استفاده از داده‌های مشاهده‌ای لایسیمتری ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد برای گندم به‌ترتیب ۰/۸، ۱/۱۵، ۱/۲۵ و ۰/۹۵ و برای ذرت ۰/۹، ۰/۹۵، ۱/۲۵ و یک تخمین زده شد (۱۱). در کار مشابهی در جنوب ایتالیا، مقادیر ضریب گیاهی براساس روش ارائه شده در نشریه شماره ۵۶ سازمان FAO برای هندوانه در دو حالت مدیریتی کشت در زیر پوشش پلاستیکی و یا بدون پوشش با استفاده از لایسیمتر وزنی مورد بررسی قرار گرفت. محققین در این پژوهش همبستگی خوبی بین این روش و داده‌های لایسیمتری برای هندوانه بدون پوشش کشت شده ملاحظه کردند که در مقابل، برای کشت انجام شده زیر پوشش پلاستیکی اختلاف معنی‌داری ملاحظه گردید (۱۳). در شیراز از لایسیمترهای بیلان آبی برای تعیین نیاز آبی زعفران برای دو سال ۱۹۹۹-۱۹۹۸ و ۲۰۰۰-۱۹۹۹ استفاده شد و به‌ترتیب ۴۸۶ و ۶۷۰ میلی‌متر و ضریب گیاهی نیز در این دو سال در مراحل مختلف بین ۰/۲۴-۰/۲۲ و ۱/۰۵-۰/۹۴ و ۰/۷۸-۰/۶۸ در مراحل اولیه، میانی و انتهایی رشد تخمین زده شد (۷). برای تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاه سیر در همدان در سال ۱۳۸۷ آزمایشی انجام و مقدار ضریب گیاهی واقعی این گیاه در مرحله ابتدایی رشد ۰/۵، در انتهای مرحله توسعه ۱/۴ و در مرحله پایانی ۰/۳ گزارش شد (۲).

در این تحقیق، برای تعیین پارامتر ضریب گیاهی از لایسیمتر به عنوان یک میکرو اقلیم (که شرایط آن قابل کنترل است) استفاده گردید. اگر تبخیر تعرق مرجع (ET_O) و تبخیر تعرق واقعی (ET_C) در دسترس باشد با کمک معادله (۱) ضریب گیاهی قابل اندازه‌گیری است (۶):

$$Kc = \frac{ETc}{Eto} \qquad (1$$

باتوجه به این‌که در منابع مختلف مقداری برای ضریب گیاهی گشنیز گزارش نشده و علی‌رغم سابقه دیرینه کشت، مصرف بالای آن در ایران و جهان و توان تولید فرآورده‌های مختلف دارویی از آن، هنوز مطالعه خاصی در

این خصوص انجام نشده است. لذا، این تحقیق با هدف اندازه‌گیری kc گشنیز و بررسی الگوی تغییرات آن در طی فصل رشد، با استفاده از روش بیلان آبی و براساس مقادیر تبخیر تعرق لایسیمتری گیاه گشنیز طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی شهرستان کرمانشاه با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا در مختصات ´۹ و °۴۷ شرقی و ´۲۱ و °۳۴ شمالی انجام شد. این منطقه براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم نیمه خشک سرد است. در این طرح، پارامترهای هواشناسی مورد نیاز (دمای ماگزیمم و مینیمم، رطوبت نسبی حداقل و حداکثر، بارش، سرعت باد در ارتفاع دو متری، ساعات آفتابی و سایر پارامترهای جوی) از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کرمانشاه در فاصله دو کیلومتری با ارتفاع ۱۳۱۹ اخذ شد (جدول ۱).

جدول ۱ - پارامترهای هواشناسی در طی دوره انجام پژوهش در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹

سال	ماه	بارندگی ماهیانه (mm)	متوسط ساعت آفتابی (hr)	متوسط سرعت باد (m/s)	متوسط رطوبت نسبی (٪)	متوسط درجه حرارت (°C)
۱۳۸۸-۸۹	فروردین	۶۰/۹	۶/۷	۲/۵	۶۲/۸	۱۲/۵
	اردیبهشت	۷۹/۷	۶/۴	۲/۴	۶۰/۵	۱۶/۹
	خرداد	۲/۷	۱۰/۸	۲/۳	۳۰/۲	۲۳/۸
	تیر	۰	۱۱/۹	۲/۳	۲۰/۴	۲۷/۷
۱۳۸۹-۹۰	فروردین	۴۶/۹	۶/۲	۲/۲	۵۱/۳	۱۲/۴
	اردیبهشت	۱۲۳/۲	۵/۸	۲/۴	۶۱/۷	۱۶/۵
	خرداد	۰	۱۰/۱	۲/۴	۳۰/۲	۲۳/۴
	تیر	۰	۱۰/۱	۲/۳	۱۹/۵	۲۷/۹

گیاه گشنیز دارویی، یک‌ساله با ساقه‌ای افراشته، شیاردار و منشعب با ارتفاع ۲۰ تا ۱۴۰ سانتی‌متر و از تیره چتریان است. برگ‌ها متناوب و به طور شانه‌ای بوده و برگ‌های فوقانی دارای بریدگی‌های خطی هستند. گل‌هایی سفید یا صورتی به صورت چترهای مرکب در انتهای شاخه‌ها قرار دارند و میوه‌ها فندقه و دو قسمتی هستند. گیاه گشنیز دارای عادت رشدی نیمه محدود یعنی حد وسط گیاهان رشد محدود و گیاهان رشد نامحدود است (۵). طول دوره رویش آن ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز است که در بسیاری از کشورها به عنوان گیاهی بهاره و در برخی کشورهای مدیترانه و جنوب شرقی آسیا به صورت گیاهی زمستانه کشت می‌شود. ضمناً گیاهی گرمادوست بوده و در انواع خاک‌ها می‌روید (۱).

برای اجرای این طرح، سه دستگاه لایسیمتر زهکش‌دار به قطر ۱/۲ و ارتفاع ۱/۴ متر درنظر گرفته شده است که طی دو سال آزمایش در ۲۳ و ۲۴ اسفند داخل هر سه لایسیمتر، گیاه گشنیز با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع کشت شد (۸). لایسیمترها فلزی بوده و جداره داخلی و خارجی آنها جهت جلوگیری از نشت آب عایق شده است. به منظور سهولت در زهکشی، کف لایسیمترها تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری شن درشت و ریز ریخته شد و بقیه حجم آن، توسط خاک مزرعه با کود پوسیده حیوانی پر گردید. در طول فصل رشد، برای تأمین کامل نیازهای غذایی گیاه و افزایش حاصل‌خیزی خاک، کودهای ازت، پتاس و فسفات به‌ترتیب ۱۷۷، ۸۸ و ۸۸ کیلوگرم در هکتار مصرف شد (جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۲ - خصوصیات شیمیایی خاک

فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کربن آلی (٪)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
۲۶	۴۴۰	۱/۳۸	۷/۸	۱۱/۹	۱/۳۶	۱/۶۴

جدول ۳ - خصوصیات فیزیکی خاک

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	بافت خاک	عمق (cm)
۵۴	۴۲/۳	۳/۷	۱/۳	سیلتی رسی	۰-۶۰

در طی دو سال انجام آزمایش، آب اضافی خارج شده از لایسیمترها با استفاده از لوله‌های زیرزمینی به داخل مخازنی که داخل اتاقک دسترسی زیرزمینی مجاور لایسیمترها قرار داشت تخلیه شده و توسط ظرف مدرج اندازه‌گیری شد. بافت خاک محل سیلتی - رسی بوده و میزان رطوبت آن در محدوده ظرفیت زراعی خاک ۳۳ درصد وزنی و جرم مخصوص ظاهری آن ۱/۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین گردید. اندازه‌گیری محتوای آب خاک نیز قبل از هر آبیاری در سه عمق توسط سه سنسور دستگاه (IDRG) و سه عدد بلوک گچی انجام گرفت. از داده‌های برداشت شده این دو دستگاه نتایج IDRG باتوجه به دقت بیشتر و داده‌های غیرمنطقی کمتر در محاسبات استفاده شد. ضمناً بلوک‌های گچی به علت نداشتن حساسیت کافی در رطوبت‌های خیلی بالا و یا خیلی پایین و نیز تأثیرپذیری از پدیده پسماند در ادامه کار مورد استفاده قرار نگرفتند.

محاسبه ضریب گیاهی

معادله پنمن مانتیث (معادله ۲) توسط سازمان FAO به‌عنوان روش استاندارد برای محاسبه ET_o درمقایسه با سایر روش‌ها توصیه شده است. در این روش، گیاه مرجع یک پوشش چمن فرضی است که ارتفاع آن ۱۲ سانتی‌متر و ضریب بازتابش در آن ۲۳ درصد می‌باشد. همچنین مقاومت گیاهی ثابت و ۷۰ ثانیه بر متر است.

$$ET_O = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_S - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + .34u_2)} \quad (۲)$$

در این رابطه، ET_o تبخیر تعرق مرجع (میلی‌متر بر روز)، G شار گرمای خاک (مگاژول بر مترمربع بر روز)، T دمای هوا در ارتفاع دو متری (درجه سلسیوس)، u_2 سرعت باد در ارتفاع دو متری (متر بر ثانیه)، e_s فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، e_a فشار بخار واقعی (کیلوپاسکال)، $(e_s - e_a)$ کمبود فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس) و γ ضریب ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس)، R_n تابش خالص در سطح گیاه (مگاژول بر مترمربع بر روز) می‌باشند.

برای محاسبه تبخیر تعرق واقعی نیز از معادله بیلان آب (معادله ۴) استفاده شد. این روش، شامل بررسی جریان آب ورودی و خروجی به محدوده توسعه ریشه گیاه در طول یک دوره مشخص می‌باشد. آبیاری (I) و بارندگی (P)، منابع آب ورودی به محدوده توسعه ریشه گیاه محسوب می‌شوند. بخشی از آب آبیاری و بارندگی ممکن است به صورت

رواناب سطحی (RO) و نفوذ عمقی (DP) تلف شده که موجب تغذیه سطح ایستابی می‌شود. همچنین ممکن است، آب تحت صعود مویینه‌ای (CR) از یک سطح ایستابی بالا به محدوده (عمق) توسعه ریشه گیاه انتقال یابد و یا حتی در جهت افقی، به صورت جریان زیرزمینی به محدوده توسعه ریشه گیاه وارد یا از آن خارج گردد (ΔSF). رویهم رفته در بسیاری از شرایط، به جزء وجود شیب‌های هیدرولیکی بالا، مقادیر (ΔSF) ناچیز بوده و قابل صرف‌نظر است. تبخیر از خاک و تعرق از گیاه موجب تخلیه آب خاک محدوده توسعه ریشه گیاه می‌شوند. چنانچه به‌جز تبخیر تعرق، تمامی جریان‌ها قابل برآورد باشند، تبخیر تعرق می‌تواند بر مبنای تغییر مقدار آب خاک (ΔSW) در طول یک دوره مشخص به صورت رابطه زیر محاسبه گردد:

$$ET = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm \Delta SW \quad (۳$$

باتوجه به این‌که لایسیمتر یک محیط بسته است و انتقال آب از محیط اطراف به آن امکان‌پذیر نبوده و تمام آب رسیده به سطح زمین به داخل آن نفوذ می‌کند. بنابراین می‌توان گفت میزان رواناب سطحی صفر است. لذا در مطالعات نیاز آبی، معادله بیلان جرمی برای لایسیمتر به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$ETc = P + I - D - R \pm \Delta S \quad (۴$$

در این رابطه، ET_c تبخیر تعرق گیاه (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، I آب آبیاری (میلی‌متر)، D آب زهکش شده (میلی‌متر)، R رواناب (میلی‌متر) و ΔS تغییرات ذخیره‌ای رطوبت خاک (محتوای آب خاک) (میلی‌متر) می‌باشند. به‌طور معمول، روش موازنه آب خاک می‌تواند شدت تبخیر تعرق را در دوره‌های طولانی (هفته‌ای یا ۱۰ روزه) برآورد کند (۴).

ضریب گیاهی نیز یک مقدار ثابت نبوده و مقدار آن در طول دوره رویش گیاه تغییر می‌کند. دوره رشد گیاه گشنیز به چهار مرحله (ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی) تقسیم شد. مرحله اولیه، از تاریخ جوانه زدن بذر تا ۱۰ درصد رشد گیاه، مرحله توسعه از ۱۰ درصد رشد تا شروع گل‌دهی، مرحله میانی از آغاز گل‌دهی تا رسیدن محصول و مرحله پایانی از انتهای مرحله میانی تا برداشت محصول می‌باشد. می‌توان با اعمال مقادیر ضریب گیاهی در تبخیر تعرق مرجع، نیاز آبی در هر مرحله را به دست آورد. در جدول (۴) تاریخ کاشت و طول دوره رشد گیاه گشنیز در طی دو سال آزمایش و متوسط دوره رشد دو ساله ارائه شده است.

نتایج و بحث

در جدول‌های (۵) و (۶) میزان تغییرات تبخیر تعرق مرجع و تبخیر تعرق گیاه گشنیز به صورت ۱۰ روزه در دو سال آزمایش ارائه شده است. بررسی نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل متوسط نیاز آبی ۱۰ روزه گیاه به ترتیب ۱۲۶/۵۲ و ۱۸/۶۰ میلی‌متر در سال ۸۹-۱۳۸۸ و ۱۰۳/۶۵ و ۱۷/۰۴ در سال ۹۰-۱۳۸۹ و تبخیر تعرق پتانسیل ۹۳/۵۲ و ۳۳/۳۳ در سال ۸۹-۱۳۸۸ و ۸۰/۹۱ و ۲۷/۹۹ در سال ۹۰-۱۳۸۹ میلی‌متر در ۱۰ روز می‌باشد. براساس نتایج بیلان آب خاک به‌دست آمده در این دوره‌ها، مقدار تبخیر تعرق واقعی سالانه گشنیز در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ در هر سال به‌ترتیب ۷۱۳/۵۸ و ۵۸۰/۶۴ میلی‌متر به‌دست آمد. از طرف دیگر میزان تبخیر تعرق پتانسیل محاسبه شده در این مدت برای دو سال متوالی ۶۴۳/۵۷ و ۵۳۰/۱۶ میلی‌متر تخمین زده شد.

جدول ۴ - تاریخ کاشت و طول هر یک از مراحل رشد گیاه گشنیز

سال	تاریخ کاشت	دوره اولیه رشد	دوره توسعه	دوره میانی	دوره انتهایی	کل
۸۹-۱۳۸۸	۲۳ اسفند	۳۰	۴۷	۲۴	۱۳	۱۱۲
۹۰-۱۳۸۹	۲۴ اسفند	۴۰	۳۵	۲۱	۱۰	۱۰۶
متوسط دوساله		۳۵	۴۱	۲۳	۱۲	۱۰۹

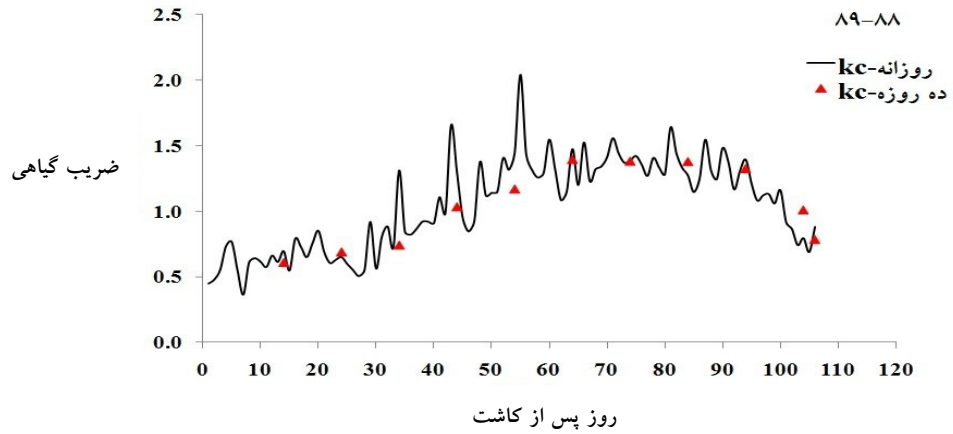
جدول ۵ - نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه گشنیز در سال ۸۹-۱۳۸۸ (میلی‌متر)

دهه	تبخیرتعرق پتانسیل (ETo)	لایسیمتر ۱ ETC (mm)	لایسیمتر ۱ kc	لایسیمتر ۲ ETC (mm)	لایسیمتر ۲ kc	لایسیمتر ۳ ETC (mm)	لایسیمتر ۳ kc	متوسط ETC (mm)	متوسط kc
۱	۳۳/۳۳	۲۲/۱۱	۰/۶۹	۱۹/۷۵	۰/۶۲	۱۳/۹۴	۰/۴۳	۱۸/۶۰	۰/۵۸
۲	۴۰/۸۵	۲۶/۶۳	۰/۶۶	۲۹/۲۵	۰/۷۳	۲۷/۴۱	۰/۶۸	۲۷/۷۶	۰/۶۹
۳	۴۰/۲۵	۲۷/۴۰	۰/۶۹	۲۳/۶۴	۰/۶۰	۲۳/۰۶	۰/۵۹	۲۴/۷۰	۰/۶۳
۴	۴۵/۷۷	۴۵/۹۰	۱/۰۲	۳۸/۸۷	۰/۸۶	۳۶/۹۴	۰/۸۲	۴۰/۵۷	۰/۹۰
۵	۳۹/۹۳	۴۲/۹۰	۱/۰۹	۴۵/۴۸	۱/۱۷	۴۵/۴۸	۱/۱۷	۴۴/۶۲	۱/۱۴
۶	۵۴/۱۷	۷۷/۴۹	۱/۴۶	۷۷/۳۳	۱/۴۵	۷۲/۱۴	۱/۳۶	۷۵/۶۵	۱/۴۲
۷	۷۰/۷۶	۹۹/۴۱	۱/۴۱	۹۱/۷۹	۱/۳۰	۸۵/۸۶	۱/۲۱	۹۲/۳۵	۱/۳۱
۸	۸۰/۷۲	۱۱۱/۰۷	۱/۳۸	۱۱۲/۳۶	۱/۴۰	۱۰۹/۸۳	۱/۳۷	۱۱۱/۰۹	۱/۳۸
۹	۹۳/۵۲	۱۲۵/۶۶	۱/۳۶	۱۲۸/۵۶	۱/۳۹	۱۲۵/۳۴	۱/۳۶	۱۲۶/۵۲	۱/۳۷
۱۰	۸۸/۲۰	۱۱۰/۷۵	۱/۲۶	۱۰۵/۴۶	۱/۲۰	۱۰۱/۷۸	۱/۱۶	۱۰۶/۰۰	۱/۲۰
۱۱	۵۶/۰۷	۴۶/۱۳	۰/۸۲	۴۶/۰۰	۰/۸۲	۴۵/۰۱	۰/۸۰	۴۵/۷۱	۰/۸۲
جمع کل	۶۴۳/۵۸	۷۳۵/۴۵	–	۷۱۸/۴۹	–	۶۸۶/۷۹	–	۷۱۳/۵۸	–

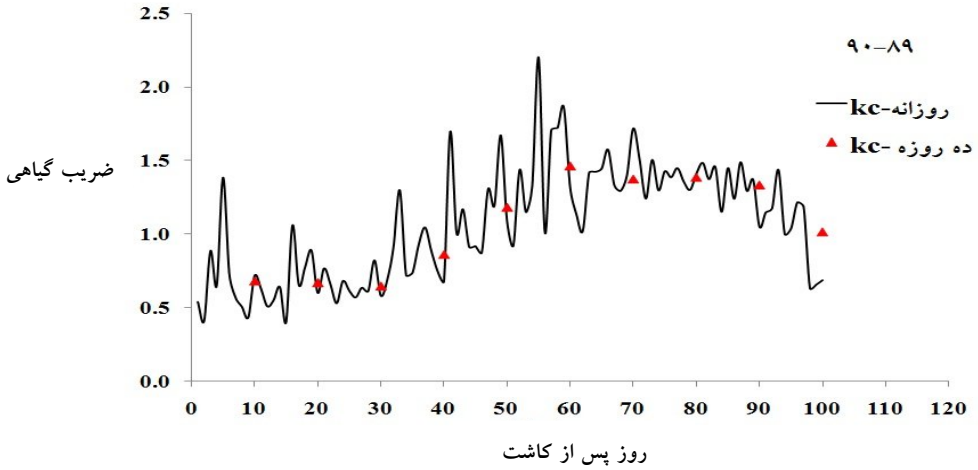
جدول ۶ - نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه گشنیز در سال ۹۰-۱۳۸۹ (میلی‌متر)

دهه	تبخیر تعرق پتانسیل (ETo)	لایسیمتر ۱ ETC (mm)	لایسیمتر ۱ kc	لایسیمتر ۲ ETC (mm)	لایسیمتر ۲ kc	لایسیمتر ۳ ETC (mm)	لایسیمتر ۳ kc	متوسط ETC (mm)	متوسط kc
۱	۲۷/۹۹	۱۶/۲۴	۰/۶۵	۱۷/۶۷	۰/۷۱	۱۷/۲۳	۰/۶۹	۱۷/۰۴	۰/۶۸
۲	۴۲/۹۳	۲۵/۶۲	۰/۶۲	۲۷/۴۰	۰/۶۸	۲۸/۱۴	۰/۷۰	۲۷/۰۶	۰/۶۷
۳	۴۱/۵۱	۲۵/۴۹	۰/۶۲	۳۰/۰۵	۰/۷۴	۲۳/۹۵	۰/۵۸	۲۶/۵۰	۰/۶۵
۴	۴۲/۳۸	۳۴/۲۸	۰/۸۴	۳۵/۳۸	۰/۸۷	۳۵/۱۷	۰/۸۸	۳۴/۹۴	۰/۸۶
۵	۳۶/۷۴	۳۹/۸۳	۱/۱۴	۴۴/۴۰	۱/۲۶	۴۱/۱۳	۱/۱۶	۴۱/۷۹	۱/۱۸
۶	۴۵/۰۳	۶۲/۱۱	۱/۴۶	۶۲/۷۳	۱۴/۴۷	۶۲/۴۰	۱/۴۷	۶۲/۴۱	۱/۴۷
۷	۶۲/۱۳	۸۴/۲۰	۱/۳۶	۸۴/۳۱	۱/۳۶	۸۶/۵۷	۱/۴۰	۸۵/۰۳	۱/۳۸
۸	۷۴/۹۶	۱۰۴/۹۹	۱/۴۱	۱۰۱/۶۲	۱/۳۶	۱۰۴/۳۵	۱/۴۰	۱۰۳/۶۵	۱/۳۹
۹	۷۵/۵۸	۱۰۱/۶۲	۱/۳۶	۱۰۱/۹۰	۱/۳۶	۹۶/۰۵	۱/۲۹	۹۹/۸۶	۱/۳۴
۱۰	۸۰/۹۱	۸۴/۸۴	۱/۰۵	۸۲/۳۲	۱/۰۲	۷۹/۹۲	۰/۹۸	۸۲/۳۶	۱/۰۲
جمع کل	۵۳۰/۱۷	۵۷۹/۲۲	–	۵۸۷/۷۸	–	۵۷۴/۹۱	–	۵۸۰/۶۴	–

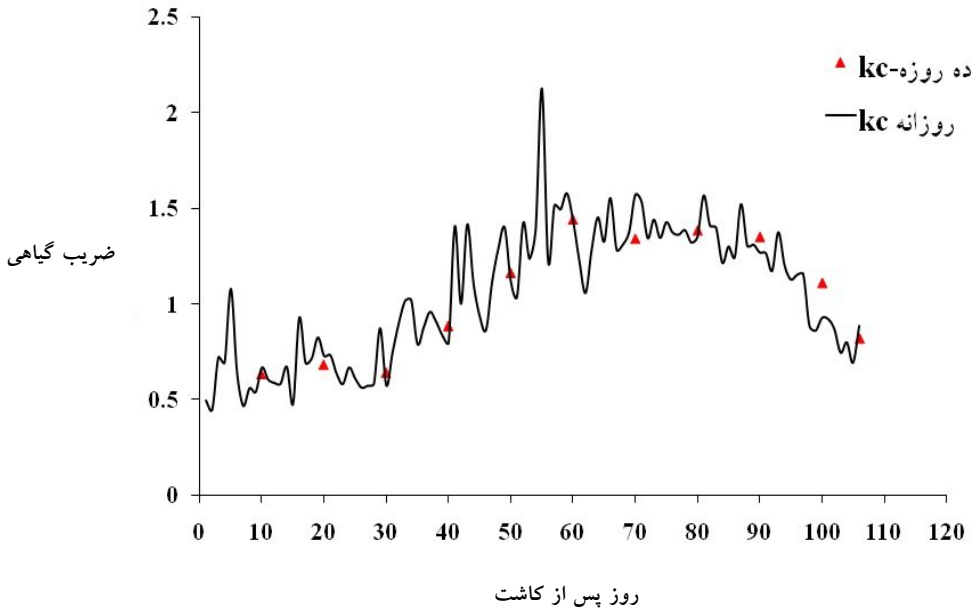
ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده با معادله (۳) و شکل تعدیل یافته آن برحسب روزهای رشد در دو سال انجام پژوهش و متوسط آن، در شکل‌های (۱)، (۲)، (۳) و (۴) نمایش داده شده است. در محاسبه ضریب گیاهی ۱۰ روزه از روش میانگین‌گیری استفاده گردید، به گونه‌ای که برای هر مرحله از رشد میانگین ضریب گیاهی در آن مرحله، در نظر گرفته شد. ضریب گیاهی میانگین در مرحله ابتدایی رشد در سال ۸۹-۱۳۸۸، ۰/۶۳ و در سال بعد ۰/۶۹ بوده، این در حالی است که با افزایش سرعت رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ و به تبع آن افزایش تعرق در دوره توسعه، ضریب گیاهی به طور صعودی افزایش یافته و برای این دو سال به‌ترتیب ۱/۱۱ و ۱/۲۷ حاصل شد (شکل ۱). در مرحله میانی که فعالیت بیولوژیکی گیاه در حد اعلای خود است این مقادیر به ۱/۳۷ و ۱/۳۵ رسیده و شکل منحنی در این دوره ثابت می‌شود. همچنین، در مرحله پایانی مقادیر ۰/۹۷ و یک به‌دست آمد که علت بزرگ بودن ضریب گیاهی در این دوره را می‌توان در برداشت زودهنگام گیاه قبل از خشک شدن کامل بیان نمود. این عمل در جهت جلوگیری از هدر رفتن میزان روغن و اسانس دانه‌ها صورت گرفت. بدین ترتیب گیاه بعد از طی کامل مراحل رشد و پر شدن دانه‌ها و بعد از گذر از مرحله خمیری محصول برداشت شده و در سایه اقدام به خشک کردن دانه‌ها گردید. همان‌گونه که در شکل‌های (۱) و (۲) برای سال‌های مختلف و شکل شماره (۳) برای متوسط دو سال دیده می‌شود در مقیاس روزانه تغییرات Kc شدید است، این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد (۳).



شکل ۱ - نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه در سال ۸۹-۱۳۸۸



شکل ۲ - نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه در سال ۹۰-۱۳۸۹

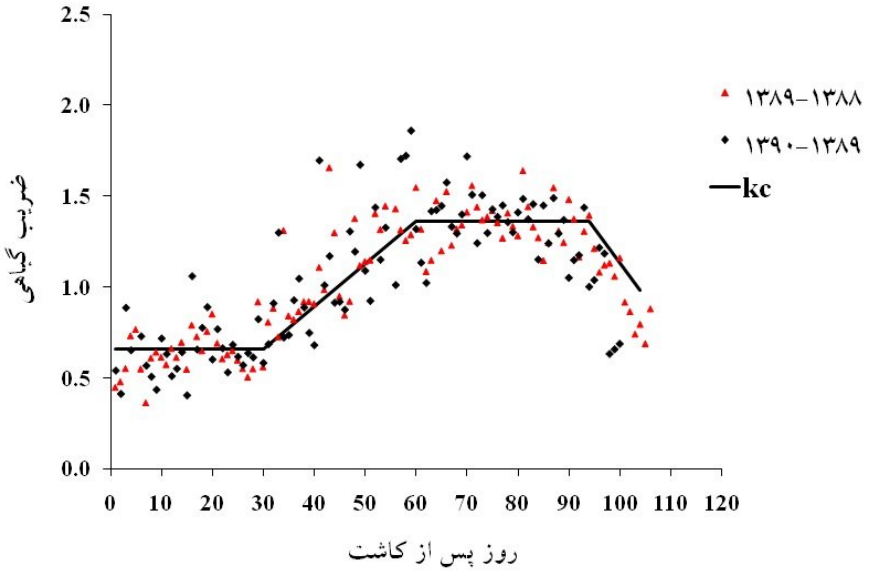


شکل ۳ – نمودار دو ساله متوسط ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه

مقادیر ضریب گیاهی در چهار مرحله رشد در دو سال پژوهش در جدول (۷) ارائه شده است. میانگین ضریب گیاهی در این مدت برای مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب ۰/۶۶، ۱/۱۹، ۱/۳۶ و ۰/۹۸ به‌دست آمد. چنانچه گفته شد در منابع مختلف مقادیری برای ضریب گیاهی گشنیز ارائه نشد، اما اگر این گیاه را جزء سبزیجات ریز محسوب کنیم، سازمان FAO با تقسیم طول رشد این گیاهان به سه مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی این مقادیر را برای اقلیم نیمه مرطوب به ترتیب ۰/۷، ۱/۰۵ و ۰/۹۵ ارائه کرده است. این مقادیر در مراحل ابتدایی و انتهایی با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد، اما در مرحله میانی این اختلاف زیاد است که می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی متفاوت و کلی بودن مقادیر ارائه شده توسط سازمان FAO باشد. ضمناً نمودار دوسالانه ضریب گیاهی پیشنهادی و توسعه یافته حاصل از این تحقیق جهت برآورد و برنامه‌ریزی آبیاری گیاه گشنیز در شکل (۴) ارائه شده است.

جدول ۷ – ضرایب گیاهی در مراحل چهارگانه رشد در دو سال انجام پژوهش

سال	مرحله ابتدایی	مرحله توسعه	مرحله میانی	مرحله انتهایی
۱۳۸۸–۸۹	۰/۶۳	۱/۱۱	۱/۳۷	۰/۹۷
۱۳۸۹–۹۰	۰/۶۹	۱/۲۷	۱/۳۵	۱
متوسط دو ساله	۰/۶۶	۱/۱۹	۱/۳۶	۰/۹۸
مقادیر متوسط فائو ۵۶	۰/۷	–	۱/۰۵	۰/۹۵



شکل ۴ - نمودار دوسالانه ضریب گیاهی

نتیجه‌گیری

نتایج محاسبات ضرایب گیاهی منفرد برای گیاه گشنیز نشان داد که این پارامتر در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی به ترتیب ۰/۶۳، ۱/۱۱، ۱/۳۷ و ۰/۹۷ برای سال اول کشت و ۰/۶۹، ۱/۲۷، ۱/۳۵ و ۱/۰ برای سال دوم بوده و به‌طورکلی می‌توان مقادیر ضرایب گیاهی ۰/۶۶، ۱/۱۹، ۱/۳۶ و ۰/۹۸ را برای این گیاه توصیه نمود. با استفاده از مقادیر جدید به‌دست آمده که در هیچ مرجعی حتی منبع (۶) نیز ارائه نگردیده، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری گیاه گشنیز امکان‌پذیر خواهد شد.

منابع مورد استفاده

۱ . امید بیگی ر (۱۳۷۶) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات طراحان نشر، ۳۴۹ ص.

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

۳ . سبزی پرور ع. ا.، تفضلی ف.، زارع ابیانه ح.، بانژاد ح.، موسوی بایگی م.، غفوری م.، محسنی موحد ا. و مریانجی ز (۱۳۸۷) ارزیابی دقت تبخیر و تعرق برآوردی (ETo) از روش‌های تجربی و شبکه‌های عصبی مصنوعی درمقایسه با نتایج لایسیمتری. پژوهش کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا. ۷: ۲۵۸-۲۴۵.

۴ . وزیری ژ.، سلامت ع.، انتصاری م.، مسجی م.، حیدری ن. و دهقانی سانیچ ح (۱۳۸۷) تبخیر تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۱۲۲، ۳۶۲ ص.

۵ . ولدآبادی س. ع.، لباسچی م. ح. و علی آبادی فراهانی ح (۱۳۸۸) تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار (AMF)، کود P_2O_5 و دور آبیاری بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد گشنیز (*Coriandrum sativum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. (۳)۲۵: ۴۲۸-۴۱۴.

6 . Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M (1998) Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: Proceedings of the Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agricultural Organization, United Nations, Rome, Italy, 300 p.

7 . Azizi Zohan A, Kamgar Haghighi AA and Sepaskhah AR (2008) Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Arid Environments. 72(3): 270-278.

8 . Carrubba A, Torre RL, Saiano F and Alonzo G (2006) Effect of Sowing Time on Coriander Performance in a Semiarid Mediterranean Environment. Crop Science. 46(1): 270-278.

9 . Ko J, Piccinni G, Marek T and Howell T (2009) Determination of growth-stage-specific crop coefficients (Kc) of cotton and wheat. Agricultural Water Management. 96(12): 1691-1697.

10 . Li S, Kang S, Li F and Zhang L (2008) Evapotranspiration and crop coefficient of spring maize with plastic mulch using eddy covariance in northwest China. Agricultural Water Management. 95(11): 1214-1222.

11 . Liu Y and Luo Y (2010) A consolidated evaluation of the FAO-56 dual crop coefficient approach using the lysimeter data in the North China Plain. Agricultural Water Management. 97(1): 31-40.

12 . Lopez-Urrea R, Santa Olalla FM, Montoro A and Lopez-Fuster P (2009) Single and dual crop coefficients and water requirements for onion (*Allium cepa* L.) under semiarid conditions. Agricultural Water Management. 96(6): 1031-1036.

13 . Lovelli S, Pizza S, Caponio T, Rivelli AR and Perniola M (2005) Lysimetric determination of muskmelon crop coefficients cultivated under plastic mulches. Agricultural Water Management. 72(2): 147-159.

Coriandrum sativum L. crop coefficient determination in a semi-arid climate

H. Ghamarnia *[1], M. Jafari Zadeh [2], E. Miri [2] and M. Eghbal Ghobadi [3]

(E-mail: hghamarnia@razi.ac.ir)

Abstract

Coriandrum sativum L. is one of the most important plants compared to the other herbs and medicinal plants as a planted covered area in Kermanshah province. For a suitable irrigation management programming, the awareness of crop coefficient and water requirement in different plant stages is essential. The ratio of actual evapotranspiration to reference crop evapotranspiration is defined as crop coefficient. A study was conducted to determine the crop coefficients of (*Coriandrum sativum* L.) in Faculty of Agriculture Research Farm in Razi University in Kermanshah city during 2009-10 and 2010-11. For this purpose, three water balance drainable lysimeters with diameter of 1.20 m and a height of 1.40 m were used. In this regard, to calculate potential evapotranspiration, the Penman Monteith equation for potential evapotranspiration and water balance equation to measure actual evapotranspiration were used. Finally, the values of crop coefficients for different (*Coriandrum sativum* L.) initial, development, middle and end stages were determined as 0.66, 1.19, 1.36 and 0.98, respectively.

Keywords: Drainable lysimeter, Kermanshah, Penman-Montheith, Water balance equation, Water requirement

1 - Associate Professor, Department of Water Resources Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah – Iran

(Corresponding Author *)

2 - M.Sc. Student, Deptartment of Water Resources Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah - Iran

3 - Assistant Pro., Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah - Iran