برآورد ضریب گیاهی اجغون (Trachyspermum ammi) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند

الهام صابری، فاطمه رضایی و عباس خاشعی سیوکی[۱]*

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

elhamsaberi2013@gmail.com

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

fatemeh.r90@gmail.com

دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

abbaskhashei@birjand.ac.ir

چکیده

تخمین دقیق تبخیر-تعرق برای مطالعات بیلان آبی، تاسیسات آبی، مدیریت و طراحی سیستم‌های نوین آبیاری و مدیریت منابع آب و غیره مورد نیاز می‌باشد. در این تحقیق به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاه اجغون که از جمله گیاهان دارویی مهم می‌باشد، آزمایشی در مدت یک فصل زراعی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با استفاده از جعبه کشت یا لایسیمتر انجام شد. برای اجرای این طرح از سه عدد لایسیمتر وزنی استفاده شد و نیاز آبی اجغون به‌روش بیلان آب محاسبه گردید. برای محاسبه تبخیر-تعرق مرجع نیز از چمن معمول برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر به‌عنوان گیاه مرجع استفاده شد. در پایان فصل رشد، مقادیر ضرایب گیاهی اجغون در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی به‌ترتیب برابر ۰/۷۸ ، ۱/۰۶ ، ۱/۱۳ و ۰/۹۶ بدست آمد و مجموع تبخیر-تعرق این گیاه از لایسیمتر ۴۹۲ میلی‌متر محاسبه گردید.

واژه‌های کلیدی: **تبخیر و تعرق، معادله بیلان آبی، نیاز آبی.**

۱- آدرس نویسنده مسئول: بیرجند، گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

*- دریافت: مرداد ۱۳۹۵ و پذیرش: دی ۱۳۹۵

مقدمه

در سال‌های اخیر کمبود بارندگی، آب را به یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل کرده است. استفاده بی‌رویه و خشکسالی‌های اخیر باعث ایجاد مشکلات زیادی در مدیریت منابع آب شده‌است. از این‌رو 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 به‌کارگیری در انتخاب میزان و رژیم آبیاری مناسب می‌باشد.

تبخیر-تعرق، شامل تبخیر آب از سطح خاک و تعرق از پوشش گیاهی بوده و نشان‌دهنده یک روند اساسی از چرخه هیدرولوژیکی و یک عنصر کلیدی مدیریت منابع آب، خصوصا در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. تبخیر-تعرق تابعی از ویژگی‌های خاک، شرایط آب و هوایی، کاربری اراضی، مقاومت آیرودینامیک سطوح کشت، وضعیت گیاهی و توپوگرافی منطقه است. از آنجایی که عوامل بسیار زیادی در تبخیر-تعرق دخالت دارند، برآورد دقیق آن اگر نتوان گفت که غیرممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد (کافی و کشمیری،۱۳۹۰). برای تعیین نیاز آبی گیاهان به‌طور کلی دو راه وجود دارد: اول این‌که با محاسبه تبخیر-تعرق گیاه مرجع (ET_o)[2] و استخراج ضریب گیاهی (K_c)[3] محصول مورد نظر و ضرب این دو مقدار در یکدیگر تبخیر-تعرق گیاهی (ET_c)[4] 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 (برومند نسب و همکاران،۱۳۸۵).

بوسی و همکاران (۲۰۰۹) پژوهشی را در اتیوپی با استفاده از سه دستگاه لایسیمتر زهکشدار برای محاسبه ضرایب گیاهی پیاز انجام دادند. آن‌ها مقادیر نیاز آبی در مراحل ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی رشد را به‌ترتیب ۵۱/۳، ۱٤۰/۵، ۱٤٤/۸ و ۵۳/۹ میلی‌متر محاسبه و مقادیر K_c برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد را به‌ترتیب ۰/٤۷، ۰/۹۹ و ۰/٤٦ برآورد نمودند.

در منطقه نیمه‌خشک کارنال هند با میانگین بارندگی ٦٦۷ میلی‌متر در سال، تیاگی و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از لایسیمتر الکتریکی، میانگین تبخیر-تعرق گندم در دو فصل زراعی ۱۹۹۲-۱۹۹۱ و ۱۹۹۳-۱۹۹۲ با دوره رشد ۱۵۰ روز را برابر ۳۳٦ میلی‌متر برآورد کردند و ضریب گیاهی مراحل مختلف رشد نیز به‌ترتیب برابر ۰/۵۰، ۱/۳٦، ۱/۲٤ و ۰/٤۲ محاسبه شد.

به‌منظور به‌دست آوردن مقادیر دقیق ضریب گیاهی، می‌توان همراه با کشت گیاه اصلی اقدام به کشت چمن (به‌عنوان گیاه مرجع) در لایسیمتر دیگری نمود. رحیم‌زادگان (۱۳۷۲) با کشت چغندرقند در دو لایسیمتر و چمن در سه لایسیمتر، ضریب گیاهی چغندرقند برای فواصل زمانی ۱۰ روزه، ماهانه و کل فصل زراعی در غرب اصفهان را تعیین کرد.

قمرنیا و همکاران (۱۳۹۰a) در یک تحقیق اقدام به برآورد ضریب گیاهی گشنیز در کرمانشاه نمودند که مقادیر ضرایب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی برای این گیاه به‌ترتیب ۰/٦٦، ۱/۱۹، ۱/۳٦ و ۰/۹۸ به‌دست آمد. قمرنیا و همکاران (۱۳۹۰b) در مطالعه دیگری ضریب رشد گیاهی سیاه دانه را در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری تعیین کردند. نتایج به‌دست 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.

در پژوهشی در بیرجند که توسط ریحانی و همکاران (۱۳۹٤) صورت گرفت، به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی زیره سبز آزمایشی 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

[2] Reference Evapotranspiration
[3] Crop coefficient
[4] Evapotranspiration

تبخیر-تعرق مرجع نیز از چمن مورد استفاده برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر به‌عنوان گیاه مرجع استفاده شد. در نهایت در پایان فصل رشد، مقادیر مربوط به ضرایب گیاهی زیره در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی، به‌ترتیب برابر ۰/٦۵، ۰/۹۲، ۱/۲۱ و ۰/۸۵ به‌دست آمد. با استفاده از مقادیر به‌دست آمده برای ضریب گیاهی زیره، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه امکان‌پذیر خواهد بود.

گیاه اجغون با تلفظ محلی اجغو[5] در واقع بوم‌گونه‌ای از گیاه شناخته شده زنیان می‌باشد که بومی منطقه سیستان بوده و از قدیم در این منطقه مورد استفاده طبی و درمانی قرار می‌گرفته است؛ این گیاه از تیره جعفری چتردار[6] و گونه Trachyspermum copticum بوده و در زبان لاتین با نام اجوین[7] نیز شناخته می‌شود که براساس ملاحظات زبان‌شناسی با تلفظ سیستانی آن یعنی اجغو هم‌تراز و هم‌ریشه می‌باشد. گیاه زنیان[8] از تیره چتریان جزو پیشرفته‌ترین گیاهان گلدار نهان‌دانه اولیه، علفی، یک ساله، بی‌کرک، ساقه افراشته به ارتفاع ۲۰-۵۰ سانتی‌متر، چتر با تعداد ٦-۸ انشعاب است. برگ‌هایی با پهنک منقسم، بریدگی زیاد و نازک، با گل‌های سفید به صورت چتر مرکب، میوه کوچک و بیضوی است (نجفی،۱۳۹۰).

اسانس روغنی این گیاه دارای اثرات آنتی بیوتیکی علیه بعضی از باکتری‌های بیماری‌زا است (آرورا و کاور،۲۰۰۷). در طب سنتی، از زنیان به‌عنوان ضد نفخ، خلط‌آور، کاهش‌دهنده‌ی کلسترول خون، اشتهاآور، از بین برنده بوی بد دهان، مسکن دردهای روماتیسمی و رفع ناراحتی‌های گوارشی استفاده می‌شود (زرگری،۱۳۸۳). این گیاه به‌واسطه داشتن مقدار قابل توجهی اسانس در دانه، در صنایع داروسازی، بهداشتی و یا به‌عنوان ادویه و نگهدارنده مواد غذایی ترشیجات، بیسکویت و مواد خوراکی دیگر به کار می‌رود. همچنین از آن به‌عنوان ضدقارچ پوستی و ضد نزله تنفسی می‌توان استفاده کرد. درمان امراض ریه و ضد سرماخوردگی، ضد تب و ضد یبوست است. برای بیماری‌های عصبی مفید محسوب می‌شود. این گیاه بومی آسیا و ایران می‌باشد که ترکیبات عمده و مهم اسانس آن تیمول، گاماترپین و پاراسیمن می‌باشند (ناگالاکشمی و همکاران،۲۰۰۰).

دامنه انتشار، محل رویش این گیاه در ایران، استان‌های سیستان و بلوچستان، آذربایجان، اصفهان، خوزستان، یزد، فارس، کرمان و خراسان است. این گیاه در نواحی مختلف اروپای مرکزی، هندوستان و مصر نیز می‌روید (امین، ۱۳۸۳؛ میرزاوند،۱۳۷۱).

با توجه به این‌که گیاه اجغون یکی از مهمترین گیاهان دارویی منطقه بیرجند محسوب می‌شود که کشاورزان به‌تدریج نسبت به کشت آن رجوع کرده‌اند و سطح زیر کشت آن در حال زیاد شدن است و بررسی‌ها نشان داده است که تاکنون ضرایب گیاهی این گیاه به‌منظور برآورد نیاز آبی در این منطقه و در مکان دیگری تعیین و گزارش نشده است، این تحقیق با هدف تعیین ضرایب گیاهی اجغون با استفاده از روش لایسیمتری (بیلان آبی) در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بیرجند طی یک سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در پنج کیلومتری شهرستان بیرجند که بین ۵۷ درجه و ٤٦ دقیقه تا ٦۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳٤ درجه و ١٤ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و با ١٤۹١ 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 (علیزاده،۱۳۸۹).

اجرای طرح به‌صورت کشت گیاه در لایسیمتر صورت گرفت. بدین منظور و با توجه به اندازه و ارتفاع گیاه و حداکثر عمق ریشه‌دوانی گیاه که ۳۰ سانتی‌متر

[5] a:jqu
[6] Umbelliferae
[7] Ajwain
[8] Carum copticum

است، از سه لایسیمتر (به عنوان سه تکرار) با قطر ۲۰ و ارتفاع ۱٦ سانتی‌متر جهت کشت اجغون استفاده گردید. همچنین از سه لایسیمتر برای چمن با همین ابعاد استفاده شد. 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 (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است) به‌همراه کود پوسیده حیوانی برای رشد بهتر گیاه پر گردید و روی خاک‌ها مقداری ماسه ریخته شد تا جوانه‌زنی راحت‌تر صورت گیرد.

جدول ۱- تعدادی از ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد استفاده در آزمایش

جرم‌مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	نوع بافت	اشباع(SP) (٪)	ظرفیت زراعی	نقطه پژمردگی
۱/۵	۷۸	۲۰	۲	Loamy sand	۲۷	٪۱۷/۱۰	٪۱۱

جدول ۲- تعدادی از ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (ds/m)	قلیائیت (pH)	درصد کربن آلی	درصد مواد آلی
۲/۵۹	۷/۹	۰/۰۹	۰/۱۵

و در جدول ۳ تاریخ کاشت و طول دوره رشد گیاه اجغون آورده شده است.

جدول ۳- تاریخ کاشت و طول هر یک از مراحل رشد گیاه اجغون

سال	تاریخ کاشت	دوره اولیه رشد (روز)	دوره توسعه (روز)	دوره میانی (روز)	دوره انتهایی (روز)	کل (روز)
۱۳۹۴-۹۵	۹۴/۹/۱۲	۲۰	۳۰	۳۶	۲۲	۱۰۸

شکل‌های ۱ و ۲ موقعیت گیاه اجغون و چمن را نشان می‌دهند.

شکل ۱- موقعیت گیاه اجغون

شکل ۲- موقعیت گیاه مرجع (چمن)

در هر لایسیمتر به‌طور متوسط تعداد ۳۰ بذر اجغون جهت افزایش شانس جوانه‌زنی، به تاریخ نه اسفند ۱۳۹٤ کشت شد. کنترل علف هرز در طی فصل رشد به دفعات لازم و در صورت مشاهده به‌صورت وجین دستی انجام گرفت. طی مدت زمان آزمایش، آب زهکشی‌شده به‌صورت وزنی اندازه‌گیری شده و سپس به حجم و ارتفاع آب تبدیل شد. رطوبت خاک مورد استفاده در محدوده ظرفیت زراعی به این صورت مشخص شد که

ابتدا خاک داخل لایسیمتر به‌حد اشباع رسانیده‌شد و ۲٤ ساعت بعد رطوبت در حد ظرفیت زراعی تشخیص و به‌صورت درصد وزنی تعیین گردید. اندازه‌گیری محتوای آب خاک و تعیین نوبت آبیاری نیز به‌صورت وزنی انجام شد، بدین صورت که رطوبت ظرفیت زراعی به‌عنوان رطوبت بهینه جهت وارد نیامدن تنش به گیاه در نظر گرفته‌شد 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 رابطه (۱) ضریب گیاهی قابل اندازه‌گیری خواهد بود (آلن و همکاران، ۱۹۹۸):

$$K_c=\frac{ET_c}{ET_o} \qquad (۱)$$

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

برای محاسبه تبخیر-تعرق واقعی گیاه اجغون نیز از معادله بیلان آب 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)[9] و رواناب سطحی (RO)[10] تلف شده که موجب تغذیه سطح ایستابی می‌شود. همچنین ممکن است، آب تحت صعود مویینه‌ای (CR)[11] 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، به‌جز 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 به‌صورت رابطه شماره ۲ محاسبه گردد:

$$ET = I + P - RO - DP + CR \pm \Delta SF \pm \Delta SW \qquad (۲)$$

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 نتیجه گرفت میزان رواناب سطحی صفر است. لذا در مطالعات نیاز آبی، معادله بیلان جرمی برای یک محیط بسته مانند لایسیمتر به‌صورت رابطه شماره ۳ نوشته می‌شود:

$$ET_c = I + P - D \pm \Delta S \qquad (۳)$$

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 ذخیره ای رطوبت خاک (میلی‌متر) می‌باشند (وزیری و همکاران، ۱۳۸۷).

ضریب گیاهی که از تقسیم تبخیر-تعرق واقعی گیاه بر تبخیر-تعرق گیاه مرجع به‌دست می‌آید نیز یک مقدار ثابت نبوده و در طول دوره رشد گیاه تغییر می‌کند (کردوانی، ۱۳۸۱). دوره رشد گیاه اجغون به‌طور استاندارد به چهار مرحله (ابتدایی، توسعه، میانی و پایانی) تقسیم می‌شود. مرحله اولیه، از تاریخ جوانه‌زدن 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-

[9] Deep percolation
[10] Surface runoff
[11] Capillary Rise

تعرق مرجع، نیاز آبی در هر مرحله را به‌دست‌آورد (قمرنیا و همکاران، ۱۳۹۰a).

نتایج و بحث

اطلاع از میزان تبخیر-تعرق و یا میزان آب مصرفی گیاه اساس یک برنامه‌ریزی آبیاری را تشکیل می‌دهد. بدون اطلاع از این موضوع یا آب در اختیار گیاه کمتر از حد لازم بوده و عملکرد گیاه را تحت الشعاع قرار می‌دهد و یا زیادتر از حد لازم بوده و تلفات آب را به‌دنبال دارد. یکی از بهترین راهکارهای ارائه شده در رابطه با بررسی نیاز آبی گیاهان تعیین میزان ضریب گیاهی آنها می‌باشد. در این مطالعه به کمک لایسیمتر وزنی زهکشدار اقدام به تعیین ضریب گیاهی اجغون برای اولین بار شده‌است. نتایج تبخیر-تعرق گیاه به‌دست آمده از لایسیمترها (ET_c) طی مدت زمان آزمایش، متوسط مقادیر تبخیر-تعرق مرجع از سه لایسیمتر (ET_o) و همچنین ضرایب گیاهی محاسبه شده در دوره‌های ده روزه طی دوره رشد گیاه در جدول ٤ 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 به‌ترتیب برابر ۷۱/۹٤ و ۲٦/۱۵ میلی‌متر در ده روز و برای تبخیر-تعرق پتانسیل برابر ۷٤/۱۷ و ۲۵/۵۰ میلی‌متر در ده روز می‌باشد. براساس نتایج بیلان آب خاک به‌دست آمده در این دوره، متوسط مقدار تبخیر-تعرق واقعی سالانه اجغون ٤۹۱/۹۳ میلی‌متر و تبخیر-تعرق پتانسیل در این دوره برابر ٤۹۸/٤۸ میلی‌متر تخمین زده شد.

جدول ۴- نیاز آبی و ضریب گیاهی ۱۰ روزه گیاه اجغون در سال ۹۵-۱۳۹۴ (میلی‌متر)

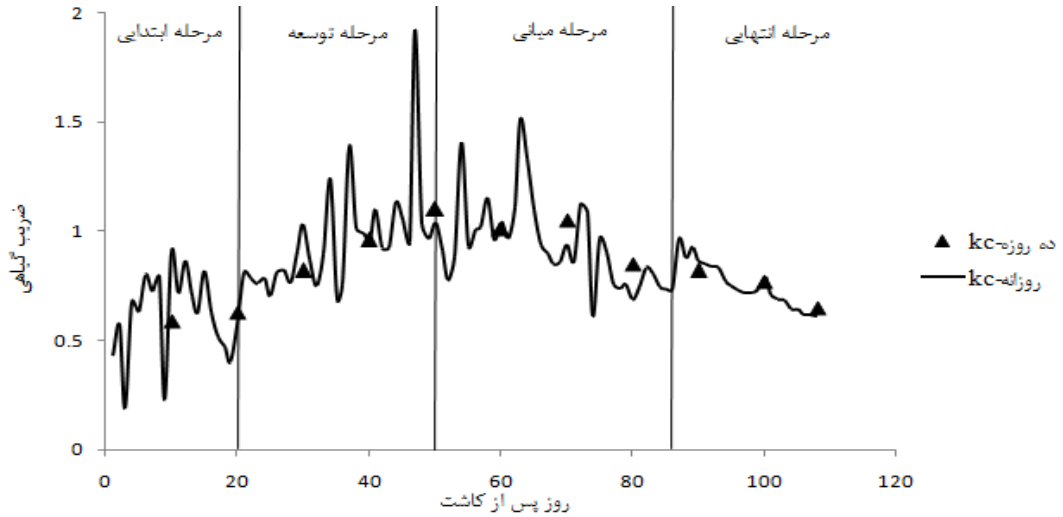
دهه	میانگین سه تکرار تبخیر تعرق پتانسیل (ET_o)	لایسیمتر ۱		لایسیمتر ۲		لایسیمتر ۳		میانگین سه تکرار	
		ET_c(mm)	K_c	ET_c(mm)	K_c	ET_c(mm)	K_c	ET_c(mm)	K_c
۱	۳۹/۵۷	۲۴/۹۸	۰/۶۳	۳۷/۸۲	۰/۹۶	۳۱/۳۵	۰/۷۹	۳۱/۳۸	۰/۷۹
۲	۳۷/۸۴	۲۲/۶۷	۰/۶۰	۲۸/۲۵	۰/۷۵	۳۶/۶۳	۰/۹۷	۲۹/۱۸	۰/۷۷
۳	۳۳/۸۵	۲۷/۵۲	۰/۸۱	۳۱/۲۲	۰/۹۲	۳۹/۰۱	۱/۱۵	۳۲/۵۸	۰/۹۶
۴	۲۵/۵۰	۲۴/۵۹	۰/۹۶	۲۳/۳۰	۰/۹۱	۳۰/۵۶	۱/۲۰	۲۶/۱۵	۱/۰۳
۵	۲۹/۳۳	۳۰/۲۳	۱/۰۳	۲۹/۳۷	۱/۰۰	۳۷/۲۹	۱/۲۷	۳۲/۳۰	۱/۱۰
۶	۴۴/۱۳	۴۳/۶۹	۰/۹۹	۵۵/۰۰	۱/۲۵	۶۱/۴۱	۱/۳۹	۵۳/۳۷	۱/۲۱
۷	۴۸/۴۱	۴۸/۵۴	۱/۰۰	۵۲/۸۸	۱/۰۹	۶۲/۹۰	۱/۳۰	۵۴/۷۷	۱/۱۳
۸	۵۳/۹۷	۴۴/۵۸	۰/۸۳	۵۵/۴۱	۱/۰۳	۶۳/۲۰	۱/۱۷	۵۴/۴۰	۱/۰۰
۹	۴۷/۹۴	۳۹/۸۶	۰/۸۳	۴۸/۵۷	۱/۰۱	۶۳/۴۹	۱/۳۲	۵۰/۶۴	۱/۰۶
۱۰	۷۴/۱۷	۵۸/۰۱	۰/۷۸	۶۰/۷۸	۰/۸۲	۹۷/۰۲	۱/۳۱	۷۱/۹۴	۰/۹۷
۱۱	۶۳/۷۷	۴۱/۵۰	۰/۶۵	۶۰/۳۹	۰/۹۵	۶۶/۸۳	۱/۰۵	۵۵/۲۲	۰/۸۸
جمع کل	۴۹۸/۴۸	۴۰۶/۱۷	–	۴۸۲/۹۸	–	۵۸۹/۶۸	–	۴۹۱/۹۳	–

مقدار نیاز آبی گیاه در چهار مرحله رشد یعنی مرحله اولیه، توسعه، میانی و انتهایی بر حسب میلی‌متر به‌ترتیب برابر ٦۰۵/٦٦، ۹۱۰/۲۵، ۱۸۹۸/٦٦ و ۱٤۰۲/٤۳ محاسبه شد.

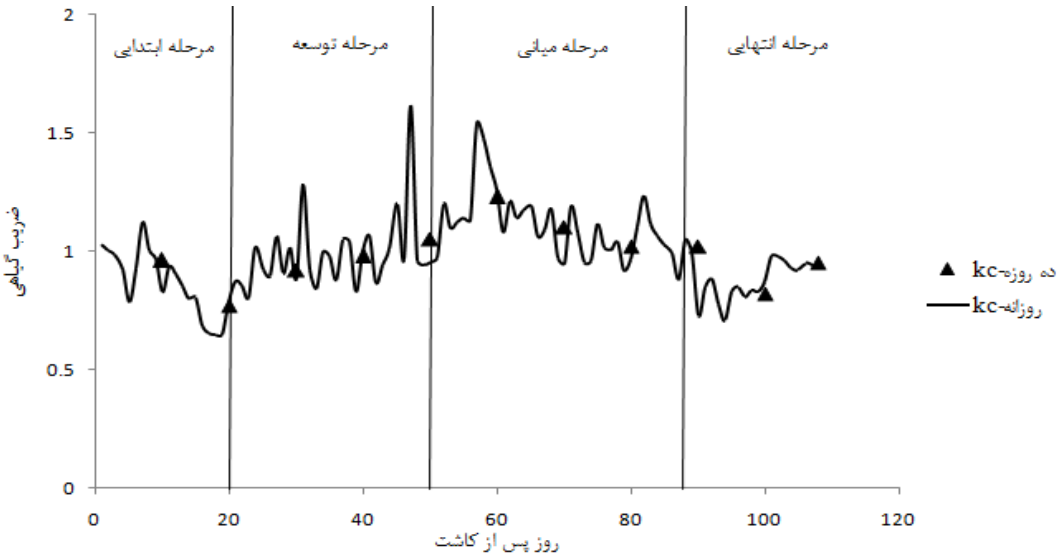
طبق بررسی‌های انجام شده به‌ویژه در کشور ایران، در زمینه تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی گیاهان دارویی تحقیقات قابل توجهی انجام نشده است.

ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده با رابطه (۳) و شکل تعدیل یافته آن بر حسب روزهای رشد در مدت زمان انجام پژوهش و متوسط آن، در شکل‌های ۳، ٤، ۵ و ٦ 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

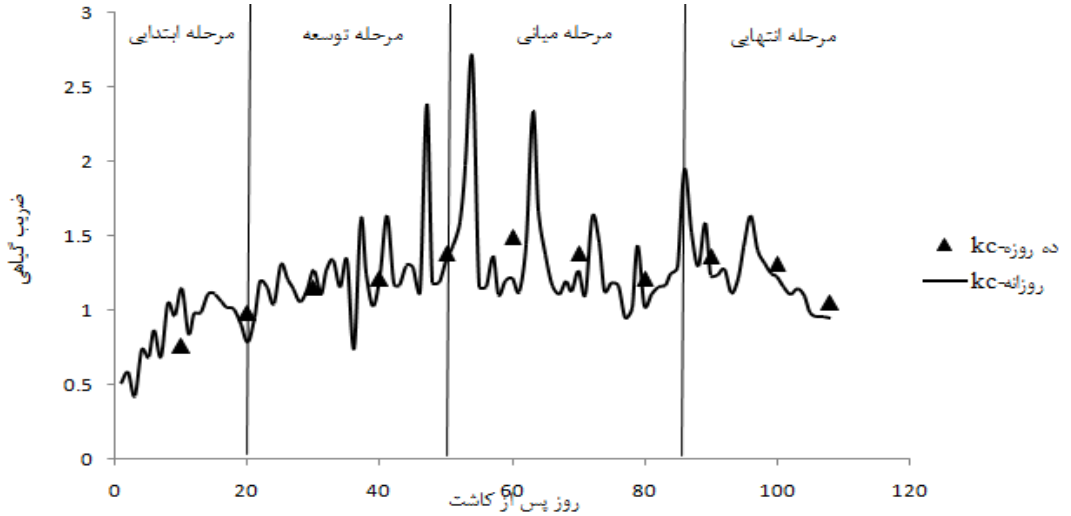
مشاهده می‌شود، مقدار K_c در مقیاس روزانه تغییرات شدیدی دارد. این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه‌گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد (کافی و کشمیری، ۱۳۹۰؛ کردوانی، ۱۳۸۱).



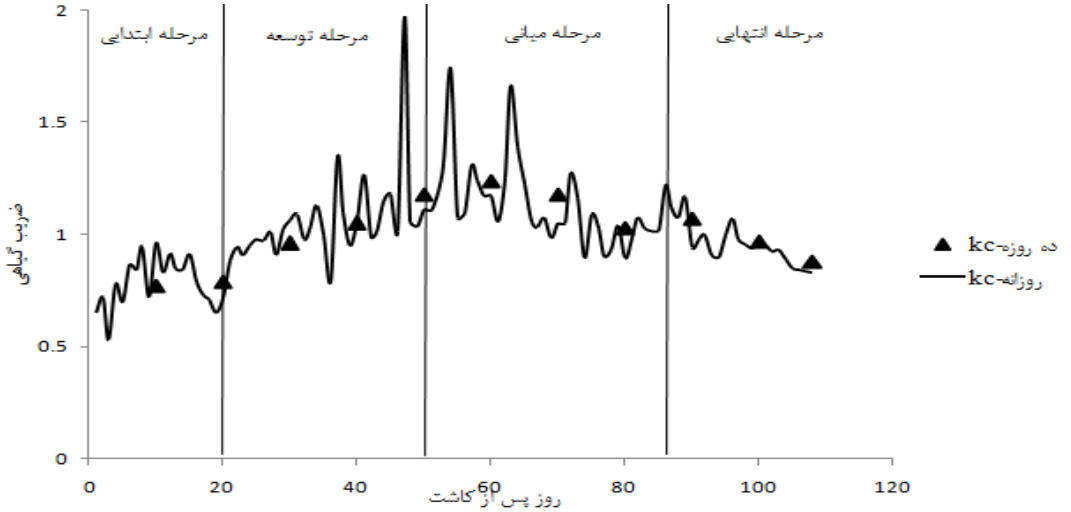
شکل ۳- نمودار ضریب گیاهی مربوط به لایسیمتر (۱)



شکل ۴- نمودار ضریب گیاهی مربوط به لایسیمتر (۲)



شکل ۵- نمودار ضریب گیاهی مربوط به لایسیمتر (۳)



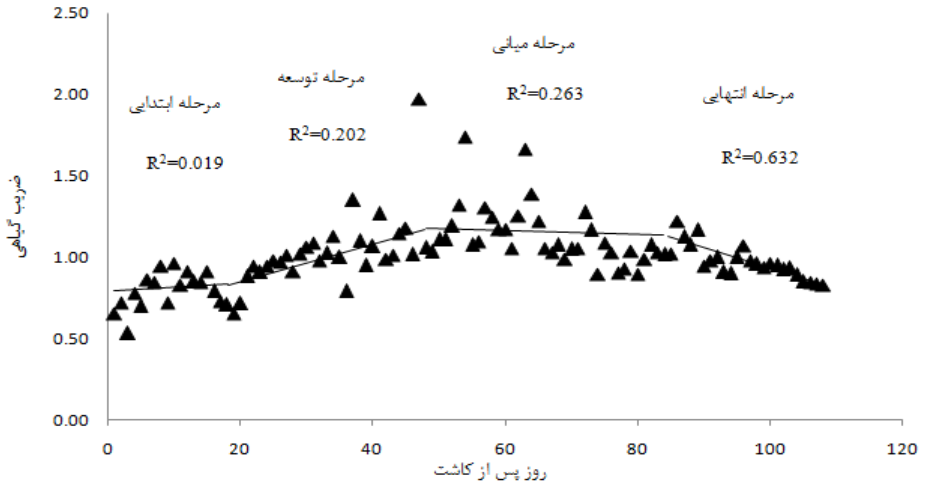
شکل ۶- نمودار ضریب گیاهی مربوط به متوسط مقادیر سه لایسیمتر

تفاوت داده‌های به‌دست آمده در لایسیمترهای مختلف، به‌علت وجود خطا و تفاوت شرایط گلدان‌ها است. خطا می‌تواند به‌علت وجود خطای انسانی یا وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری باشد. همانطور که در شکل‌های ۳ تا ٦ ملاحظه می‌شوند، روند تغییرات ضریب گیاهی در طول زمان مشابه و یکسان است. با توجه به نتایج به‌دست 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 به‌دنبال 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 (قمرنیا و همکاران، ۱۳۹۰b). ضریب گیاهی میانگین اجغون در مرحله ابتدایی رشد در مدت زمان انجام پژوهش برابر ۰/۷۸، سپس با افزایش سرعت رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ و به‌تبع آن افزایش تعرق در دوره توسعه ضریب گیاهی افزایش یافته و برابر ۱/۰٦ شد. در مرحله میانی این مقدار به ۱/۱۳ و در مرحله انتهایی به ۰/۹٦ رسید. میانگین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد در مدت انجام آزمایش در جدول ۵ ارائه شده است. همچنین در شکل ۷ میانگین مقادیر K_c و منحنی

حاصل از میانگین‌گیری مقادیر K_c در سه تکرار لایسیمترها بر حسب روزهای رشد و همچنین ضریب تبیین خط برازش داده شده در هر مرحله رشد نشان داده شده است. این شکل چگونگی تغییرات ضریب گیاهی اجغون را در مراحل مختلف رشد نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است ضریب گیاهی در مراحل اولیه رشد مقادیر کمی دارد و هر چه به مراحل توسعه و میانی رشد گیاه نزدیک‌تر می‌شویم این مقادیر بیشتر می‌شوند و در نهایت در مرحله انتهایی رشد، مقادیری کمتر از دوره‌های توسعه و میانی پیدا می‌کنند.

جدول ۵- ضرایب گیاهی در مراحل چهارگانه رشد

سال	دوره اولیه رشد	دوره توسعه	دوره میانی	دوره انتهایی
۱۳۹۴-۹۵	۰/۷۸	۱/۰۶	۱/۱۳	۰/۹۶



شکل ۷ - ضرایب گیاهی اجغون در مراحل رشد و منحنی حاصل از میانگین‌گیری مقادیر K_c در سه تکرار لایسیمترها

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت دارویی و اقتصادی گیاه اجغون و عدم تعیین و گزارش ضرایب گیاهی مربوط به آن برای منطقه بیرجند، اقدام به کشت این محصول در یک سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در شرایط نیمه‌خشک بیرجند به‌منظور تعیین ضرایب گیاهی آن گردید. با بررسی نتایج حاصل از لایسیمترها، طول دوره‌های مختلف رشد و مقادیر ضرایب گیاهی در مراحل اولیه، توسعه، میانی و انتهایی به‌ترتیب برابر با (۲۰،۳۰، ۳٦ و ۲۲) روز و (۰/۷۸، ۱/۰٦،۱/۱۳ و ۰/۹٦) به‌دست آمد. با استفاده از مقادیر به‌دست آمده برای ضریب گیاهی اجغون، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه در منطقه خشک و نیمه‌خشک بیرجند امکان‌پذیر خواهد بود. استفاده از جدول‌های نیاز آبی به‌منظور استقرار گونه‌های دارویی در عرصه‌های طبیعی، دیم‌زارهای کم‌بازده و همچنین اجرای آبیاری تکمیلی نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است. تأمین حداقل رطوبت مورد نیاز گیاه می‌تواند تأثیر متفاوتی بر عملکردهای کمی گیاه داشته باشد که لازم است در فرایند تولید گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد.

فهرست منابع

۱. امین، غ. ۱۳۸۳. متداول‌ترین گیاهان دارویی سنتی ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ۳۰۰ صفحه.

۲. برومند نسب، س.، کشکولی، ح. و خالدیان ، م. ۱۳۸۵. تعیین نیازآبی و ضرایب گیاهی نیشکر در اراضی کشت و صنعت هفت تپه خوزستان. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱٤-۱۲ اردیبهشت. دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳. رحیم زادگان، ر. ۱۳۷۲. ضریب گیاهی چغندرقند در اصفهان.مجله علوم کشاورزی ایران، ۱٤(۲): ۱۳۸-۱۲۵.

٤. ریحانی، ن.، خاشعی سیوکی، ع.، رشید، م. و هادی، ف. ۱۳۹٤. برآورد ضریب گیاهی زیره سبز در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۹(۵): ۱۰٤۷-۱۰۵٦.

۵. زرگری، ع. ۱۳۸۳. گیاهان دارویی، جلد دوم، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران،۱۰۰۰ صفحه.

٦. علیزاده، ا. ۱۳۸۹. اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ بیست و هشتم، انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، ۸٦٦ صفحه.

۷. قمرنیا، ه.، جعفری زاده، م.، میری، ا. و قبادی، م. ۱۳۹۰a. برآورد ضریب گیاهی گشنیز در منطقه‌ای با اقلیم نیمه خشک. مجله مدیریت آب و آبیاری، (۲)۱: ۸۳-۷۳ .

۸. قمرنیا، ه.، میری، ا.، جعفری زاده، م. و قبادی،م. ۱۳۹۰b . تعیین ضریب رشد گیاهی سیاه دانه (. Nigella sativa L) در مراحل مختلف رشد به‌روش لایسیمتری. مجله پژوهش آب در کشاورزی، ۲۵(۲): ۱٤۵- ۱۳۳.

۹. کافی، م. و کشمیری، ا. ۱۳۹۰. مطالعه عملکرد اجزای عملکرد توده بومی و رقم هندی زیره سبز (Cuminum cyminum) در شرایط خشکی و شوری. نشریه علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی)، (۲۵)۳:۳۳٤-۳۲۷.

۱۰. کردوانی، پ. ۱۳۸۱. منابع و مسائل آب در ایران، جلد اول، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۹۰ صفحه.

۱۱. میرزاوند، س. ۱۳۷۱. ارزیابی و مقایسه خصوصیات ماکروسکوپی، میکروسکوپی و فیتوشیمیایی میوه‌های بادیان، رازیانه و زنیان. پایان نامه داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان.

۱۲. نجفی، ش. ۱۳۹۰. گیاهان دارویی، انتشارات مرندیز، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زابل، زابل،۲۷۲ صفحه.

۱۳. وزیری، ژ.، سلامت، ع.، انتصاری، م.، مسچی، م.، حیدری، ن. و دهقانی سانیچ، ح. ۱۳۸۷. تبخیر-تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان)، گروه‌کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، نشریه شماره ۳٦۲،۱۲۲ صفحه.

14. Allen, RG., 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.

15. .Arora, D.S., and Kaur, G.J. 2007. Antibacterial activity of some Indian medicinal plants. J. Nat. Med. 61: 313–317.

16. Bossie, M., Tilahun, K. and Hordofa, T. 2009. Crop coefficient and evaptranspiration of onion at Awash Melkassa. Central Rift Valley of Ethiopia. Irrigation and Drainage System, 23:1-10.

17. Nagalakshmi, S., Shankaracharya, N.B., Naik, J.P. and Rao, L.J.M. 2000. Studies on chemical and technological aspects of ajwain aspects (Trachyspermum ammi). Journal of Food Science and Technology, 37(3): 277-281.

18. Tyagi, N. K., Sharma, D. K. and Luthra, S. K. 2000. Evapotranspiration and crop coefficient of wheat and sorghum. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. ASCE, 126(4): 215-222.