نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، ص. ۱۰-۱

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 1, Spring and Summer 2020, 1-10

مقاله علمی- پژوهشی

برآورد نیاز آبی و ضریب گیاهی گیاه همیشه‌بهار در فضای سبز

زینب سجودی[۱] و فرهاد میرزایی[۲*]

چکیده

برای جلوگیری از آلودگی هوا و ایجاد محیطزیست مناسب نیاز به توسعه فضای سبز در داخل و حومه شهرها وجود دارد، که این امر محل مصرف جدیدی برای آب به وجود می‌آورد. بنابراین برآورد تبخیر-تعرق گیاهان فضای سبز شهری برای مدیریت مصرف آب امری ضروری است. در این تحقیق، ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاه همیشه‌بهار با استفاده از روش Wucols و روش بیلان آب برای دوره شش‌ماهه از فروردین تا شهریور ۱۳۹۸ در باغ گیاه‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران برآورد گردید. در این دوره متوسط ضریب گیاهی برای کل دوره از روش بیلان آبی و روش Wucols به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۳۰ به دست آمد. تبخیر-تعرق برآورد شده به‌صورت میانگین مقدار ۷۷۶ میلی‌متر در روش بیلان آب و مقدار ۶۰۷ میلی‌متر در روش Wucols در کل دوره آزمایش برآورد شده است. در فضای سبز شهری شادابی، سلامت و جنبه‌های تزئینی گیاهان مهم است. با کاربرد روش Wucols برای تعیین نیاز آبی می‌توان با برآورد صحیح نیاز آبی گیاهان و اعمال عمق مناسب آب آبیاری از بیش‌آبیاری و یا کم‌آبیاری جلوگیری کرد و رشد کافی گیاهان را تأمین نمود.

واژه‌های کلیدی: بیلان آب، محیطزیست، Wucols

مقدمه

رشد سریع جمعیت جهان و متناسب با آن افزایش نیاز آبی اعم از مصارف شرب، صنعت، کشاورزی و توسعه شهری، ضرورت برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از آن را ایجاب می‌کند. تأثیرات سازنده فضاهای سبز بر کیفیت زندگی در شهرها در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Petralli et al., 2014). برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب در بخش فضای سبز بسیار حائز اهمیت است. احداث فضاهای سبز به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای مشکل کم‌آبی می‌باشند، تخصیص آب به این حوزه را در رقابت تنگاتنگی با سایر موارد مصرف آب مانند کشاورزی، صنعت و شرب قرار می‌دهد. بنابراین آبی که برای فضای سبز اختصاص داده می‌شود دارای ارزش زیادی است و باید با نهایت صرفه‌جویی و به‌صورت بهینه به مصرف برسد. (زهتابیان، ۱۳۷۵). هدف از عملیات آبیاری ایجاد شرایط مساعد رطوبتی برای گیاه است. آبیاری باید با تخمین درست از نیاز آبی گیاه اعمال شود. یکی از راهکارهای عملی برای بالا بردن راندمان مصرف آب، آگاهی از نیاز آبی گیاهان کشت‌شده است (Tyagi et al., 2000). نیاز آبی گیاهان فضای سبز کاملاً متفاوت از محصولات زراعی است (Costello et al., 2000). برخلاف محصولات کشاورزی فضاهای سبز ترکیبی از گونه‌های مختلف گیاهی هستند که هرکدام نیاز آبی متفاوتی دارند (Wolf et al., 2008). نیاز آبی گیاهان در مراحل مختلف رشد متفاوت است و تحت تأثیر مستقیم تبخیر-تعرق گیاه و تغییر در پوشش گیاهی و شرایط آب‌وهوایی

[۱] کارشناسی ارشد علوم مهندسی آب، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۲] دانشیار دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ایران (*- نویسنده مسئول: Email: Fmirzaei@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۰۶
DOR: 20.1001.1.24764531.1399.7.1.1.8

قرار دارد. یکی از فاکتورهای مهم برای مدیریت منابع آب تعیین تبخیر-تعرق گیاهان است. شجاعی و همکاران با استفاده از روش‌های Wucols[۲] و Limp[۳] نیاز آبی را برای گیاهان فضای سبز برآورد کردند. در این تحقیق تبخیر-تعرق سالانه از روش Wucols ۹۶۴ میلی‌متر و از روش Limp ۱۰۱۶ میلی‌متر برآورد شد. آن‌ها نتیجه گرفتند که روش Wucols نیاز آبی را به میزان ۵ درصد کمتر از روش PF تخمین زده است. سیمزو همکاران با توجه به گسترش فضاهای سبز شهری که با گونه‌های مختلط کاشته می‌شوند، راهکارهای مدیریت آب را در باغ گیاه‌شناسی ملبورن موردبررسی قراردادند. آنان با پایش رطوبت خاک و شناسایی عمق توسعه ریشه، به بررسی ویژگی‌های خاک و نفوذپذیری آب در خاک پرداختند. این گروه با تخمین نیاز آبی گیاهان فضای سبز با روش Wucols توانستند برنامه‌ریزی مناسبی برای آبیاری فضاهای سبز که با کشت‌های مختلط ایجاد می‌شوند را ارائه کنند و راهکارهای سیستم‌های آبیاری زیرسطحی، به کار بردن مالچ و ... برای مدیریت مصرف آب در فضاهای سبز را توصیه کردند. نوری و همکاران روش‌های مختلف تخمین نیاز آبی گیاهان فضای سبز ازجمله روش‌های بیلان آبی و Wucols را موردبررسی قراردادند. آنان از این پژوهش نتیجه گرفتند که روش Wucols یک روش کاربردی است و می‌تواند برای برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز استفاده شود. سجودی (۱۳۹۸) با استفاده از دو روش بیلان آبی و Wucols تبخیر-تعرق چندگونه از گیاهان فضای سبز را برآورد کرد. نتایج تحقیق نشان داد که روش Wucols دارای دقت بیشتر است و در مصرف آب نیز صرفه‌جویی می‌کند. سعیدی‌نیا و همکاران (۱۳۹۷) تبخیر-تعرق و ضریب گیاهی دو گونه بابونه و زیره سبز را با استفاده از لایسیمتر برآورد کردند. تبخیر-تعرق برای بابونه ۶۱۰/۳ و برای گیاه زیره سبز ۴۱۶/۴ میلی‌متر به دست آمد. حقیقی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی بهبود روش‌های آبیاری و جایگزین کردن برخی از انواع چمن با گیاهانی که نیاز آبی کمتری دارند جهت کاهش مصرف آب در فضاهای سبز شهری پرداختند. با توجه به اینکه نیاز آبی اغلب گیاهان فضای سبز از چمن کمتر است جایگزینی چمن با سایر گونه‌های گیاهی ازجمله گل‌بوته‌های زینتی و درختچه‌ها پیشنهاد گردید. نوری و همکاران در پژوهش خود با عنوان آب مورد نیاز برای گیاهان فضای سبز و مقایسه سه روش IPOS، PF[۴] و Wucols برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهر آدلاید استرالیا را موردبررسی قراردادند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق روش‌های مناسب برای تخمین نیاز آبی گیاهان فضای سبز، روش‌های Wucols سپس PF و در آخر روش Ipos[۵] توصیه گردید. شکرالله زاده و همکاران (۱۳۹۵) نیاز آبی گونه‌های گیاهی خرزهره و نارون را با روش Wucols برآورد کردند و مشخص شد که بیشترین مقدار نیاز آبی خرزهره ۶/۳۱ میلی‌متر در روز و نارون ۶/۵۶ میلی‌متر در روز در ماه مرداد بوده است. درخشنده (۱۳۹۶) در تحقیقی نیاز آبی گونه‌های بنفشه و جعفری را با روش Wucols در کرج برآورد کرد. میزان تبخیر-تعرق برای این گیاهان به ترتیب ۴۴۵ و ۴۳۷ میلی‌متر در کل دوره آزمایش برآورد گردید. روش Wucols نیاز آبی گیاهان فضای سبز را با استفاده از سه فاکتور مربوط به نوع گیاه، تراکم گیاه و اقلیم منطقه‌ای که گیاه کشت شده است برآورد می‌کند. در ادامه به توضیح این موارد پرداخته شده است.

هدف از این تحقیق تخمین تبخیر-تعرق گیاه فضای سبز (همیشه‌بهار) و برآورد ضریب گیاهی با استفاده از روش Wucols و روش بیلان آب و بررسی مصرف بهینه آب در فضاهای سبز با استفاده از نتایج این پژوهش است. گل همیشه‌بهار *Calendula* متعلق به خانواده *Asteraseae* و قبیله *Calenduleae* است. این قبیله شامل ۸ جنس است. یکی از جنس‌ها *Calendula* است که در شمال آفریقا، شمال مدیترانه، اروپای مرکزی، شرق اروپا، ترکیه و ایران است. همیشه‌بهار گیاهی علفی و یک‌ساله است. این گیاه رشد و نمو سریعی دارد، گل‌دهی آن از اوایل خردادماه شروع و تا فصل سرما ادامه دارد (امید بیگی، ۱۳۹۳). طبق فلور ایرانیکا این جنس شامل ۸ گونه در جهان است که در ایران ۷ گونه آن وجود دارد (Nordensram, 1989). این گیاه غالباً به‌عنوان گیاه زینتی

[2] Water use classification of landscape species
[3] Landscape irrigation management program
[4] Plant factor method
[5] Irrigated Public Open Space

در فضای سبز استفاده می‌شود اما گونه‌هایی از آن یافت می‌شود که مصرف دارویی دارند (مرادی ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه پژوهش

این پژوهش در محوطه و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهر کرج انجام شد. مختصات جغرافیائی شهر کرج عبارت است از طول جغرافیایی ۵۱ درجه و صفر دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی. این شهر با ارتفاع متوسط ۱۲۹۷ متر از سطح دریا، در فاصله ۴۸ کیلومتری شمال غربی تهران واقع شده است. شهر کرج دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک است (سبزی پرور و همکاران ۱۳۹۰).

قاعده ضریب فضای سبز (K_L) در روش Wucols

دپارتمان منابع آب دانشگاه کالیفرنیا (۲۰۰۰) برای برآورد آب موردنیاز برای گیاهان فضای سبز ضریبی به نام ضریب منظر (K_L) معرفی کرده است. ضریب فضای سبز از طریق سه فاکتور به نام‌های عامل ضریب گونه، عامل ضریب تراکم و عامل ضریب خرد اقلیم محاسبه می‌شود. رابطه ۱ نحوه محاسبه این ضریب را نشان می‌دهد. (Costello, et al., 2000).

عامل گونه (K_s)

عامل گونه برای اعمال اختلاف نیاز آبی در گونه‌های مختلف گیاهی استفاده می‌شود. برخلاف محصولات زراعی و باغی، فضاهای سبز عمدتاً از گونه‌های مختلف گیاهی و نه صرفاً یک نوع گیاه تشکیل شده‌اند. معمولاً مجموعه‌های فضای سبز دارای گونه‌های متفاوت می‌باشند که در داخل یک منطقه و به‌صورت مشترک آبیاری می‌شوند. این گونه‌های مختلف هرکدام دارای نیاز آبی متفاوتی هستند. حدود ضریب گونه از ۰/۱ تا ۰/۹ متغیر است و به‌صورت جدول ۱ طبقه‌بندی می‌شود. بر اساس مطالعات انجام‌شده برای ۱۸۰۰ گونه گیاهی عرصه‌های طبیعی در آمریکا، گونه همیشه‌بهار برای انواع مناطق ساحلی و شمالی با آب‌وهوای معتدل و مرطوب، مناطق مرکزی با آب‌وهوای معتدل، مناطق ساحلی و جنوبی با رطوبت و میانگین دمای بالا در ردیف گیاهان با نیاز آبی متوسط (M) طبقه‌بندی‌شده است. از میان ۱۸۰۰ گونه فضای سبز که برآورد ضرایب روش Wucols برای آن‌ها انجام‌شده است، ۶ گونه به‌عنوان نمونه در جدول ۴ آورده شده است. در این جدول مناطق از نظر آب‌وهوا به ۶ منطقه تقسیم می‌شوند. همچنین علائم نیاز آبی در این جدول به‌صورت H: نیاز آبی بالا، M: متوسط، L: کم، /: نامناسب برای منطقه موردنظر و Vl: بسیارکم طبقه‌بندی‌شده است. انواع گیاهان نیز به این صورت نشانه‌گذاری شده‌اند: T: درخت، S: بوته، V: تاک، Gc: گیاه پوششی، P: چندساله، Bi: دوساله (Costello, et al., 2000).

عامل تراکم (K_d)

عامل تراکم در رابطه ضریب فضای سبز با توجه به اختلافات در تراکم پوشش گیاهی در گیاهان فضای سبز مورداستفاده قرار می‌گیرد. فضاهای سبز در مقایسه با یکدیگر دارای تراکم پوشش گوناگونی هستند. بعضی از کشت‌های فضای سبز سطح برگ بیشتر دارند. افزایش تراکم و سطح برگ معمولاً به معنای افزایش تبخیر–تعرق برای آن منطقه از کشت گیاهان فضای سبز است. به‌طور خلاصه یک فضای سبز با الگوی کشت متراکم آب بیشتری از یک فضای سبز غیر متراکم مصرف می‌کند. دامنه‌ی عامل تراکم در حد ۰/۵ تا ۱/۳ است و این دامنه طبق جدول ۲ در سه‌طبقه گروه‌بندی می‌شود (Castello, et al., 2000).

عامل خرد اقلیم (K_{mc})

خرد اقلیم‌ها در هر فضای سبزی وجود دارند و در برآورد مصرف آب گیاه باید موردتوجه قرار گیرند. ممکن است در یک فضای سبز قسمتی از گیاهان در سایه و قسمتی در آفتاب، قسمتی دارای رطوبت هوای زیاد و گیاهانی در قسمت‌های بادگیر باشند. این تنوع در خرد اقلیم روی نیاز آبی گیاهان تأثیرگذار است. عامل خرد اقلیم از ۰/۵ تا ۱/۴ متغیر بوده و طبق جدول ۳ در سه‌طبقه گروه‌بندی می‌شود (Costello, et al., 2000). مناطقی که بیشتر طول روز در معرض تابش نور خورشید و همچنین وزش باد می‌باشند در طبقه خرد اقلیم بالا قرار می‌گیرند. مناطقی که در سایه‌انداز گیاهان هستند و یا دارای رطوبت بیشتری هستند درطبقه

خرد اقلیم پایین قرار می‌گیرند. در این تحقیق با توجه به موارد گفته‌شده دو خرد اقلیم با حروف A و B مشخص‌شده‌اند. خرد اقلیم A دارای ضریب خرد اقلیم بالا و خرد اقلیم B دارای ضریب خرد اقلیم پایین است.

$$K_l = K_S \times K_d \times K_{mc} \quad (۱)$$

میکرو لایسیمترهای زهکش‌دار

در این تحقیق از ۲ عدد میکرو لایسیمتر زهکش‌دار جهت کشت نمونه‌ها در دو محل جداگانه (خرد اقلیم‌ها) استفاده شد. لایسیمترها از جنس پلاستیک پروپیلن و به رنگ سفید، به جهت عدم جذب نور انتخاب شدند. سطح مقطع لایسیمترها دارای طول و عرض ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع آن‌ها ۶۰ سانتی‌متر انتخاب شد. در وسط هر میکرولایسیمتر یک زهکش (لوله) جهت تخلیه زه‌آب متصل گردید. در انتها هر زهکش به یک ظرف به حجم یک لیتر جهت بررسی میزان زه‌آب تخلیه‌شده متصل گردید. جهت جلوگیری از ورود احتمالی ذرات ریز خاک به داخل ظروف ذخیره زه‌آب، از بافت ژئوتکستایل استفاده شد. میکرولایسیمترها با نصب بر روی پایه‌هایی تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از سطح زمین بالا آورده شدند. ظروف ذخیره زه‌آب در عمق ۱۵ سانتی‌متری سطح خاک در ترانشه حفرشده، قرار داده شدند.

گونه گیاهی مورد آزمایش

در این تحقیق گونه گیاهی همیشه‌بهار با نام (*Calendula officinalis*) مورد آزمایش قرار گرفت.

برآورد تبخیر-تعرق گیاهان فضای سبز با استفاده از روش Wucols

تفاوت اصلی رابطه‌ی برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز با گیاهان زراعی و باغی در استفاده از پارامتر ضریب گیاهی است. رابطه ۲ محاسبه تبخیر-تعرق گیاهان فضای سبز را نشان می‌دهد. (Costello, et al., 2000).

$$ET_L = K_L \times ET_0 \quad (۲)$$

در این رابطه K_L ضریب گیاهی گیاهان فضای سبز، ET_0 تبخیر-تعرق مرجع و ET_L تبخیر-تعرق گیاهان فضای سبز است.

اندازه‌گیری نیاز آبی گونه‌های مورد آزمایش با روش بیلان آب

برای محاسبه‌ی آب موردنیاز گیاهان فضای سبز از روش بیلان آب باید آب کافی برای رشد مناسب و حفظ شادابی و سلامت گیاهان که هدف توسعه و نگهداری فضاهای سبز است در اختیار گیاهان قرار گیرد. آبیاری گیاهان کشت‌شده در لایسیمترها در این پژوهش به‌صورت مداوم در کل دوره آزمایشی و به‌صورت دو روز یک‌بار انجام پذیرفت. دور آبیاری با توجه به رطوبت در نقطه FC تعیین شد. برای تعیین نقطه FC و PWP خاک از دستگاه صفحه فشاری استفاده‌شده است. مقدار حجم آب استفاده‌شده در هر آبیاری بسته به زمان آزمایش متفاوت و بین ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی‌لیتر در هر آبیاری متغیر بود. این میزان با توجه به رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و پژمردگی، عمق ریشه و سطح مقطع لایسیمتر تعیین شد. در طول دوره آزمایشی و به‌صورت بازه‌های ده روزه، قبل از انجام آبیاری، نمونه‌گیری از خاک لایسیمترها انجام شد و به‌منظور تعیین رطوبت خاک به آزمایشگاه آبیاری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی انتقال داده شد. اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک به روش وزنی بوده است. بافت خاک نیز با روش هیدرومتری کلی لوم به دست آمد. رابطه ۳ معادله بیلان آب در میکرولایسیمتر زهکش‌دار را نشان می‌دهد.

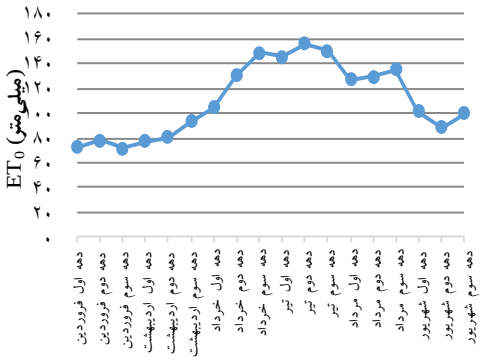
$$ET_c = P + I - D \pm \Delta sw \quad (۳)$$

که در آن ET_C تبخیر-تعرق گیاه (میلی‌متر)، P مقدار بارندگی (میلی‌متر)، I مقدار آبیاری (میلی‌متر)، D مقدار آب زهکشی (میلی‌متر) و Δsw تغییرات رطوبت ذخیره‌ای خاک هستند.

نتایج و بحث

تبخیر-تعرق مرجع (ET_0)

تبخیر–تعرق مرجع با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی (میانگین دمای حداکثر، میانگین دمای حداقل، درصد رطوبت نسبی، میانگین ساعات آفتابی و میانگین سرعت باد) و با روش فائو– پنمن– مانتیث با استفاده از نرم‌افزار Cropwat محاسبه شد و منحنی آن در شکل ۱ رسم شده است. برای محاسبه ET_0 از داده‌های روزانه ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران استفاده شد.



شکل ۱- منحنی تبخیر–تعرق مرجع (ET_0)

تعیین ضرایب گیاهی K_L

ضریب گیاهی گیاهان فضای سبز از روش Wucols و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Costello et al, 2000). بیشترین مقدار ضریب گیاهی مربوط به دهه سوم تیرماه و دهه اول مرداد معادل ۰/۴ در خرد اقلیم A و کمترین مقدار مربوط به دهه اول فروردین در خرد اقلیم B و معادل ۰/۱۸ است. از ابتدای دوره داده‌برداری تا دهه سوم تیرماه ضریب گیاهی دارای یک‌روند صعودی و از دهه سوم تیرماه تا پایان آزمایش دارای یک‌روند نزولی است که این روند صعودی و نزولی به دلیل کاهش و افزایش رشد و تبخیر–تعرق گیاهان با توجه به شرایط اقلیمی است. در محاسبه ضریب گیاهی فضای سبز عامل خرد اقلیم و گونه ثابت هستند و عامل تراکم تغییر می‌کند. ضریب گیاهی در دو خرد اقلیم در جدول‌های ۵ و ۶ آورده شده است. از جدول ۴ مشخص می‌شود که گیاه در چه طبقه‌ای از نیاز آبی قرار دارد. بعد از آن با مراجعه به جدول ۱ ضریب گونه مناسب انتخاب می‌شود. از جدول ۳ با توجه به خرد اقلیم ضریب مناسب که در بخش عامل خرد اقلیم توضیح داده شد انتخاب می‌شود، و از جدول ۲ ضریب تراکم که بستگی به میزان رشد و تراکم گیاه دارد و در بخش عامل تراکم توضیح داده‌شده است انتخاب می‌شود. حاصل‌ضرب این سه فاکتور در هر دهه ضریب گیاهی را در آن دهه مشخص می‌کند.

جدول ۱- مقادیر ضریب گونه K_s

نیاز آبی	حدود K_s
خیلی کم	۰/۱ ≤
کم	۰/۱ –۰/۳
متوسط	۰/۴ –۰/۶
زیاد	۰/۷ –۰/۹

جدول ۲- مقادیر ضریب تراکم K_d

میزان تراکم	حدود K_d
پایین	۰/۵ –۰/۹
متوسط	۱
زیاد	۱/۱ –۱/۳

جدول ۳- عامل خرد اقلیم (K_{mc})

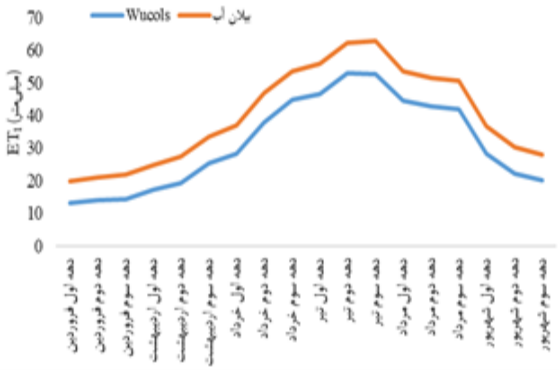
طبقه‌بندی	حدود K_{mc}
پایین	۰/۵ –۰/۹
متوسط	۱
زیاد	۱/۱ –۱/۴

جدول ٤- برآورد ضرایب گیاهی با روش Wucols

نوع	نام متداول	منطقه اقلیمی					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
SCG	زرشک زینتی	L	L	L	L	L	M
T	افرای سیاه	M	M	M	M	/	/
S	یاس زرد	L	L	M	M	M	M
S	شمشاد	M	M	M	M	M	M
P	میخک	M	M	M	M	M	M
P	همیشه‌بهار	M	M	M	M	M	M

برآورد تبخیر-تعرق ET_L با روش Wucols

طبق توضیحات ارائه‌شده با استفاده از مقادیر تبخیر-تعرق مرجع و ضرایب فضای سبز به‌دست‌آمده، مقادیر تبخیر-تعرق فضای سبز برآورد شدند. بیشترین میزان تبخیر-تعرق ۶۰ میلی‌متر در دهه سوم تیر و کمترین میزان آن ۱۳ میلی‌متر در دهه اول فروردین است. در شکل‌های ۲ و ۳ نمودار تبخیر-تعرق گیاهان فضای سبز با استفاده از روش Wucols و روش بیلان آب مشاهده می‌شود. به‌طورکلی ضریب گیاهی و تبخیر-تعرق برآورد شده در خرد اقلیم A که در معرض تابش نور خورشید و وزش باد قرار دارد و در طبقه دارای ضرایب خرد اقلیم بالا است مقادیر بیشتری دارند.

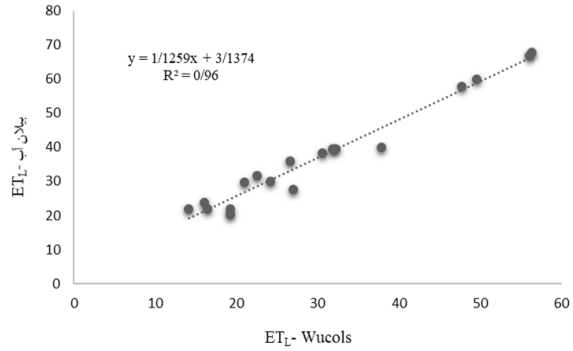


شکل ۲- منحنی تبخیر - تعرق گیاه همیشه‌بهار از روش‌های Wucols و بیلان آب در خرد اقلیم B

شکل ۳- منحنی تبخیر - تعرق گیاه همیشه‌بهار از روش‌های Wucols و بیلان آب در خرد اقلیم A

برآورد تبخیر-تعرق با استفاده از روش بیلان آب

نتایج حاصل از برآورد تبخیر-تعرق با استفاده از روش بیلان آب نشان داد که بیشترین مقدار تبخیر-تعرق برآورد شده با این روش در خرد اقلیم A و در دهه سوم تیرماه به میزان ۷۳ میلی‌متر بوده است؛ و کمترین مقدار تبخیر-تعرق مربوط به دهه اول فروردین‌ماه در خرد اقلیم B به میزان ۲۰ میلی‌متر است. کل تبخیر-تعرق شش‌ماهه موردبررسی به ترتیب در خرد اقلیم‌های A و B معادل ۸۳۵/۶ و ۷۱۷/۵ میلی‌متر به دست آمد. در شکل ۴ تبخیر-تعرق از دو روش بیلان آب و Wucols باهم مقایسه شده‌اند و ضریب تبیین R^2 ۰/۹۶ به دست آمد.



شکل ٤- بررسی تبخیر - تعرق گیاه همیشه‌بهار از روش‌های Wucols و بیلان آب (واحدها میلی‌متر هستند)

برآورد ضریب گیاهی با استفاده از روش بیلان آب

جهت برآورد ضریب گیاهی با استفاده از روش بیلان آب از رابطه $ET_c=K_c \times ET_0$ استفاده شد. در روش بیلان آب بیشترین مقدار ضریب گیاهی مربوط به دهه سوم تیرماه معادل ۰/۴۸ در خرداقلیم A و کمترین مقدار مربوط به دهه اول فروردین در خرداقلیم B و معادل ۰/۲۷ است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش روش Wucols یک روش مناسب جهت برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز است. (روش Wucols تبخیر-تعرق گیاهان در فضای سبز را برآورد می‌کند). این روش نیاز آبی را به نحوی تخمین می‌زند که گیاهان فضای سبز شادابی خود را حفظ کرده و دچار تنش آبی نشوند و در مصرف

آب صرفه‌جویی می‌شود. سجودی و همکاران (۱۳۹۸) نیاز آبی سه گیاه سرو، زرشک زینتی و مَرغ را با استفاده از دو روش بیلان آبی و Wucols برآورد کردند. نتایج نشان داد که روش بیلان آب مقدار تبخیر–تعرق را بیشتر برآورد می‌کند. در این تحقیق تبخیر–تعرق در روش بیلان آب ۶۸۲ میلی‌متر و در روش Wucols ۶۲۶ میلی‌متر در کل دوره آزمایش برآورد شد. در تحقیق دیگری توسط پرهامی‌پویا و حسنلی (۱۳۹۳) با روش‌های Wucols و PF نیاز آبی گیاهان فضای سبز در بخشی از باغ ارم شیراز برآورد گردید. نتایج تحقیق نشان داد مقدار سالانه تبخیر–تعرق با روش Wucols ۶۵۷ میلی‌متر و با روش Pf ۷۸۵ میلی‌متر برآورد شد. شکرالله زاده و همکاران (۱۳۹۵) به تعیین نیاز آبی گونه‌های گیاهی شامل سروناز و چنار با روش Wucols در شیراز پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین کمترین نیاز آبی سروناز ۱/۵۴ میلی‌متر در روز و درخت چنار با میانگین ۱/۵۸ میلی‌متر در روز در بهمن‌ماه و بیشترین نیاز آبی سروناز با میانگین ۵/۷۴ میلی‌متر در روز و چنار با میانگین ۵/۹۰ میلی‌متر در روز مربوط به مردادماه است. از نتایج این پژوهش و مقایسه آن با مقدار آبی که درگذشته آبیاری فضای سبز شهر شیراز انجام‌شده است، مشخص شد که مقدار آب مصرفی زیاد بوده و در آینده باید بر اساس محاسبات Wucols در ماه‌های مختلف سال مقدار معینی آب جهت گونه‌های تک‌کاشت و یا گونه‌هایی که گروهی کشت‌شده‌اند به‌صورت جداگانه استفاده شود. تحقیقات پرهامی‌پویا (۱۳۹۲) برای برآورد ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاهان فضای سبز با استفاده از روش‌های بیلان آبی، Wucols و Ipos به مدت یک سال در باغ ارم شیراز انجام شد نتایج نشان داد که روش بیلان آب مقدار سالانه تبخیر–تعرق و همچنین ضریب گیاهی بیشتری را برآورد کرده است.

نتایج تبخیر–تعرق برآورد شده برای گیاه همیشه‌بهار در این مطالعه به‌صورت میانگین مقدار ۷۷۶ میلی‌متر در روش بیلان آب و مقدار ۶۰۷ میلی‌متر در روش Wucols را در کل دوره آزمایش نشان می‌دهد. بیشترین مقدار تبخیر–تعرق به میزان ۷۳ و ۶۰ میلی‌متر به ترتیب از روش بیلان آب و روش Wucols است که متعلق به خرد اقلیم A است. روش Wucols تبخیر–تعرق را به میزان ۲۱ درصد کمتر از روش بیلان آب برآورد کرده است. ازآنجایی‌که در فضای سبز شهری تنها شادابی، سلامت و جنبه‌های تزئینی گیاهان مهم است با کاربرد روش Wucols برای تعیین نیاز آبی که با آن یک نوع کم‌آبیاری انجام می‌شود می‌توان در کاهش مصرف آب صرفه‌جویی به عمل آورد و درعین‌حال نگران آسیب جدی به گیاهان فضای سبز نبود.

جدول ۵- ضریب گیاهی گیاه همیشه‌بهار از روش Wucols در خرد اقلیم‌های A و B

زمان	ضریب گیاهی
دهه اول فروردین	A: ۰/۲۱ B: ۰/۱۸
دهه دوم فروردین	A: ۰/۲۳ B: ۰/۱۹
دهه سوم فروردین	A: ۰/۲۵ B: ۰/۲
دهه اول اردیبهشت	A: ۰/۲۷ B: ۰/۲۲
دهه دوم اردیبهشت	A: ۰/۲۸ B: ۰/۲۴
دهه سوم اردیبهشت	A: ۰/۳ B: ۰/۲۷
دهه اول خرداد	A: ۰/۳ B: ۰/۲۷
دهه دوم خرداد	A: ۰/۳۲ B: ۰/۲۹
دهه سوم خرداد	A: ۰/۳۴ B: ۰/۳
دهه اول تیر	A: ۰/۳۶ B: ۰/۳۲
دهه دوم تیر	A: ۰/۳۸ B: ۰/۳۴
دهه سوم تیر	A: ۰/۴ B: ۰/۳۵
دهه اول مرداد	A: ۰/۴ B: ۰/۳۵
دهه دوم مرداد	A: ۰/۳۷ B: ۰/۳۳
دهه سوم مرداد	A: ۰/۳۶ B: ۰/۳۱
دهه اول شهریور	A: ۰/۳۴ B: ۰/۲۸
دهه دوم شهریور	A: ۰/۳۲ B: ۰/۲۵
دهه سوم شهریور	A: ۰/۲۹ B: ۰/۲

جدول ٦- ضریب گیاهی گیاه همیشه‌بهار از روش بیلان آب در خرد اقلیم‌های A و B

ضریب گیاهی	زمان
A: ۰/۳۲	دهه اول فروردین
B: ۰/۲۷	
A: ۰/۳۳	دهه دوم فروردین
B:۰/۲۷	
A: ۰/۳۵	دهه سوم فروردین
B:۰/۲۹	
A: ۰/۳۸	دهه اول اردیبهشت
B:۰/۳۱	
A: ۰/۳۹	دهه دوم اردیبهشت
B:۰/۳۳	
A: ۰/۴	دهه سوم اردیبهشت
B:۰/۳۵	
A: ۰/۴	دهه اول خرداد
B:۰/۳۵	
A:۰/۴۱	دهه دوم خرداد
B:۰/۳۶	
A: ۰/۴۲	دهه سوم خرداد
B:۰/۳۶	
A: ۰/۴۴	دهه اول تیر
B:۰/۳۸	
A: ۰/۴۶	دهه دوم تیر
B:۰/۳۸	
A: ۰/۴۸	دهه سوم تیر
B:۰/۴۲	
A: ۰/۴۸	دهه اول مرداد
B:۰/۴۲	
A: ۰/۴۶	دهه دوم مرداد
B:۰/۳۹	
A: ۰/۴۳	دهه سوم مرداد
B:۰/۳۸	
A:۰/۴۲	دهه اول شهریور
B:۰/۳۵	
A: ۰/۴	دهه دوم شهریور
B:۰/۳۲	
A: ۰/۳۶	دهه سوم شهریور
B:۰/۲۹	

مراجع

امید بیگی، ر. ۱۳۹۳. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. فصل ۸. طبقه‌بندی گیاهان دارویی. طراحان نشر. ۳۴۸ صفحه.

پرهامی پویا، ف. ۱۳۹۲. برآورد نیاز آبی گیاهان غیر زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی- باغ ارم شیراز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

پرهامی‌پویا، ف.، حسنلی، ع. ۱۳۹۳. برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز پارک‌ها با استفاده از روش‌های نوین در راستای توسعه پایدار. کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیطزیست و گردشگری. ۱۱ صفحه. اسفند. تبریز.

حقیقی، ف.، ثقفیان، ب. ۱۳۹۰. ضرورت جایگزینی گیاه چمن در جهت کاهش نیاز آبی فضای سبز تهران. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. ۱۰ صفحه. اردیبهشت. تهران.

درخشنده، م. ۱۳۹۶. ارزیابی روش wucols در برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی. دانشگاه تهران.

زهتابیان، غ. ۱۳۷۵. بررسی چگونگی هدر رفتن آب و آبیاری در حاشیه بیابان ورامین. نشریه بیابان. ۱(۱): ۳۷-۱۹.

سبزی پرور، ع.، میرمسعودی، س. و ناظم السادات، م.ج. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات درازمدت تبخیر تعرق گیاه مرجع در چند نمونه اقلیمی گرم کشور. نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. ۷۵ (۴۳): ۱۷-۱.

سجودی، ز. ۱۳۹۸. تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی. دانشگاه تهران.

سجودی، ز.، میرزایی، ف. ۱۳۹۸. ارزیابی روش Wucols در برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۴ (۳۳): ۶۲۹-۶۴۳.

سعیدی‌نیا، م.، ترنیان، ف.، حسینیان، ح. و نصرالهی، ع. ۱۳۹۷. برآورد میزان تبخیر تعرق و ضریب گیاهی دو گونه بابونه و زیره سبز در خرم آباد. نشریه مدیریت آب و آبیاری. ۸ (۱): ۱۶۵-۱۷۵.

شکرالله زاده، م.، میری، ح. و عباسی زاده، م. ۱۳۹۵ a. تعیین نیاز آبی گونه نارون و خرزهره با استفاده از روش Wucols در فضای سبز شهر شیراز. همایش علمی پژوهشی کشاورزی، مهندسی ژنتیک و گیاه‌پزشکی ایران. ۱۵ صفحه. تهران.

شکرالله زاده، م.، میری، ح. و عباسی زاده، م. ۱۳۹۵ b. تعیین نیاز آب‌گونه‌ی سروناز و چنار در فضای سبز شهر شیراز با استفاده از روشWucols . اولین همایش ملی مدیریت آب با رویکرد مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی. ۱۹ صفحه. مرداد. همدان.

مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر پیش تیمار بذر توسط سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاهچه رازیانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۳ (۸): ۴۸۹–۵۰۰.

Costello, LR., Matheny, NP., Clark, J.R. and Jones, K.S. 2000. A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California. The landscape coefficient method and WUCOLS III; University of California Cooperative Extension, California Department of Water Resources.

Nouri, H., Beecham, S., Kazemi, F. and Hassanli, A.M. 2013 a. A review of ET measurement techniques for estimating the water requirements of urban landscape vegetation. Urban Water Journal. 10 (4): 247-259

Nouri, H., Beecham, S., Hassanli, A.M. and Ingleton, G. 2013 b. Spatial and temporal distribution of drainage and solute leaching in heterogeneous urban vegetation environments. Hydrology and Earth System Sciences Discussions. 1 (10): 6695-6721

Nordensram, B. 1989. Flora Iranica, Fasc. 111–162 (1975–1987). Nordic Journal of Botany. 8 (6): 625-626.

Petralli, M., Massetti, L., Brandani, G. and Orlandini, S. 2014. Urban planning indicators: useful tools to measure the effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures. International Journal of Climatology. 34 (4):.1236-1244

Shojaei, P., Gheysari, M., Nouri, H., Myers, B. and Esmaeili, H. 2018. Water requirements of urban landscape plants in an arid environment: The example of a botanic garden and a forest park. Ecological engineering. 1 (123): 43-53.

Symes, P., Connellan, G., Buss, P. and Dalton, M. 2008. Developing Water Management Strategy for Complex Landscapes. In Irrigation Australia 2008 Conference, Best Practice Open Space Irrigation Workshop.2 pages. May. Melbourne Exhibition Centre.

Tyagi, N.K., Sharma, D.K. and Luthra, S.K. 2000. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter. Agricultural water management. 45 (1): 41-54.

Wolf, D., Lundholm, J.T. 2008. Water uptake in green roof microcosms: Effects of plant species and water availability. Ecological Engineering. 33 (2): 179-186

Water Management in Agriculture
Vol. 7, No. 1, Spring and Summer 2020, 1-10

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۷، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹، ص. ۱۰-۱

Estimation of Water Requirement and Plant Coefficient of Calendula Officinalis in Landscape

Z. Sojoodi[1] and F. Mirzaei*[2]

Abstract

There is a strong need to develop Landscape in and around cities to prevent air pollution and create a suitable environment. This will create a new place of consumption for water. Therefore, it is necessary to estimate the evapotranspiration of urban Landscape plants to manage water use. In this study, vegetative coefficient and water requirement of Calendula officinalis plant were estimated using Wucols method and water balance method for the period of six months from 21 March 2019 to 22 September 2019 in the Botanical Garden of Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. In this period, the average coefficient of vegetation for the whole period was 0.38 and 0.3, respectively, by the water balance method and the Wucols method. Evapotranspiration was estimated as an average of 776 mm in the water balance method and 607 mm in the Wucols method throughout the experiment. In the urban Landscape the vitality, health and decorative aspects of plants are important .

By using the Wucols method to determine the water requirement, it is possible to prevent over-irrigation or under-irrigation by correctly estimating the water requirement of the plants and applying the appropriate depth of irrigation water. And provided sufficient plants growth.

Keywords: Landscape, Water balance, Wucols

[1] Master of Science in Water Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran
[2] Associate Professor, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran
(*. Corresponding Author Email: Fmirzaei@ut.ac.ir)
Received : 20 March 2020
Accepted: 26 May 2020