نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۴، ص. ۱۰۵۶-۱۰۴۷

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 5, Nov.-Dec. 2015, p. 1047-1056

برآورد ضریب گیاهی زیره سبز در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند

نرجس ریحانی[1*] – عباس خاشعی سیوکی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۰۴

چکیده

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. 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. برای تهیه برنامه‌ی مناسب آبیاری و اعمال مدیریت بهینه مصرف آب، تعیین نیاز آبی و ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد امری ضروری به نظر می‌رسد. ضریب گیاهی را می‌توان از طریق تقسیم تبخیر– تعرق واقعی بر تبخیر– تعرق پتانسیل به دست آورد. در این تحقیق به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی گیاه زیره که از جمله گیاهان دارویی مهم می‌باشد، آزمایشی در مدت یک فصل زراعی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با استفاده از لایسیمتر انجام شد. برای اجرای این طرح از سه عدد لایسیمتر استفاده و نیاز آبی زیره به روش بیلان آب محاسبه گردید. برای محاسبه تبخیر– تعرق مرجع نیز از چمن مورد استفاده برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتیمتر به‌عنوان گیاه مرجع استفاده شد. درنهایت در پایان فصل رشد، مقادیر مربوط به ضرایب گیاهی زیره در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی، به ترتیب برابر ۰/۶۵، ۰/۹۲، ۱/۲۱ و ۰/۸۵ به دست آمد. با استفاده از مقادیر به دست آمده برای ضریب گیاهی زیره، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه امکان‌پذیر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، بیلان آبی، تبخیر و تعرق، نیاز آبی

مقدمه

در سال‌های اخیر کمبود بارندگی آب را به یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک تبدیل کرده است. استفاده بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر باعث ایجاد مشکلات زیادی در مدیریت منابع آب شده است. ازاین‌رو 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 و نیاز آبی محصولات کشاورزی در هر منطقه جهت به کارگیری در انتخاب میزان و رژیم آبیاری مناسب 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، خصوصا 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. ازآنجایی‌که عوامل بسیار زیادی در تبخیر–تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق آن اگر نتوان گفت که غیرممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد (۱۰). برای تعیین نیاز آبی گیاهان به‌طور کلی دو راه وجود دارد: اول اینکه با محاسبه تبخیر– تعرق گیاه مرجع (ET_c) و استخراج ضریب گیاهی(K_c) محصول مورد نظر و ضرب این دو مقدار در یکدیگر تبخیر و تعرق گیاهی(ET_o) را محاسبه نمود .روش دوم، روش مستقیم با انجام آزمایش‌های لایسیمتری است که هر چند دارای هزینه‌های سنگین‌تری است لیکن دقیق‌تر می‌باشد، چون بیانگر تقریبا تمام عوامل تأثیرگذار بر نیاز آبی است (۴).

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 به خصوص در برآورد نیاز آبی گندم تأکید شد، آنگاه با استفاده از داده‌های مشاهده‌ای لایسیمتری ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد برای گندم به ترتیب ۰/۸، ۱/۱۵، ۱/۲۵ و ۰/۹۵ و برای ذرت ۰/۹، ۰/۹۵، ۱/۲۵ و یک تخمین زده شد (۱۲). در شیراز از لایسیمترهای بیلان آبی برای تعیین نیاز آبی زعفران برای دو سال ۱۹۹۹–۱۹۹۸ و ۲۰۰۰–۱۹۹۹ استفاده شد و به ترتیب ۴۸۶ و ۶۷۰ میلی‌متر و ضریب گیاهی نیز در این دو سال در مراحل مختلف بین ۰/۲۲– ۰/۲۴ و ۰/۹۴–

۱ و ۲– دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*– نویسنده مسئول: Email: narjes.newworld@yahoo.com)

۱/۰۵ و ۰/۶۸- ۰/۷۸ در مراحل اولیه، میانی و انتهایی رشد تخمین زده شد (۶).

قمرنیا و همکاران در تحقیقی اقدام به برآورد ضریب گیاهی گشنیز در کرمانشاه نمودند که مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای این گیاه به ترتیب ۰/۶۶، ۱/۱۹، ۱/۳۶ و ۰/۹۸ به دست آمد (۷). آن‌ها در مطالعه دیگری ضریب رشد گیاهی سیاه دانه را در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری تعیین کردند. نتایج به دست آمده برابر ۰/۵۹ برای مرحله رشد اولیه، ۰/۹۱ برای مرحله توسعه، ۱/۲۹ برای مرحله میانی و ۰/۷۸ برای مرحله پایانی بود (۸).

زیره سبز یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین گیاهان دارویی است که می‌تواند در مناطق خشک و نیمه خشک ایران برای کشاورزی در شرایط کمبود آب حائز اهمیت فراوان باشد. درباره رژیم آبیاری زیره سبز اطلاع دقیقی در دست نیست و کشاورزان تنها بر اساس دانش و تجربه بومی خود اقدام به این زراعت می‌کنند. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی رژیم آبیاری زیره سبز نیز متفاوت است (۱۰).

رحیمیان مشهدی در مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که در منطقه مشهد بیشترین عملکرد زیره در رژیم آبیاری کامل به دست می‌آید (۱۴). این در حالی است که صادقی در تحقیقی سه ساله در شرایط آب و هوایی مشهد عکس این موضوع را مشاهده کرد یعنی در سال‌های معمولی از نظر بارندگی، اثر آبیاری در افزایش عملکرد زیره سبز نه تنها معنی‌دار نبوده بلکه موجب کاهش محصول نیز می‌شود. تجربه بومی زارعین مناطق تربت جام، سبزوار و تربت حیدریه نیز با این نظر مطابقت دارد (۱۵).

پاتل و همکاران مشاهده کردند که افزایش مقدار آبیاری بر اساس افزایش نسبت مقدار آب آبیاری به مجموع تبخیر از تشتک تبخیر از ۰/۳ تا ۰/۶ بر تمام شاخص‌های رشد و عملکرد زیره سبز اثر مثبت داشت (۱۳). جانگیر و سینک اثر ۴، ۵ و ۶ بار آبیاری را بر عملکرد زیره سبز بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که رژیم آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد داشت و اعمال ۵ نوبت آبیاری باعث افزایش عملکرد در مقایسه با چهار آبیاری شد و آبیاری بیشتر اثر مفیدی نداشت (۹).

قمرنیا و جلیلی در تحقیقی تأثیر تنش آبی را بر اجزاء زیره سیاه بررسی کردند که نتایج حاکی از حساسیت این گیاه به تنش آبی بود. آن‌ها میزان آستانه تنش آبی را برای زیره سیاه برابر ۸۰٪ نیاز آبی گیاه تخمین زدند (۶).

با توجه به اینکه گیاه زیره سبز جزو گیاهان دارویی پرمصرف در منطقه بیرجند بوده که به‌صورت مزرعه‌ای کشت می‌شود و اینکه تاکنون ضرایب گیاهی زیره سبز در این منطقه و در مکان دیگری تعیین و گزارش نشده، این تحقیق با هدف تعیین ضرایب گیاهی زیره سبز با استفاده از روش لایسیمتری بیلان آبی در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک بیرجند طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در ۵ کیلومتری شهرستان بیرجند که بین ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه تا۶۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و با ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح آزاد دریا، انجام شد. شهرستان بیرجند با توجه به ضریب خشکی دومارتن که برای این منطقه کمتر از ۱۰ می‌باشد دارای اقلیم خشک است (۲). میانگین بارندگی سالانه در سال‌های مورد نظر ۱۷۱ میلی‌متر و متوسط بیشترین و کمترین متوسط درجه حرارت سالانه به ترتیب برابر ۲۴ و ۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

زیره سبز[1] (کرابیه) گیاهی کوچک، علفی به ارتفاع ۱۵ تا ۵۰ سانتیمتر و دارای ریشه دراز باریک به رنگ سفید و ساقه‌ای راست و منشعب به تقسیمات دو تایی است منشأ اولیه آن ناحیه علیای مصر و سواحل نیل بوده است ولی امروزه به حالت نیمه وحشی در منطقه وسیعی از مدیترانه، عربستان، ایران، و نواحی مختلف می‌روید و یا در این نواحی پرورش می‌یابد. برگ‌های آن متناوب، شفاف، بی کرک، منقسم به بریدگی‌های بسیار نازک و ظریف ولی دراز و نخی شکل است. گل‌هایی کوچک، سفید یا صورتی رنگ و مجتمع به‌صورت چتر مرکب دارد. میوه آن بیضوی کشیده، باریک در دو انتها، بسیار معطر به طول ۶ میلی‌متر، به قطر ۱/۵ میلی‌متر و پوشیده از تارهای خشن است. چون زیره سبز گیاهی مدیترانه‌ای است، لذا در طول رویش به حرارت مناسب و نور کافی نیاز دارد مقدار اسانس گیاهان که در مناطق گرم با نور فراوان می‌رویند بیش از مناطق دیگر است (۵ و ۱۶).

اجرای طرح به‌صورت کشت گیاه در لایسیمتر صورت گرفت. بدین منظور و با توجه به اندازه و ارتفاع گیاه از سه لایسیمتر (به‌عنوان سه تکرار) با قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر جهت کشت زیره سبز استفاده گردید. به‌منظور انجام زهکشی در کف هر یک از لایسیمترها سوراخ‌هایی تعبیه شد. برای سهولت در زهکشی کف لایسیمترها تا ارتفاع نیم سانتیمتری شن ریز و درشت ریخته شد و بقیه حجم آن توسط خاک مورد نظر به همراه کود پوسیده حیوانی برای رشد بهتر گیاه پر گردید. شکل ۱ لایسیمترها را قبل از کاشت نشان می‌دهد.

1- *Cuminum cyminum*

شکل ۱- موقعیت لایسیمترها قبل از کاشت

Figure 1- the status of lysimeters before planting

در هر لایسیمتر به طور متوسط تعداد ۲۰-۱۵ بذر زیره جهت افزایش شانس جوانه‌زنی، در تاریخ ۲۰ بهمن کشت شد. برای کنترل علف هرز در طی فصل رشد به‌دفعات لازم و در صورت مشاهده وجین دستی انجام گرفت. طی مدت زمان آزمایش آب زهکشی شده به‌صورت وزنی اندازه‌گیری شده و سپس به حجم و ارتفاع آب تبدیل شد. رطوبت خاک مورد استفاده در محدوده ظرفیت زراعی با استفاده از صفحات فشاری[1] اندازه‌گیری و به‌صورت درصد وزنی تعیین گردید. اندازه‌گیری محتوای آب خاک و تعیین نوبت آبیاری نیز به‌صورت وزنی انجام شد، بدین‌صورت که رطوبت ظرفیت زراعی به‌عنوان رطوبت بهینه جهت وارد نیامدن تنش به گیاه در نظر گرفته شده و وزن مجموعه لایسیمتر و خاک در این رطوبت محاسبه گردید، سپس سعی شد وزن لایسیمتر و در نتیجه رطوبت خاک در این حد حفظ شود.

تعیین ضریب گیاهی

اگر تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) و تبخیر- تعرق واقعی (ET_c) موجود باشند، با کمک معادله (۱) ضریب گیاهی قابل اندازه‌گیری خواهد بود (۷):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \qquad (۱)$$

جهت محاسبه تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) می‌توان از معادله پنمن مانتیث (معادله ۲) توصیه شده توسط سازمان FAO استفاده کرد، که در این روش گیاه مرجع یک پوشش چمن است که ارتفاع آن ۱۲ سانتیمتر و ضریب بازتابش در آن ۲۳ درصد می‌باشد، همچنین مقاومت گیاهی ثابت و ۷۰ ثانیه بر متر است.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)} \qquad (۲)$$

در این رابطه، ET_o تبخیر- تعرق مرجع (میلیمتر بر روز)، G شار گرمای خاک (مگا ژول بر متر مربع 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 (کیلو پاسکال)، e_a فشار بخار واقعی (کیلو پاسکال)، $(e_s - e_a)$ کمبود فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)، Δ شیب منحنی فشار بخار (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس) و γ ضریب ثابت سایکرومتری (کیلو پاسکال بر درجه سلسیوس)، R_n تابش خالص در سطح گیاه (مگا ژول بر مترمربع بر روز) می‌باشند (۱۷).

همچنین می‌توان ET_o را با اندازه‌گیری مستقیم تبخیر- تعرق چمن با خصوصیات مزبور به دست آورد. در این طرح، برای به دست آوردن ET_o در مدت زمان آزمایش، تبخیر- تعرق گیاه چمن با مشخصات ذکر شده و مشابه گیاه اصلی اندازه‌گیری و به‌عنوان تبخیر- تعرق مرجع در نظر گرفته شد.

برای محاسبه تبخیر- تعرق واقعی گیاه زیره 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 به‌صورت نفوذ عمقی (DP) و رواناب سطحی (RO) 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، به‌صورت جریان زیرزمینی به محدوده توسعه ریشه گیاه وارد یا از آن خارج گردد (ΔSF). روی هم رفته در بسیاری از شرایط، به جزء وجود شیب‌های

1- Pressure plate

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 به‌صورت رابطه شماره ۳ محاسبه گردد:

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

با توجه 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 یک محیط بسته مانند لایسیمتر به‌صورت رابطه شماره ۴ نوشته می‌شود:

$$ET_c = I + P - D \pm \Delta S \quad (۴)$$

در این رابطه، ET_c تبخیر- تعرق واقعی گیاه (میلی‌متر)، P بارندگی (میلی‌متر)، I آب آبیاری (میلی‌متر)، D آب زهکش شده (میلی‌متر) و ΔS تغییرات ذخیره‌ای رطوبت خاک (میلی‌متر) می‌باشند (۱۱).

ضریب گیاهی که از تقسیم تبخیر- تعرق واقعی گیاه بر تبخیر- تعرق گیاه مرجع به دست می‌آید نیز یک مقدار ثابت نبوده و در طول دوره رشد گیاه تغییر می‌کند (۷). دوره رشد گیاه زیره 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 (۶). در جدول ۱ تاریخ کاشت و طول دوره رشد گیاه زیره آورده شده است.

نتایج و بحث

نتایج تبخیر و تعرق گیاه به دست آمده از لایسیمترها طی مدت زمان آزمایش، مقادیر تبخیر- تعرق مرجع (ET_o) و همچنین ضرایب گیاهی محاسبه شده در دوره‌های ده روزه طی دوره رشد گیاه در جدول ۲ ارائه شده است.

مقدار ET_c در مدت آزمایش در مرحله ابتدایی پایین است و سپس در مرحله میانی به حداکثر مقدار خود می‌رسد و در طی مرحله پایانی روند کاهشی دارد. نتایج نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل متوسط نیاز آبی ده روزه گیاه در مدت زمان آزمایش به ترتیب برابر ۱۲۰/۱۳ و ۳۵/۸۷ و تبخیر- تعرق پتانسیل برابر ۹۷/۲ و ۵۴/۷ میلی‌متر در ده روز می‌باشد. بر اساس نتایج بیلان آب خاک به دست آمده در این دوره، متوسط مقدار تبخیر- تعرق واقعی سالانه زیره ۹۰۵/۸۴ و تبخیر- تعرق پتانسیل در این دوره برابر ۹۶۲/۷ تخمین زده شد.

ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده با معادله ۳ و شکل تعدیل یافته آن بر حسب روزهای رشد در مدت زمان انجام پژوهش و متوسط آن، در شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ نمایش داده شده است. برای محاسبه ضریب گیاهی ده روزه از روش میانگین‌گیری استفاده گردید، به‌گونه‌ای که برای هر مرحله از رشد میانگین ضریب گیاهی در آن مرحله، در نظر گرفته شد. همان‌گونه که در شکل‌ها مشاهده می‌شود مقدار K_c در مقیاس روزانه تغییرات شدیدی دارد. این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد (۱۰ و ۱۱).

با توجه به نتایج به دست آمده برای ضریب گیاهی می‌توان نتیجه گرفت که در مرحله ابتدایی که رشد گیاه کم و اندازه گیاه کوچک است سهم تبخیر بیشتر از تعرق بوده و لذا مقدار K_c پایین است. در مرحله توسعه و میانی با توسعه اندام هوایی گیاه میزان تعرق افزایش یافته که به دنبال آن K_c افزایش می‌یابد، در مرحله پایانی با کاهش فعالیت برگ‌ها (پیر شدن برگ‌ها) مجددا تعرق و در پی آن K_c کاهش می‌یابد (۸). ضریب گیاهی میانگین زیره در مرحله ابتدایی رشد در مدت زمان انجام پژوهش برابر ۰/۶۵، سپس با افزایش سرعت رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ و به تبع آن افزایش تعرق در دوره توسعه ضریب گیاهی افزایش یافته و برابر ۰/۹۲ شد. در مرحله‌ی میانی این مقدار به ۱/۲۱ و در مرحله انتهایی به ۰/۸۵ رسید. میانگین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد در مدت انجام آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین در شکل ۶ میانگین مقادیر K_c و منحنی میانگین‌گیری شده آن بر حسب روزهای رشد نشان داده شده است.

جدول ۱- تاریخ کاشت و طول هر یک از مراحل رشد گیاه زیره

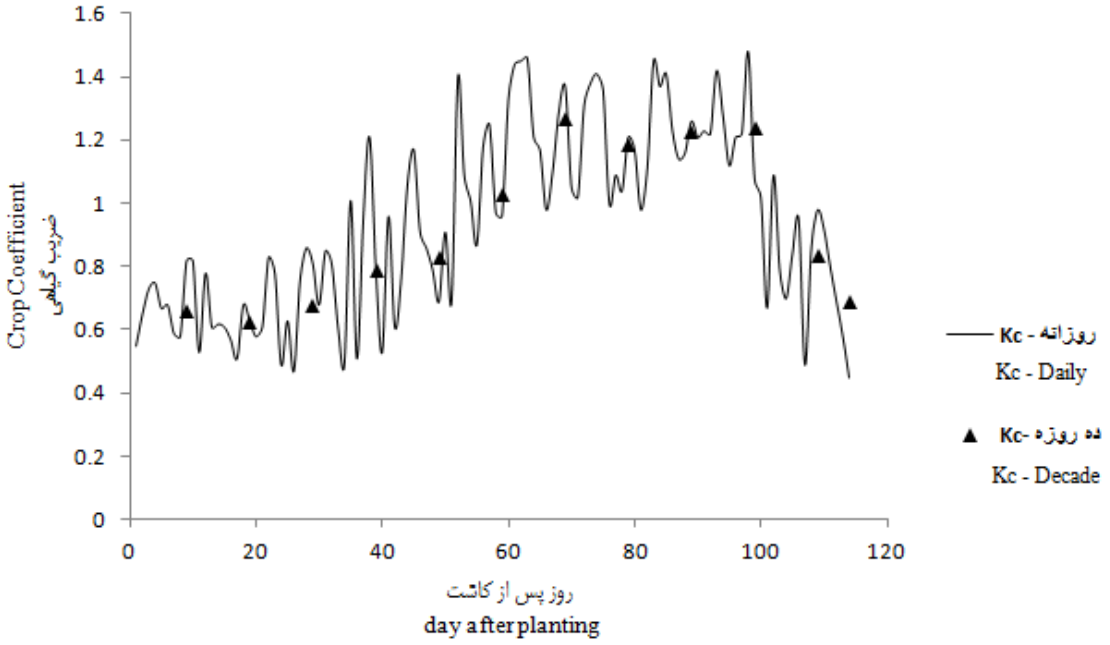
Table 1- Planting date and the length of each growing stage of Cuminum

سال year	تاریخ کاشت Planting date	دوره اولیه رشد (روز) Primary groeth stage (day)	دوره توسعه (روز) developing stage (day)	دوره میانی (روز) Middle stage (day)	دوره انتهایی (روز) Final stage (day)	کل (روز) Total (day)
1391-92	91/11/20	24	40	31	19	114

جدول ۲- نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه گیاه زیره در سال ۹۲-۱۳۹۱ (میلی‌متر)

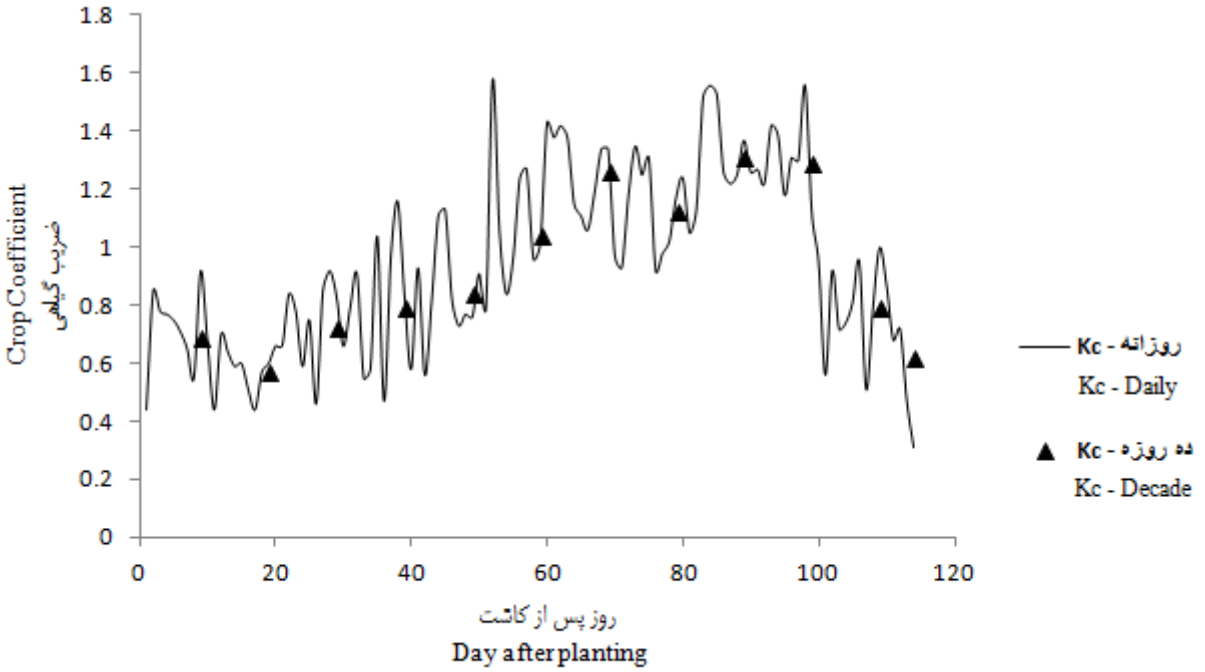
Table 2- Water requirement and ten-day crop coefficient of Cuminum in year 2012-13(mm)

دهه decade	تبخیرتعرق پتانسیل (ET_0)	E لایسیمتر ۱ Lysimeter 1		E لایسیمتر ۲ Lysimeter 2		E لایسیمتر ۳ Lysimeter 3		E متوسط Mean	
1	54.7	36.4	0.66	38.2	0.69	33	0.61	35.87	0.65
2	73.6	46.2	0.63	41.6	0.57	48.6	0.66	45.47	0.62
3	72.6	48.8	0.68	52.4	0.72	50.8	0.70	50.67	0.70
4	79.2	61.5	0.79	61.5	0.79	56.5	0.71	59.83	0.76
5	69.7	59.7	0.83	58.9	0.84	60.9	0.87	59.83	0.85
6	69.1	70.7	1.03	71.6	1.04	75.4	1.09	72.57	1.05
7	86.4	109.73	1.27	109.4	1.26	113.7	1.32	110.94	1.28
8	96.0	114	1.19	106.3	1.12	98.3	1.02	106.2	1.11
9	97.2	119.3	1.23	127.4	1.31	113.7	1.17	120.13	1.24
10	92.6	114.9	1.24	120.2	1.29	114.2	1.23	116.43	1.25
11	96.9	81.4	0.84	77.3	0.79	81.6	0.84	80.1	0.82
12	74.7	51.6	0.69	46.4	0.62	45.4	0.61	47.8	0.64
جمع کل Total	962.7	914.23	-	911.2	-	892.1	-	905.84	-



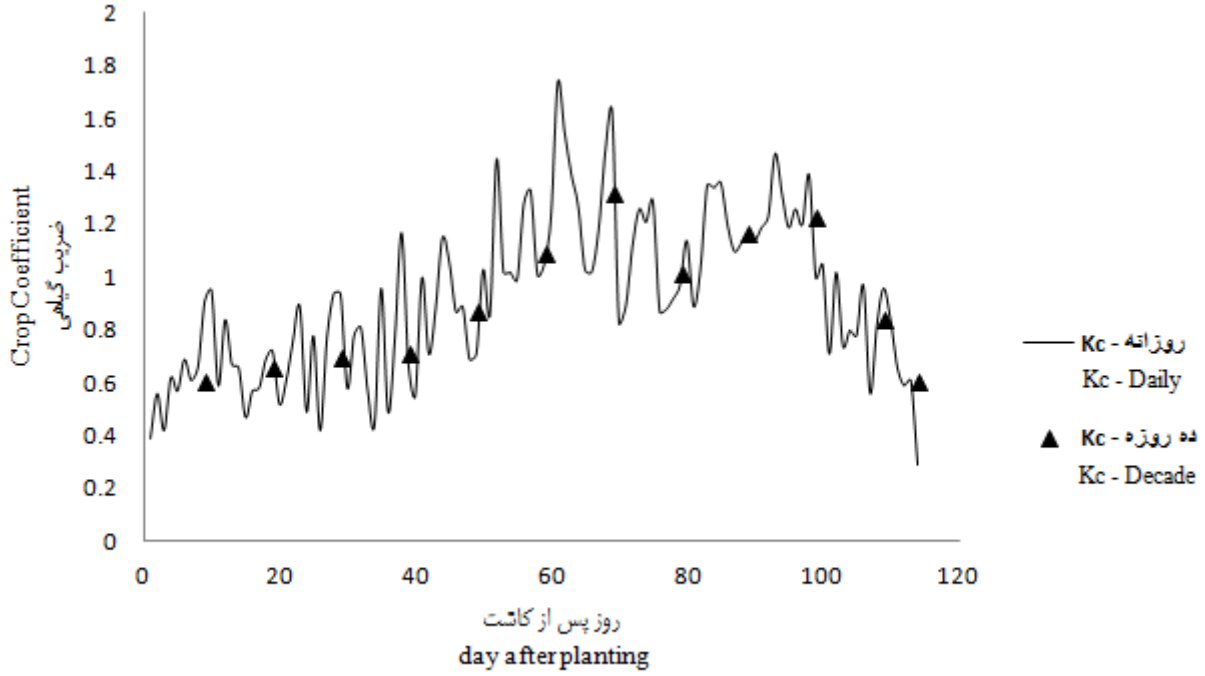
شکل ۲- نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه مربوط به لایسیمتر (۱)

Figure 2- Ten-day and daily crop coefficient's curve for lysimeter 1



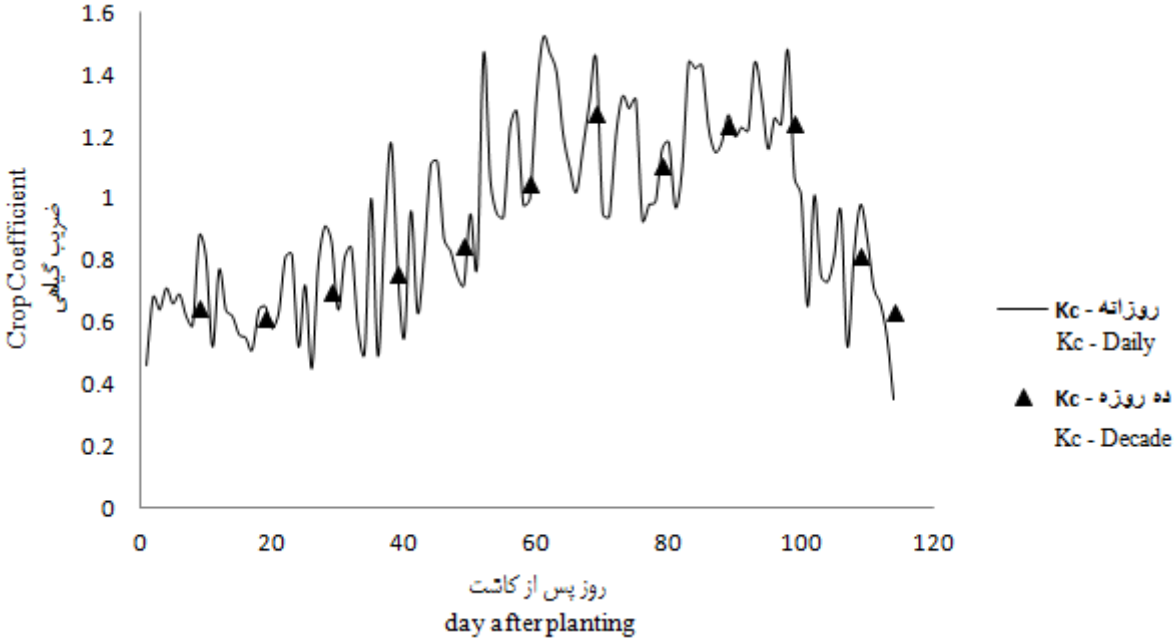
شکل ۳- نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه مربوط به لایسیمتر (۲)

Figure 3- Ten-day and daily crop coefficient's curve for lysimeter 2



شکل ۴- نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه مربوط به لایسیمتر (۳)

Figure 4- Ten-day and daily crop coefficient's curve for lysimeter 3



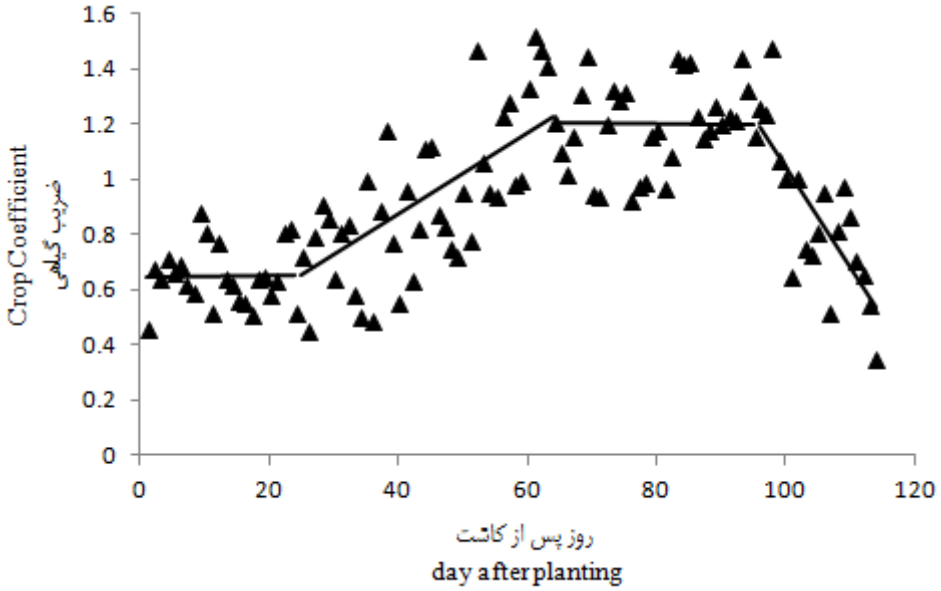
شکل ۵- نمودار ضریب گیاهی روزانه و ۱۰ روزه مربوط به متوسط مقادیر سه لایسیمتر

Figure 5- Ten-day and daily crop coefficient's curve for mean of three lysimeters

جدول ۳- ضرایب گیاهی در مراحل چهارگانه رشد

Table 3- Crop coefficients in quadratic growth stages

سال (year)	دوره اولیه رشد Primary growth period	دوره توسعه developing period	دوره میانی Middle period	دوره انتهایی Final period
1391-92	0.65	0.92	1.21	0.85



شکل ۶- ضرایب گیاهی زیره در مراحل رشد و منحنی میانگین‌گیری شده

Figure 6- Cuminum's crop coefficients during grouth stages and the meaned curve

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه زیره سبز و عدم تعیین و گزارش ضرایب گیاهی مربوط به آن برای منطقه بیرجند، اقدام به کشت این محصول در سال‌های زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در شرایط نیمه خشک بیرجند به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی زیره سبز گردید. با بررسی نتایج حاصل از لایسیمترها، طول دوره‌های مختلف رشد و مقادیر ضرایب گیاهی در مراحل اولیه، توسعه، میانی و انتهایی به ترتیب برابر با (۲۴، ۴۰، ۳۱ و ۱۹) روز و (۰/۶۵، ۰/۹۲، ۱/۲۱ و ۰/۸۵) به دست آمد. با استفاده از مقادیر به دست آمده برای ضریب گیاهی زیره سبز، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه در منطقه خشک و نیمه‌خشک بیرجند امکان‌پذیر خواهد بود.

منابع

1- Allen R.G., Pereira L.S., 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.
2- Alizadeh A. 2010. Principles of Applied Hydrology. The twenty-eighth edition. Publication of Imam Reza (AS), 866 pages.
3- Azizi Zohan A., Kamgar Haghighi A.A. and Sepaskhah A.R. 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Arid Environments. 72(3): 270-278.
4- Boroumand Nasab S., Kashkouli H. and Khaledian M. 2006. Determination of water requirement and coefficient of sugarcane in the agro-industrial fields of Haft Tappeh, Khuzestan. National Conference of irrigation and drainage networks management, April 14-12. Water Science Engineering Department, Shahid Chamran University, Ahvaz.
5- Cronquist , A. 1981; An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.34(2): 270-268.
6- Ghamarnia H. and Jalili Z. 2013. Water stress effects on different Black cumin (Nigella sativa L. components in a semi-arid region). International journal of Agronomy and Plant Production. 4(3): 545-554.
7- Ghamarniya H.,Jafarizadeh M., Miri E. and Gobadi M. 2011. *Coriandrum sativum* L. crop coefficient determination in a semi-arid climate. Journal of Water and Irrigation Management, 1(2) : 73 – 83.
8- Ghamarniya H.,Jafarizadeh M., Miri E. and Gobadi M. 2011. *Coriandrum sativum* L. crop coefficient determination in a semi-arid climate. Journal of Water and Irrigation Management, 25(2) : 73 – 83.
9- Jangir R.P. and Singh R. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cymimum*). Indian J. Agron. 41:140-143.
10- Kaafi M. and Keshmiri A. 2011. Yield Components of landraces and varieties of Hindi cumin (Cuminum cyminum) in drought and salinity. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 25 (3): 334-327.
11- Kordavani P. 2002. Water resources and issues in Iran. first volume. Sixth edition. Tehran University Press, 290 pages.
12- 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.
13- Patel K.S., Patel J.C., Patel B.S. and Sadaria S.G. 1992. Water and Nutrient Management in Cumin (Cuminum cyminum). Indian J. Agron. 36:627-629.
14- Rahimian Mashhadi H. 1991. Effect of planting date and irrigation on growth and yield of cumin. Scientific and Industrial Research Organization of Iran, Khorasan center.
15- Sadeqi B. 1991. Effect of nitrogen and water in the production of cumin. Scientific and Industrial Research Organization of Iran, Khorasan center.
16- Salami M. H., Safarnezhad A. and Hamidi H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characteristics of cumin and valerian. Research and development 72: 83-77.
17- Vaziri Zh., Salamat A., Entesari M., Maschi M., Heydari N. and Dehqani Sanych H. 2008. evapotranspiration (water consumption required instructions in Plants), Working Group on the sustainable use of water resources for agricultural production. National Committee on Irrigation and Drainage, Publication No. 122, 362 pp.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 5, Nov.-Dec. 2015, p. 1047-1056

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۴، ص. ۱۰۵۶-۱۰۴۷

Lysimetric Determination of Cuminum Crop Coefficients during Different Growth Stages in Region of Birjand

N. Reyhani[1]* –A. Khashei Siuki[2]

Received: 26-07-2013
Accepted: 26-09-2015

Introduction: Water is one of the most important factors limiting agricultural developments in arid and semiarid regions in the world. To avoid and exit from water crisis, a proper agricultural and water resource management is required. One of the important parameters in this regard, is determination of crops' evapotranspiration. Evapotranspiration, water evaporation from the soil surface and transpiration of vegetation cover have a major trend and a key element in hydrological cycle for management of water resources, particularly in arid and semi-arid. Evapotranspiration is function of the soil, climate, land use, aerodynamic resistance levels and topography of the area. To provide a suitable irrigation schedule and apply an optimal water use management, determination of water requirement and crop coefficients in various growth stages seems necessary. Crop coefficient can be found through dividing the actual evapotranspiration by the potential evapotranspiration. Since the cuminum is commonly used in Birjand and has cultivated in farm and crop coefficients has not been determined , this study aimed to determine the crop coefficients of cuminum using lysimeter water balance in arid and semi-arid climatic conditions.

Materials and Methods: In this research, in order to determine cuminum crop coefficients, that is one of the important herbs, a lysimetric experiment was conducted during growth season in faculty of agriculture, Birjand university. This project, was done in lysimeter. For this purpose and due to the size and plant height in three lysimeter (as replications) with a diameter of 20 and a height of 16 cm was used order to the cultivation of Cuminum. In order to drainage at the bottom of each lysimeter was built orifice. For easily of lysimeters drainage, lysimeter floor was poured by small and large sand and lysimeter was filled by soil and animal Fertilizers for better plant growth. Three lysimeters were used; and water requirement of cuminum was calculated using water balance method. To calculate potential evapotranspiration, grass with 12 centimeters height was used as the reference plant. Crop coefficient can be achieved by dividing the actual evapotranspiration to reference evapotranspiration and is not fixed growth period. The cumin plant growth period was divided four stages (initial, development, middle and end). The initial phase of up to 10% on seed germination and plant growth, from 10 percent to flowering development stage, middle stage and final stage of the start of flowering to product reaches to harvest is the end of the middle stage. In each lysimeter average number of 20-15 of seed to increasing germination, were planted on the February 9, 2012. To control weeds, weed was done handing during the growing season. Drainage water is controlled over a period of time measured with weighting method and deep and volume of water was measured. Soil moisture at field capacity using pressure plates was measured. Measuring soil water content and determine irrigation time.

Results and Discussion According to the results obtained for the crop coefficient can be concluded that in the initial stages of plant growth that plant size is small, transpiration is low and therefore Kc have low value. In the middle and development stage increases canopy and increased transpiration rate and increases Kc. At the end stage to reducing activity of the leaves (old leaves) reduced transpiration. The average crop coefficient of cumin in the initial phase of growth during the study to 0.65, then with increasing plant growth, leaf area index were increased and crop coefficient increased to 0.92 in development stage. In the middle of this amount is 1.21 and in the end the 0.85 reached. Average crop coefficients for a four-stage is 0.9. Duration of growth stages for cuminum crops in Birjand region is 24 days for initial stage, 40 days for middle stage and 31 days for development and 19 days for end stage of growth stages.

Conclusions In this study according to important of drug and economic for cuminum plant and that there isn't report for crop coefficient cuminum and Birjand region, we cultivate cuminum in arid area of Birjand in 2011 year. The results of lysimeters showed that Duration of plant growth stages and value of crop coefficients

1, 2- MSc Student and Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Birjand
(*-Corresponding Author Email: narjes.newworld@yahoo.com)

in the initial , development, middle and end stages, respectively (24, 40, 31 and 19 days) and (0.65, 0.921.21 and 0.85) respectiely.

Keywords: Evapotranspiration, Water Balance, Water Crisis, Water Requirement