تعیین ضرایب گیاهی گل نرگس به روش لایسیمتری در دشت بیرجند

اکبر محمدی ، محمدحسین نجفی مود، عباس خاشعی سیوکی[1] و علی شهیدی

کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی ، دانشگاه بیرجند.
akbarmohammadi414@gmail.com
استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند.
mhnajafi@birjand.ac.ir
استاد گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند.
abbaskhashei@birjand.ac.ir
دانشیار گروه علوم و مهندسی آب دانشگاه بیرجند.
ashahidi@birjand.ac.ir

دریافت: مرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

ضریب گیاهی K_c یکی از فاکتورهای بسیار مهم در برنامه ریزی های آبیاری و تخصیص بهینه منابع آب به گیاهان به حساب می آید. ضریب گیاهی از طریق نسبت تبخیر و تعرق واقعی (ET_c) به تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_O) بدست می‌آید. این تحقیق به منظور تعیین ضرایب گیاهی گیاه گل نرگس که از جمله گیاهان زینتی مهم می‌باشد، به مدت یک فصل زراعی در دانشکده کشاورزی بیرجند طی سال ۱۳۹۶ با استفاده از میکرو لایسیمتر نیاز آبی گل نرگس به روش بیلان آب اجرا گردید. برای محاسبه تبخیر- تعرق مرجع نیز از چمن مورد استفاده برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتیمتر(چمن داخل میکرو لایسیمتر) به عنوان گیاه مرجع استفاده شد. ضریب تعرق گیاهی پایه مطابق با مراحل ابتدایی، مرحله توسعه، مرحله رشد میانی، و انتهای مرحله پایانی رشد گل نرگس به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۸۵، ۰/۸۶ و ۰/۷۴ و ضرایب تبخیر از سطح خاک به ترتیب برابر ۰/۴۹، ۰/۲۸، ۰/۲۵ و ۰/۲۲ به دست آمد. درنهایت مقادیر مربوط به ضرایب گیاهی گل نرگس در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی، به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۱/۱۳، ۱/۱۱ و ۰/۹۶ به دست آمد. با استفاده از مقادیر به دست آمده برای ضریب گیاهی گل نرگس، برآورد نیاز آبی و مدیریت آبیاری این گیاه امکان‌پذیر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق واقعی ، نیاز آبی، تبخیر و تعرق گیاه مرجع، میکرو لایسیمتر

[1]- آدرس نویسنده مسئول : بیرجند دانشکده کشاورزی گروه علوم و مهندسی آب

مقدمه

محدودیت منابع و نیازهای فزاینده‌ی بشر به آب و غذا، ایجاب می‌کند تا مهندسان آبیاری با اعمال شیوه‌های مدیریتی، به صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بازده آبیاری اقدام کنند. تبخیر و تعرق یکی از عوامل مهمی است که دانستن مقدار دقیق آن، برای برآورد آب مصرفی گیاه و طراحی سیستم‌های آبیاری ضروری است. تعیین دقیق مقدار آبی که برای تبخیر و تعرق مصرف می‌شود، از عوامل تعیین کننده‌ی برنامه‌ریزی برای رسیدن به محصول بیشتر است (میرموسوی و همکاران، ۱۳۹۱). برآورد مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل برای محاسبه‌ی نیاز آبی در راستای برنامه ریزی کشاورزی برای محصولات مختلف، از اهمیت زیادی برخوردار است. 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 نیمه خشک 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 غیر ممکن است، کاری بسیار مشکل می‌باشد (قمرنیا و همکاران، ۱۳۹۰). برای تعیین نیاز آبی گیاهان به طور کلی دو راه وجود دارد: اول این که با محاسبه تبخیر-تعرق گیاه مرجع و استخراج ضریب گیاهی محصول مورد نظر و ضرب این دو مقدار در یکدیگر تبخیر- تعرق گیاهی را محاسبه نمود. روش دوم روش مستقیم با انجام آزمایش‌های لایسیمتری است که هر چند دارای هزینه‌های سنگین‌تری است لیکن دقیق‌تر می-باشد، چون بیانگر تقریبا تمام عوامل تأثیرگذار بر نیاز آبی است (برومند نسب و همکاران، ۱۳۸۵). به منظور تعیین تبخیر تعرق و برآورد نیاز آبی گیاه، روش‌ها و معادله‌های متعددی وجود دارد که تعدادی از آنها مورد اصلاح و بازنگری قرار گرفته است. از مهمترین آنها می‌توان به روش پنمن مانتیث، بلانی کریدل اصلاح شده توسط فائو و هارگریوز سامانی اشاره کرد. در صورتی که منطقه مورد بررسی دارای آمارهواشناسی مورد نیاز باشد، روش پنمن مانتیث دارای اولویت است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). اسمیت و همکارانش (۱۹۹۲) ضمن محاسبه ۲۰ روش برای محاسبه تبخیر و تعرق، از روش پنمن مانتیث به عنوان روش برتر نام بردند. فائو نیز روش پنمن مانتیث را به عنوان روش برتر محاسبه نیاز آبی گیاهان معرفی نموده و به تفصیل به ملاحظات برآورد این روش پرداخته است (آلن و همکاران، ۱۹۹۴). 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 به ترتیب ۵۱/۳، ۱۴۰/۵، ۱۴۴/۸ و ۵۳/۹ میلی‌متر محاسبه و مقادیر ضریب گیاهی برای مراحل ابتدایی، میانی و پایانی رشد را به ترتیب ۰/۴۷، ۰/۹۹ و ۰/۴۶ برآورد نمودند. ریحانی و خاشعی (۱۳۹۴) با استفاده از سه عدد لایسیمتر نیاز آبی زیره را به روش بیلان آب و ضریب گیاهی آن را در مراحل مختلف رشد در منطقه بیرجند برآورد نمودند. در تحقیق فوق برای محاسبه تبخیر- تعرق مرجع نیز از چمن مورد استفاده برای فضای سبز با ارتفاع ۱۲ سانتیمتر به عنوان گیاه مرجع استفاده گردید. در نهایت در پایان فصل رشد، مقادیر مربوط به ضرایب گیاهی زیره در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی محاسبه گردید. قمرنیا و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی اقدام به 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 بدست آمد.

گل نرگس با نام جنس *Narcissus* به خانواده *Amaryllidaceae* و راسته *Asparagales* تعلق دارد و بومی اروپا، شمال آفریقا و غرب آسیا است. گیاه نرگس، با اسم علمی *Narcissus tazetta L*. یک گیاه سوخدار از خانوادهٔ آماریلیس است که به عنوان گل بریدنی، گیاه گلدانی و یا زینتی در هوای آزاد کاربرد دارد. گونه

Narcissus tazetta با پوشش گل مسطح و تاج گل نیمه کروی از مهم‌ترین گونه‌های نرگس است. گلدهی اینگونه نرگس از اواسط پاییز تا اواسط زمستان انجام می‌شود (چهرازی و همکاران، ۲۰۰۷). بخش‌های جنوبی ایران، به دلیل داشتن زمستان ملایم، از مناطق مهم تولید انواع گل-های بریده مانند مریم، گالیول و نرگس در زمستان هستند. وجود نرگس‌زارهای طبیعی در بخش‌های مختلف استان خراسان جنوبی مانند خوسف، نشان می‌دهد استان خراسان جنوبی با داشتن رتبه پنجم (پورتال سازمان جهاد کشاورزی خراسان جنوبی) از مناطق مناسب برای کاشت نرگس است؛ و از آنجاییکه که تاکنون ضرایب گیاهی این گیاه به منظور برآورد نیاز آبی در این منطقه و در مکان دیگری تعیین و گزارش نشده است، این تحقیق با هدف تعیین ضرایب گیاهی گل نرگس با استفاده از روش لایسیمتری (بیلان آبی) در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک بیرجند در طول یک فصل زراعی انجام گرفت.

در پژوهش حاضر با توجه به اینکه استان خراسان جنوبی دارای رتبه پنجم در کاشت گل نرگس می‌باشد و عدم تعیین و گزارش ضرایب گیاهی مربوط به گل نرگس برای منطقه بیرجند، اقدام به کشت این محصول در طول یک فصل زراعی در شرایط نیمه خشک بیرجند به منظور تعیین ضرایب گیاهی آن گردید

مواد و روش

این تحقیق در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در شش کیلومتری شهرستان بیرجند که بین ۶۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا دقیقه تا ۵۰ درجه و ۶۷ دقیقه طول شرقی و ۶۰ درجه و ۶۶ دقیقه تا ۶۴ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته گرفته و با ۲۴۲۲ متر ارتفاع از سطح آزاد دریا، انجام شد. شهرستان بیرجند با توجه به ضریب خشکی دومارتن که برای این منطقه کمتر از ۱۰ می باشد دارای اقلیم خشک است. میانگین بارندگی سالانه ۲۷۲ میلیمتر و بیشترین و کمترین متوسط درجه حرارت سالانه به ترتیب برابر ۱۴ و ۵ درجه سانتی می‌باشد.

اجرای طرح به صورت کشت گیاه در لایسیمتر صورت گرفت و لایسیمترها در داخل مزرعه گل نرگس قرار گرفت. بدین منظور و با توجه به اندازه و ارتفاع گیاه، از پنج لایسیمتر گل نرگس استفاده گردیده که بدلیل اندازه گیری های مجزای تبخیر و تعرق در سه لایسیمتر (A,B,C) و اندازه گیری تعرق در دو لایسیمتر دیگر D, E انجام شده است و به عنوان سه تکرار با قطر ۲۵ و ارتفاع ۴۰ سانتی متر جهت کشت پیاز گل نرگس استفاده گردید. به منظور انجام زهکشی در کف هر یک از لایسیمترها سوراخ هایی تعبیه شد و ظرفی برای اندازه گیری آب زهکشی احتمالی در آن تعبیه گردید (لایسیمترها قابلیت جابجایی و پس از هر بار آبیاری آب زهکشی بوسیله ظروف مدرج دقیق اندازه گیری شده است). برای سهولت در زهکشی کف لایسیمترها تا ارتفاع یک 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) به همراه کود پوسیده حیوانی برای رشد بهتر گیاه پر گردید. شکل (۱) لایسیمترها را قبل از کاشت نشان می‌دهد. در هر لایسیمتر به طور متوسط تعداد ۶-۵ پیاز گل نرگس جهت افزایش جوانه زدن، در تاریخ، ۳۱ شهریور ۱۳۹۶ کشت شد. برای کنترل علف هرز در طی فصل رشد به دفعات لازم و در صورت مشاهده وجین دستی انجام گرفت.

شکل ۱- موقعیت لایسیمترها قبل از کاشت در مزرعه

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش تحقیق

پتاسیم قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)	منگنز قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)	روی قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)	آهن قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)	بور قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)	مس قابل جذب (میلی اکی والان بر لیتر)
۰/۳۱	۴/۷۸	۰/۵۱	۴/۰۸	۰/۵۱	۰/۳۷

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی خاک محل آزمایش تحقیق

هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	اسیدیته	آهک (درصد)	گچ (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۳/۴۲	۷/۹۷	۱۶/۳	۱/۳۸	۴۹/۷	۳۲/۷	۱۷/۶

طی مدت زمان آزمایش آب زهکشی شده به صورت وزنی اندازه گیری شده و سپس به حجم و ارتفاع آب تبدیل شد. رطوبت خاک مورد استفاده در محدوده ظرفیت زراعی با استفاده از رطوبت‌سنج اندازه گیری و به صورت درصد وزنی تعیین گردید. اندازه گیری محتوای آب خاک و تعیین نوبت آبیاری نیز به صورت وزنی انجام شد، بدین صورت که رطوبت ظرفیت زراعی به عنوان رطوبت بهینه جهت وارد نیامدن تنش به گیاه در نظر گرفته شده و وزن مجموع لایسیمتر و خاک در این رطوبت محاسبه گردید، سپس سعی شد وزن لایسیمتر و در نتیجه رطوبت خاک در این حد حفظ شود. در این مورد، وزن گلدان به رطوبت معادل رطوبت ظرفیت زراعی رسید و در زمان آبیاری هم وزن گلدان به وزن معادل رطوبت زمان آبیاری تعیین شده رسید و اختلاف وزن گلدان در این دو شرایط مقدار آبیاری را مشخص نمود، لازم به یادآوری است رعایت موارد فوق در ابتدای رشد به منظور سبز شدن گیاه و استقرار مناسب گیاه ضرورتی ندارد وهمچنین مقدار آبیاری اندکی باید بیشتر باشد تا زه آب تولید شود که البته مقدارآن اندازه گیری و در محاسبات لحاظ گردید.

تعیین ضریب گیاهی

اگر تبخیر- تعرق مرجع (ET_O) و و تبخیر-تعرق واقعی (ET_c) موجود باشند با کمک رابطه (۱) ضریب گیاهی قابل اندازه‌گیری خواهد بود.

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

از روش‌های مرسوم تجربی بر مبنای آمار متوسط دمای حداقل و حداکثر دما (سلسیوس)، میانگین رطوبت نسبی (درصد)، میانگین سرعت باد (متر در ثانیه در ارتفاع دو متری)، تعداد ساعت‌های آفتابی بر اساس داده‌های روزانه، مقادیر تبخیر تعرق پتانسیل با استفاده از هشت روش متداول فائو-پنمن- مانتیث، بلانی کریدل، هارگریوز، هارگریوز سامانی، تورک، جانسون و جنسن- هیز به دست آمد که این روش‌ها را اکثر محققان برای کشور ایران مورد استفاده قرار دادند. برای محاسبه تبخیر -تعرق واقعی گیاه نیز ار معادله بیلان آب استفاده گردید. 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.

$$ET_C = I + P - D \pm \Delta S \qquad (۲)$$

که در این رابطه:

ETC: تبخیر- تعرق واقعی گیاه (میلی متر بر روز)، P بارندگی (میلی متر)، I آب آبیاری (میلی متر)، D آب زهکش شده (میلی‌متر) و ΔS تغییرات ذخیره ای رطوبت خاک (محتوای آب خاک) (میلی‌متر) می‌باشند.(قوام سعیدی نوقابی و همکاران ۱۳۹۸) ضریب گیاهی که از تقسیم تبخیر - تعرق واقعی گیاه بر تبخیر -تعرق گیاه مرجع به دست می‌آید نیز یک مقدار ثابت نبوده (مطابق مقادیر بدست آمده کاشت لایسیمتری چمن) و در طول دوره رشد گیاه تغییر می‌کند. دوره رشد گل نرگس 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 درتبخیر –تعرق مرجع، نیاز آبی در هر مرحله را به دست آورد.

طبق بررسی‌های انجام شده به ویژه در کشور ایران، در زمینه تعیین ضرایب گیاهی و نیاز آبی گل نرگس تا کنون تحقیقات قابل توجهی انجام نشده است. در نشریه ۵۶ سازمان خواربار جهانی دو روش برای محاسبه ضریب گیاهی پیشنهاد شده است، روش ضریب گیاهی یگانه (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) و روش ضریب گیاهی دوگانه، در روش دوم اجزای تبخیر- تعرق از یکدیگر مجزا شده و ضریب گیاهی (Kc) به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش اول آن ضریب گیاهی پایه (Kcb) است که نشان دهنده تعرق گیاه و بخش دوم ضریب تبخیر (Ke) که بیانگر تبخیر از سطح خاک است. برای جدا کردن این دو عامل روی سطح خاک دوتا از لایسیمترها را با فویل آلومنیوم پوشانده و معادله بیلان اعمال گردید.

معیارهای ارزیابی

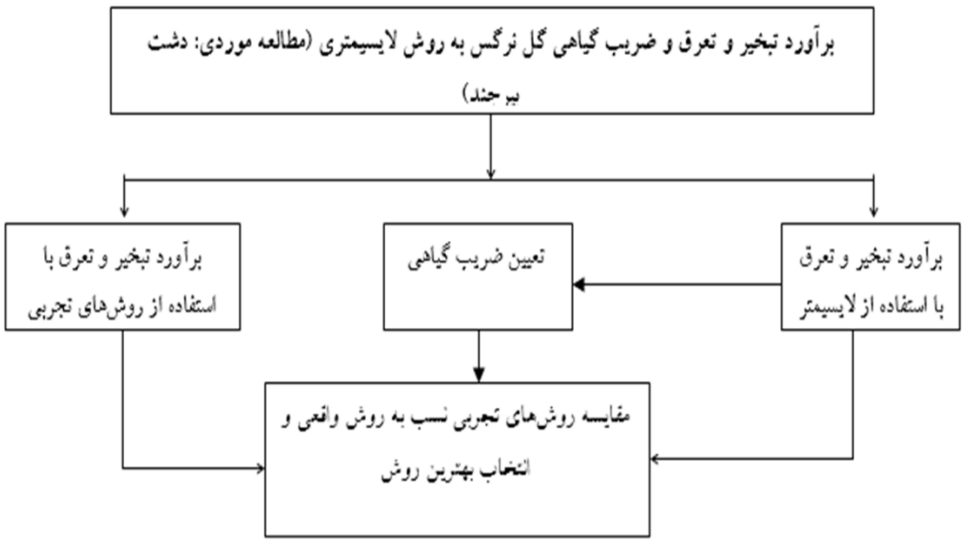
به منظور ارزیابی روش‌های مورد استفاده در برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل روش‌های تجربی، از معیارهای متداول، شامل ضریب تعیین (R^2, Determination coefficient) جذر میانگین مربع خطا (RMSE, Root Mean Square Error) استفاده شد. معیار آماری ضریب تعیین برای تعیین همبستگی بین مقادیر واقعی و برآورد شده و همچنین جذر میانگین مربع خطا برای تعیین مقادیر خطای برآورد شده، به کار برده شدند.

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{X})(y_i-\bar{Y})\right]^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{X})^2(y_i-\bar{Y})^2} \quad (۳)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-y_i)^2}{n}} \quad (۴)$$

x_i : داده واقعی $\bar{X}$: میانگین داده‌های واقعی y_i: داده برآورد شده $\bar{Y}$: میانگین داده‌های برآورد شده n: تعداد داده‌ها

شکل (۲) فلوچارت مراحل انجام تحقیق را نشان می‌دهد. تبخیر و تعرق با استفاده از لایسیمتر و روش‌های تجربی برآورد و در ضریب گیاهی تعیین و بهترین روش تجربی با دارابودن بالاترین ضریب همبستگی شناسایی گردید.



شکل ۲- فلوچارت مراحل انجام تحقیق

نتایج و بحث

نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل گل نرگس به دست آمده از لایسیمترها طی مدت زمان آزمایش، در دوره‌های ده روزه طی دوره رشد گیاه (از دهه سوم شهریورماه ۹۶) در جدول (۳) و (۴) ارائه شده است.

جدول ۳- تبخیر – تعرق ده روزه گل نرگس (میلی‌متر در ده روز)

دهه	تعرق (میلیمتر در ده روز)	تبخیر-تعرق (میلیمتر در ده روز)	دهه	تعرق (میلیمتر در ده روز)	تبخیر-تعرق (میلیمتر در ده روز)
	D	E		D	E
۱	۳/۷۱	۴/۵۳	۹	۲/۸	۳/۷۲
۲	۴/۴۶	۵/۹۳	۱۰	۲/۲	۲/۵۶
۳	۶/۲۶	۸/۲۱	۱۱	۱/۲۹	۱/۸۵
۴	۵/۲۶	۷/۲۴	۱۲	۱/۳۹	۱/۸۵
۵	۵/۱۴	۶/۳۶	۱۳	۲/۴۲	۲/۷۴
۶	۵/۲۲	۶/۲۱	۱۴	۰/۲۴	۰/۴۵
۷	۴/۳۱	۵/۱۹	۱۵	۰/۸۳	۲/۸
۸	۳/۷	۴/۷۶	۱۶	۱/۴۲	۳/۰۵

جدول ۴- تبخیر – تعرق ده روزه گل نرگس (میلی‌متر در ده روز)

دهه	تبخیر-تعرق هر لایسیمتر		
	C	B	A
۱	۳/۱۹	۳/۳۹	۳/۷۷
۲	۶/۸۷	۷/۰۳	۷/۳۷
۳	۶/۳۴	۶/۴۱	۶/۳
۴	۷/۶۷	۷/۳۶	۷/۵
۵	۴/۳۵	۴/۲۹	۵/۰۶
۶	۱/۹۹	۱/۹۴	۳/۱۶
۷	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۶۴
۸	۱/۸۷	۲/۲۸	۱/۸۲
۹	۱/۹	۱/۶۹	۱/۹۵
۱۰	۲/۶۱	۲/۴۶	۲/۰۴
۱۱	۲/۷۲	۲/۷۲	۲/۴۵
۱۲	۰/۸۲	۰/۹۱	۱/۴
۱۳	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۴۸
۱۴	۲/۷۹	۲/۱۱	۱/۴۳
۱۵	۴/۳۸	۳/۹۴	۱/۴
۱۶	۲/۴۱	۲/۱۰	۰/۶۱

مقدارتبخیر- تعرق 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 و با نتایج ریحانی و خاشعی (۱۳۹۴) مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که حداکثر و حداقل متوسط تبخیر- تعرق ده روزه گل نرگس در مدت زمان آزمایش به ترتیب برابر ۷/۰۳ و ۰/۲۶ میلی‌متر در ده روز می‌باشد. ضریب گیاهی پایه مطابق با مراحل ابتدایی، مرحله رشد میانی و انتهای مرحله پایانی رشد گل نرگس به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۸۵، ۰/۸۶ و ۰/۸۸ دست

آمدند. که با نتایج یرمی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد جدول (۵).

$$Kc= Ke+ Kcb \quad (۳)$$

که در آن:

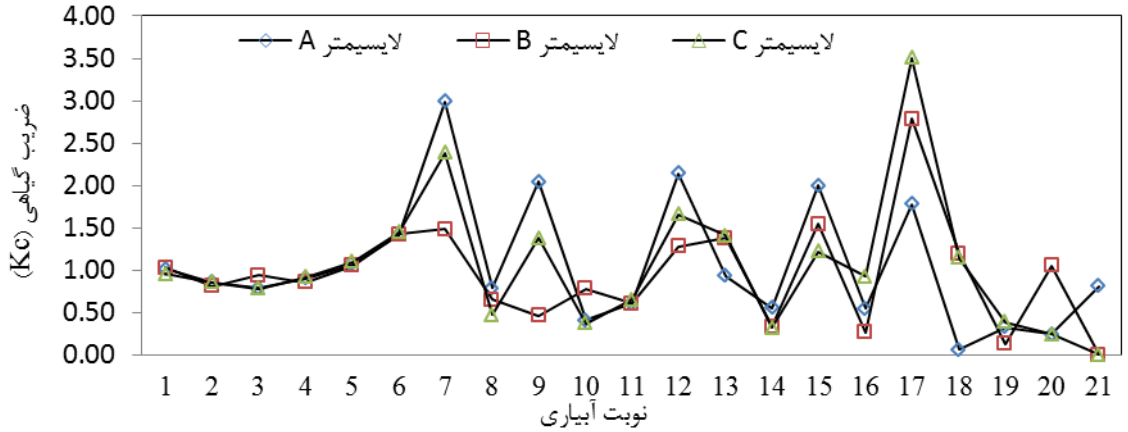
Kcb: ضریب گیاهی پایه،Ke : ضریب مربوط به تبخیر از سطح خاک میباشد.

جدول ۵- ضرایب گیاهی در مراحل چهارگانه رشد

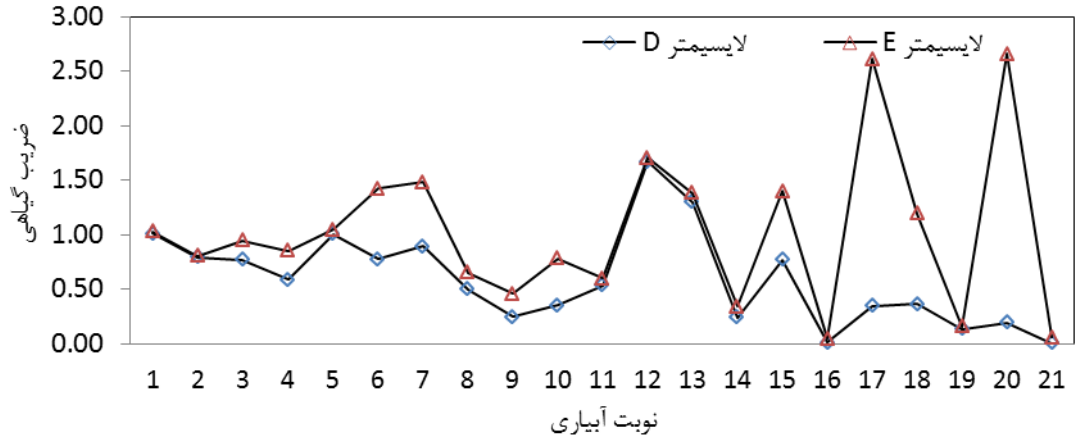
سال	ضریب گیاهی	دوره اولیه رشد	دوره توسعه	دوره میانی	دوره انتهایی
	Kcb	۰/۴۲	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۷۴
۱۳۹۶	**Ke**	۰/۴۹	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۲
	Kc	۰/۹۱	۱/۱۳	۱/۱۱	۰/۹۶

ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده و شکل تعدیل یافته آن بر حسب روزهای رشد در مدت زمان انجام پژوهش و متوسط آن، در شکل‌های (۳) تا (۵) نمایش داده شده است. برای محاسبه ضریب گیاهی ده روزه از روش میانگین‌گیری استفاده گردید، به گونه ای که برای هر مرحله از رشد میانگین ضریب گیاهی در آن مرحله، در نیر گرفته شد. همان گونه که در شکل‌ها مشاهده می شود مقدار ضریب گیاهی در نوبت‌های آبیاری تغییرات شدیدی دارد. این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد. 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 ضریب گیاهی پایین است. در مرحله توسعه و میانی با توسعه اندام هوایی گیاه میزان تعرق افزایش یافته که به دنبال آن ضریب گیاهی افزایش می‌یابد، در مرحله پایانی با کاهش فعالیت برگ‌ها مجدداً تعرق و در پی آن ضریب گیاهی کاهش می‌یابد. ضریب گیاهی میانگین گل نرگس در مرحله ابتدایی رشد در مدت زمان انجام پژوهش برابر ۰/۹۱، 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 ۱/۱۳ شد. در مرحله میانی این مقدار به ۱/۱۱ و در مرحله انتهایی به ۰/۹۶ رسید. میانگین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد در مدت انجام آزمایش در جدول (۵) ارائه شده است.

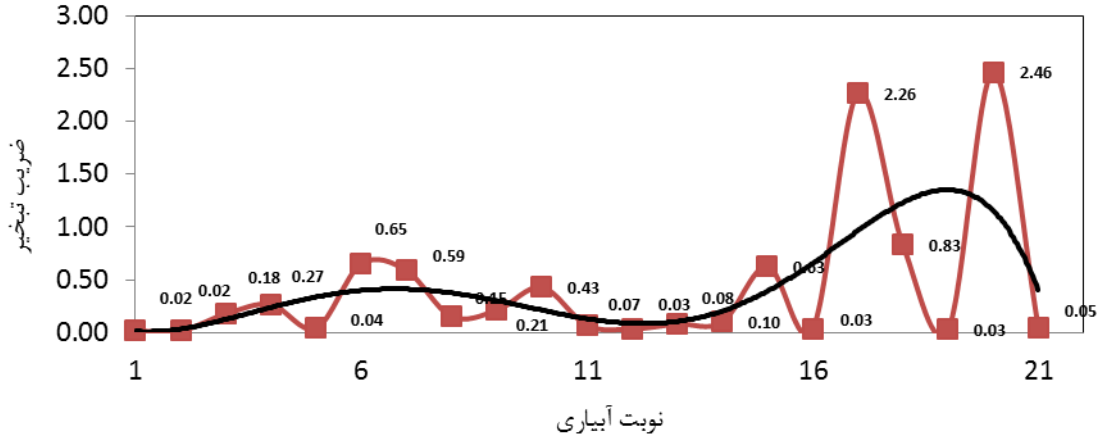
ضریب گیاهی واقعی محاسبه شده و شکل تعدیل یافته آن بر حسب روزهای رشد در مدت زمان انجام پژوهش و متوسط آن، در شکل‌های (۳) تا (۵) نمایش داده شده است. برای محاسبه ضریب گیاهی ده روزه از روش میانگین‌گیری استفاده گردید، به گونه ای که برای هر مرحله از رشد میانگین ضریب گیاهی در آن مرحله، در نیر گرفته شد. همان گونه که در شکل‌ها مشاهده می شود مقدار ضریب گیاهی در نوبت‌های آبیاری تغییرات شدیدی دارد. این تغییرات می‌تواند ناشی از خطای اندازه گیری عوامل معادله بیلان و عوامل اقلیمی باشد. 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 ضریب گیاهی پایین است. در مرحله توسعه و میانی با توسعه اندام هوایی گیاه میزان تعرق افزایش یافته که به دنبال آن ضریب گیاهی افزایش می‌یابد، در مرحله پایانی با کاهش فعالیت برگ‌ها مجدداً تعرق و در پی آن ضریب گیاهی کاهش می‌یابد. ضریب گیاهی میانگین گل نرگس در مرحله ابتدایی رشد در مدت زمان انجام پژوهش برابر ۰/۹۱، 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 ۱/۱۳ شد. در مرحله میانی این مقدار به ۱/۱۱ و در مرحله انتهایی به ۰/۹۶ رسید. میانگین ضرایب گیاهی چهار مرحله رشد در مدت انجام آزمایش در جدول (۵) ارائه شده است.



شکل ۳- ضریب گیاهی (Kc) در نوبت‌های مختلف آبیاری



شکل ۴- ضریب گیاهی (Kcb) در نوبت‌های مختلف آبیاری



شکل ۵- ضریب تبخیر (Ke) در نوبت‌های مختلف آبیاری

با توجه به نتایج بدست آمده برای ضریب گیاهی می‌توان نتیجه گرفت که KC گل نرگس در دوره ابتدایی رشد به دلیل رشد کم و کوچک بودن گیاه پایین، سپس در دوره توسعه، با افزایش سرعت رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ و به تبع آن افزایش تعرق مقدار KC روند صعودی داشته، در دوره میانی مقدار KC به حداکثر مقدار خود رسیده و در دوره انتهایی، تغییرات KC روند نزولی را نشان می‌دهد نتایج حاصله با نتایج صابری و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت دارد. جدول (۶) میزان تبخیر و تعرق ماهانه با استفاده از روش‌های فائو-پنمن- مانتیث (FP-M)،

بلانی کریدل (B-C)، هارگریوز (H)، هارگریوز سامانی (H-S)، تورک (T)، جانسون (J) و جنسن- هیز (J-H) را با استفاده از داده‌های هواشناسی منطقه نشان می‌دهد. تبخیر و تعرق محاسبه شده به روش‌های تجربی با نتایج حاصله از محاسبه تبخیر و تعرق واقعی مقایسه شد و بین حاصل از محاسبه به هر یک از روش‌ها (x)، نسبت به روش واقعی (y) رگرسیون خطی زده شد. جدول (۷) ضریب همبستگی و RMSE هر یک از روش‌ها نسبت به روش واقعی (چمن) نشان میدهد.

جدول ۶- تبخیر و تعرق محاسبه شده با استفاده از روش‌های تجربی

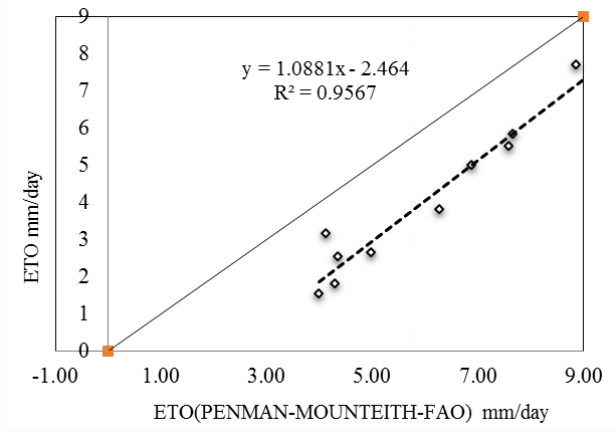
ماه	فائو-پنمن- مانتیث (mm/day)	بلانی کریدل (mm/day)	هارگریوز (mm/day)	هارگریوزسامانی (mm/day)	تورک (mm/day)	جانسون (mm/day)	جنسن- هیز (mm/day)
ژانویه	۴/۱۳	۰/۹۲	۱/۹۴	۰٫۶۵	۰/۲۹	۱,۱۲	۰/۵۶
فوریه	۴/۳۵	۱/۹۹	۳	۰,۹۹	۰/۳۹	۱,۱۷	۰/۴۸
مارس	۶/۲۸	۴	۳/۹۵	۱,۲۷	۰/۵۱	۱,۱۹	۱/۷
آپریل	۷/۵۸	۶/۲۳	۶	۲,۵۲	۰/۶۵	۱,۲۶	۲/۶
می	۹/۲۴	۸/۷۰	۷/۱۷	۳,۱۲	۰/۷۸	۱,۳۰	۳/۶۱
ژوئن	۹/۶۶	۹/۱۴	۶/۸۸	۲,۳۹	۰/۷۶	۱,۲۸	۳/۵۲
ژولای	۸/۸۶	۸/۲۰	۶/۷	۲,۸۴	۰/۷۳	۱,۲۶	۳/۱۳
آگوست	۷/۶۶	۶/۵۷	۶/۰۸	۳,۲۳	۰/۶۷	۱,۲۴	۲/۵۱
سپتامبر	۶/۸۸	۴/۶۶	۴/۹۶	۲,۷۰	۰/۶۱	۱,۲۲	۱/۸۸
اکتبر	۴/۹۷	۳/۰۶	۳/۱۶	۱,۳۲	۰/۴۲	۱,۱۵	۱/۰۳
نوامبر	۴/۲۹	۱/۶۴	۲/۰۵	۰,۹۱	۰/۲۷	۱,۱۰	۰/۵۲
دسامبر	۳/۹۸	۰/۷۶	۱/۶۸	۰٫۶۷	۰/۲۳	۱,۱۰	۰/۴۳

جدول ۷- مقایسه روش‌های تجربی نسبت به روش واقعی

روش	معادله	R^2	RMSE(mm/day)
فائو-پنمن- مانتیث	y = 1.0881x – 2.464	۰/۹۶	۱/۹۶
بلانی کریدل	y = 0.4722x - 2.7318	۰/۷۸	۱۱/۲
هارگریوز	y = 1.0889x - 0.2625	۰/۹۲	۰/۶۹
هارگریوزسامانی	y = 0.0676x + 0.7745	۰/۷۴	۵۸/۴۶
تورک	y = 11.202x - 1.3006	۰/۹۱	۴/۵۷
لاری جانسون	y = 1.0296x - 32.479	۰/۸۸	۳۱/۴۲
جنسن- هیز	y = 1.8676x + 1.1791	۰/۹۴	۳

رابطه رگرسیونی بین مقادیر تبخیر و تعرق مرجع حاصل از لایسیمتر و مقادیر برآورد شده با روش های تجربی حاصل در جدول (۷) و شکل ۶نشان داد که روش فائو-پنمن- مانتیث با ضریب همبستگی و میزان خطای به ترتیب ۰/۹۶ و ۱/۹۶، بیشترین ضریب همبستگی را دارا بوده و همخوانی بهتری را با شرایط محیطی نشان داد. ضرایب فرمول روش فائو-پنمن- مانتیث (y = 1.0881x – 2.464) برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مورد مطالعه a= ۱/۲۳ و b= -۳/۴۶ می‌باشد که فرمول به شرح ذیل در این منطقه اصلاح می‌شود.

$$y = 1.23x - 3.46 \quad (۴)$$



شکل ۶- مقایسه نتایج روش پنمن مانتیث با تبخیر و تعرق گیاه مرجع

نتیجه‌گیری

با بررسی نتایج حاصل از لایسیمترها، ضرایب گیاهی گل نرگس در مراحل مختلف رشد شامل مرحله ابتدایی، توسعه، میانی و مرحله انتهایی، به ترتیب برابر ۰/۹۱، ۱/۱۳، ۱/۱۱ و ۰/۹۶ به دست آمد. با استفاده از این ضرایب که تاکنون به صورت تجربی در هیچ مرجعی ارائه نشده است، برآورد تبخیر – تعرق و مدیریت آبیاری گل نرگس امکان‌پذیر خواهد بود. همزمان با اندازه‌گیری تبخیر – تعرق گیاه مرجع توسط لایسیمتر، با استفاده از روش‌های تجربی تبخیر– تعرق محاسبه گردید. نتایج حاصل از روش-های تجربی نشان داد که روش پنمن مانتیث فائو همخوانی بهتری با شرایط محیطی دارد و همچنین با توجه به معادله خطی بین میزان تبخیر –تعرق گیاه مرجع (چمن) با استفاده از لایسیمتر و روش‌های تجربی و معیارهای ارزیابی، روش موصوف دارای ضریب همبستگی بالاتری نسبت به سایر روش ها می‌باشد.

فهرست منابع

۱. 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 شبکه های آبیاری و زهکشی. دانشکده مهندسی علوم آب. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲. ریحانی، ن.، خاشعی سیوکی، ع.، رشید، م. و هادی، ف. ۱۳۹۴ . 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): ۱۰۴۷-۱۰۵۶.

۳. صابری، ا.، رضایی، ف.و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۶. برآورد ضریب گیاهی اجغون (Trachyspermum ammi) در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. مجله پژوهش آب در کشاورزی، (۳۱)۳: ۳۹۸-۳۸۹.

۴. فرشی ، ع.ا.، شریعتی، م .ر.، جارالهی، ر .، قائمی، م .ر.، شهابی فر، م. و تولایی، م .م.۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور (جلد اول گیاهان زراعی). نشر آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی.

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

۶. قوام سعیدی نوقابی ، س .، خاشعی سیوکی ، ع.، حمامی ،ح.، . ۱۳۹۸ برآورد ضریب گیاهی چای ترش (Hibiscus sabdariffa L.)در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی).۳۳ ، (۱) : ۱۱ -۱

۷. میرموسوی، س.ح.، پناهی، ح.، اکبری، ح. و اکبرزاده، ی. ۱۳۹۱. واسنجی روش‌های برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع و محاسبه‌ی نیاز آبی گیاه زیتون در استان کرمانشاه. مجله جغرافیا و پایداری محیط. ۳:۶۴- ۴۵.

8. Allen, R.G., Smith, M., Pereira, L.S. and Perrier, A., 1994. An update for the calculation of reference evapotranspiration. ICID Bulletin, 43(2): 35-92.
9. 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.
10. Chehrazi, M., Naderi, R., Shah NejatBoshehri, A.A. &EsmailHasani, M. 2007.Genetic variation native flowers of Narcissus spp using RAPD markers. Journal of Horticultural Science and Technology, 8(4), 2225-236.
11. Smith, M., Allen, R.G., Monteith, J.L., Perrier, A.Pereira, L. and Segeren, A., 1992. Report of the expert consutation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements UN-FAO. Rome, Italy, 54p.
12. Yarami, N., Kamgar-Haghighi, A. A., Sepaskhah, A. R., & Zand-Parsa, S. 2011. Determination of the potential evapotranspiration and crop coefficient for saffron using a water-balance lysimeter. Archives of Agronomy and Soil Science, 57(7), 727-740.

Determination of Crop Coefficient of Narcissus Flower by Lysimeter method in Birjand Plain

A. Mohammadi, M. H. Najafi mood, A. Khashei Siuki[1], and A. Shahidi

MSc.in Irrigation and Drainage, University of Birjand.
akbarmohammadi414@gmail.com
Assistant Professor, Water Engineering Department, University of Birjand.
mhnajafi@birjand.ac.ir
Professor, Water Engineering Department, University of Birjand.
abbaskhashei@birjand.ac.ir
Associate Professor, Water Engineering Department, University of Birjand.
ashahidi@birjand.ac.ir

Received: August 2020, and Accepted: March 2021

Abstract

Crop coefficient is one of the most important factors in irrigation planning and optimal allocation of water resources to plants. The crop coefficient is obtained through the ratio of actual evapotranspiration to reference crop evapotranspiration. In this research, in order to determine the crop coefficients of Narcissus flower, which is an important ornamental plant, an experiment was conducted during 2018 growing season using lysimeters, in Birjand. Three lysimeter was used in this project and water requirement of Narcissus flower was calculated by water balance method. Turf grass with a height of 12 cm was used to determine reference crop evapotranspiration. The base crop coefficients were obtained as 0.42, 0.85, 0.86, and 0.74, and the coefficients of the soil surface evaporation were 0.49, 0.28, 0.25 and 0.22 at, respectively, primary, developmental, middle, and end stages. Finally, the values of Narcissus flower's crop coefficients at different stages of growth including primary, developmental, middle, and end stages were calculated as 0.91, 1.13, 1.11, and 0.96. The estimation of water requirement and irrigation management of Narcissus flower will be possible using the obtained Kc values.

Keywords: Water requirement, Reference crop evapotranspiration, Actual evapotranspiration, Micro-lysemeter

[1] Corresponding author :Water Engineering Department, University of Birjand, Birjand, Iran