



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان پذیرش نهایی: ۹۹/۱۱/۲۵

شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

کاشت درختان فضای سبز شهری بر اساس نیاز آبی و شرایط محیطی مناطق تهران

سجاد رحیمی *

* دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی - واحد رودهن

* Email: srahimi353@gmail.com

چکیده:

درختان نقش مهمی در کیفیت محیط زیست شهری دارد. مهم ترین اثرات درختان در شهرها کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی و جذب گردوغبار است. حجم زیادی از منابع آبی شهری به دلیل کشت گونه های گیاهی متفاوت در کنار یکدیگر و مشخص نبودن نیاز آبی این گیاهان در فضای سبز تلف می شود. فضای سبز به دلیل ارزش های زیست محیطی از جمله تولید اکسیژن و تلطیف هوا، حفاظت از خاک در مقابل فرسایش و حفظ تنوع زیستی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش نیاز آبی ۶ گونه درختی متناسب با شرایط آب و هوایی تهران، با روش های بیلان آبی و WUCOLS (طبقه بندی گونه های گیاهی فضای سبز به آب) برآورد گردید. این پژوهش به مدت ۹ ماه، از اول اسفندماه سال ۱۳۹۷ تا آبان ماه سال ۱۳۹۹ به طول انجامید. برای محاسبه تبخیر و تعرق درختان مورد بررسی به روش بیلان آبی از شش عدد میکرو لایسیمتر زهکش دار در دو ریز اقلیم متفاوت (پارک جنگلی سرخه حصار و لویزان) استفاده گردید و محاسبات به صورت بازه های دو هفته ای انجام پذیرفت. در نتایج حاصل میانگین تبخیر- تعرق ۹۴۸ میلی متر در روش بیلان آب و مقدار ۷۵۲ میلی متر در روش WUCOLS مشاهده شد، همچنین بیشترین مقدار تبخیر- تعرق به میزان ۱۲۵۴ و ۹۶۷ میلی متر به ترتیب از روش بیلان آب و روش WUCOLS می باشد که متعلق به لایسیمتر (S2 درخت زبان گنجشک) است.

واژگان کلیدی: تعیین نیاز آبی درختان، بیلان آبی، تبخیر و تعرق، ریز اقلیم، شرایط جوی مناطق



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مقدمه:

برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب به‌ویژه در حوزه کشاورزی و آبیاری حائز اهمیت می‌باشد. هدف از عملیات آبیاری ایجاد شرایط مساعد رطوبتی برای گیاه موردنظر می‌باشد. آبیاری باید با تخمین درست از نیاز آبی گیاه اعمال شود (کمپل و تورنر، ۱۹۹۰). یکی از راهکارهای عملی برای بالا بردن راندمان مصرف آب، آگاهی از نیاز آبی گیاهان کشت‌شده است (نیاکی و همکاران، ۲۰۰۰). نیاز آبی گیاهان در مراحل مختلف رشد متفاوت می‌باشد و این نیاز تحت تأثیر مستقیم تبخیر و تعرق گیاه و تغییر در پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی قرار دارد. یکی از فاکتورهای مهم برای مدیریت منابع آب تعیین صحیح و دقیق تبخیر و تعرق گیاهان کشت‌شده می‌باشد. فضاهای سبز از ترکیبی از گونه‌های مختلف گیاهی که هرکدام نیاز آبی متفاوتی دارند تشکیل می‌شوند (Wolf et al, 2008).

فضاهای سبز شامل درختان و گیاهان متفاوتی هستند که به‌عنوان ریه‌های شهر به کار گرفته می‌شوند و فعل‌وانفعالات و فرآیندهای طبیعی را در شهر فراهم می‌کنند و به اصلاح اقلیم محلی کمک می‌کنند. فضاهای سبز شهری به علت ارزش‌های زیست‌محیطی از جمله تأمین اکسیژن، تثبیت خرد اقلیم و تلطیف هوا، جلوگیری از فرسایش خاک و حفظ تنوع زیستی از شاخصه‌های قابل توجه در محیط‌های شهری هستند (Barbosa et al, 2007).

فضاهای سبز، پارک‌ها و بوستان‌ها در تعدیل دمای محیط‌های شهری بسیار مؤثر هستند به‌طوری‌که بر طبق منحنی دمای جزیره‌ای، مناطقی از شهر که دارای پوشش گیاهی متراکم‌تر و فضای سبز مناسب می‌باشند از دمای پایین‌تری نسبت به مناطقی که دارای تراکم ساختمانی و سازه‌های شهری هستند برخوردار می‌باشد. احداث فضاهای سبز به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای مشکل کم‌آبی می‌باشند، تخصیص آب به این حوزه را با تنگناهای بسیاری مواجه کرده است و باید با نهایت صرفه‌جویی و به‌صورت بهینه به مصرف برسند (پرهامی پویا و همکاران، ۱۳۹۱).

مطالعات و پژوهش‌ها در زمینه تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی در مناطق مختلف دنیا توسط پژوهشگران بسیاری صورت گرفته است (Hassanli et al, 2009) این در حالی است که تحقیقات بسیار کمتری در زمینه نیاز آبی درختان و گیاهان فضای سبز شهری صورت گرفته است و اکثر پژوهش‌ها نیز معطوف به نیاز آبی و تبخیر و تعرق انواع چمن بوده و کمتر در مورد انواع درختان و گیاهان فضای سبز کار تحقیقاتی صورت گرفته است و برای این منظور از روش‌های نوینی همچون طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز و نصب لایسیمترها برای اندازه‌گیری نیاز آبی این گیاهان استفاده می‌کنند (کیخسروی، ۱۳۸۶). هدف از این تحقیق تخمین تبخیر و تعرق درختان فضای سبز با استفاده از معادله بیلان آبی و روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز و بررسی مصرف بهینه آب در فضاهای سبز با استفاده از نتایج این پژوهش می‌باشد، از آنجایی که امکان مطالعه کلیه گونه‌های درختی شهر تهران در این پژوهش میسر نمی‌باشد، ۶ گونه درختی رایج انتخاب شدند.

مروری برگزیده:

شجاعی و همکاران با استفاده از روش‌های WUCOLS (طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز) و Limp نیاز آبی را برای گیاهان فضای سبز برآورد کردند. آنان نتیجه گرفتند که روش WUCOLS نیاز آبی را به میزان پنج درصد کم‌تر تخمین زده است (shojaei et al, 2018).



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

عابدی کویابی و همکاران با استفاده از میکرو لایسیمترهای زهکش دار برای چندگونه گیاه گلخانه‌ای، موفق به اندازه‌گیری و مدل‌سازی نیاز آبی و ضرایب گیاهی با استفاده از نرم‌افزار SPSS شدند. نتایج پژوهش نشان داد که بهترین مدل پیشنهادی یک معادله رگرسیون غیرخطی مبتنی بر دمای متوسط روزانه، تشعشع خورشیدی و ارتفاع گیاه می‌باشد (عابدی و همکاران، ۱۳۹۵). سیمز و همکاران، با توجه به گسترش فضاهای سبز شهری که با گونه‌های مختلط کاشته می‌شوند، راه‌کارهای مدیریت آب را در باغ گیاه‌شناسی ملبورن مورد بررسی قرار دادند. 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 طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز توانستند برنامه‌ریزی مناسبی برای آبیاری فضای 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 (Symes et al, 2008).

نوری و همکاران روش‌های مختلف تخمین نیاز آبی گیاهان فضای سبز را از جمله روش‌های بیلان آبی، طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز، سنجش‌ازدور و بیلان انرژی نسبت بودن را مورد بررسی قرار دادند. آنان از این پژوهش نتیجه گرفتند که روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز یک روش کاربردی است و می‌تواند برای برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز استفاده شود (Nouri et al, 2012).

سجودی با استفاده از دو روش بیلان آبی و طبقه‌بندی مورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز تبخیر- تعرق چندگونه از گیاهان فضای سبز را برآورد کرد. نتایج پژوهش نشان داد که روش طبقه‌بندی آب مورد نیاز گونه‌های فضای سبز دارای دقت بیشتری است و در مصرف آب نیز صرفه‌جویی می‌کند (سجودی، ۱۳۹۸).

سعیدی نیا و همکاران تبخیر- تعرق و ضریب گیاهی دو گونه بابونه و زیره سبز را با استفاده از لایسیمتر برآورد کردند. تبخیر- تعرق با پونه ۶۱۰/۳ و گیاه زیره سبز ۴۱۶/۴ میلی‌متر به دست آمد (سعیدی نیا و همکاران، ۱۳۹۷).

روش پژوهش:

موقعیت جغرافیایی و مشخصات مناطق مورد پژوهش

موقعیت پژوهش در دو پارک جنگلی لویزان و سرخه‌حصار واقع در شمال شرق و شرق تهران انجام پذیرفت. پارک جنگلی لویزان با ۱۴۰۰ هکتار وسعت در بخش شمیرانات استان تهران و در شمال شرق پایتخت و در حدود ۱۳ کیلومتری مرکز شهر تهران واقع گردیده است. این پارک در ارتفاع بالاتری از سطح شهر قرار دارد و به طوری که ارتفاع از سطح دریا ۱۵۰۰ متر می‌باشد و انواع گونه‌های درختی در آن یافت می‌شود و با عرض جغرافیایی بین ۳۵۴۳۳۰ تا ۳۵۳۶۰۰ شمالی و طول جغرافیایی بین ۵۱۳۰۳۰ تا ۵۱۳۸۰۰ شمالی واقع شده است. پارک ملی سرخه‌حصار واقع در شرق تهران با مساحت حدود ۹۱۶۸ هکتار با عرض جغرافیایی ۳۹۵۷۱۰ تا ۳۹۴۰۰۱ و طول جغرافیایی ۵۷۲۲۳۰ تا ۵۶۰۲۷۰ دارای انواع گونه‌های درختی می‌باشد.

نحوه استفاده از میکرو لایسیمترها



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

در این پژوهش از ۱۲ عدد میکرو لایسیمتر زهکش دار که ۶ عدد آن در پارک لویزان و ۶ عدد دیگر در پارک سرخه حصار بر روی درختان مورد پژوهش استفاده شد. این لایسیمترها از جنس پلاستیک پروپیلن و به رنگ سفید به جهت عدم جذب نور محیطی و عدم اثرپذیری تبخیر و تعرق از گرمای بازتابش شده از محیط ساخته شده بودند و سطح مقطع آن‌ها به طول و عرض ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر انتخاب شدند. در وسط هر لایسیمتر یک زهکش جهت تخلیه زه آب تعبیه و متصل گردید. این زهکش‌ها از جنس پلاستیک و از نوع خرطومی برای انعطاف‌پذیری بیشتر برای تخلیه مناسب در ظروف ذخیره زه آب در نظر گرفته شدند. در انتها هر زهکش به یک طرف به حجم یک لیتر متصل گردید. بین ظروف انتهایی جهت بررسی میزان زه آب تخلیه شده از هر لایسیمتر متصل گردیدند. بر روی هر ظرف واشری لاستیکی جهت جلوگیری از ورود آب‌های محیطی ناشی از بارندگی و یا آبیاری موضعی محیط اطراف و همچنین جهت جلوگیری از تبخیر زه آب ذخیره شده نصب گردید. این ظروف را در عمق ۱۵ سانتی‌متر سطح خاک در ترانشه حفر شده دفن گردید و هر دو هفته یکبار جهت اندازه‌گیری میزان زه آب ذخیره شده از خاک بیرون آورده و پس از اندازه‌گیری مجدداً در محل تعبیه شده قرار داده شد. برای جمع‌آوری زه آب به صورت یکنواخت و هدایت آبی مناسب در کف میکرو لایسیمترها و همچنین برای ممانعت از ورود احتمالی ذرات ریز خاک به داخل ظروف ذخیره زه آب، از بافت ژئوتکتایل استفاده گردید تا به صورت فیلتری از ورود احتمالی ذرات ریز خاک از ناحیه ریشه به ظروف جمع‌آوری زه آب جلوگیری شود.

شرایط ریز اقلیم‌ها

یکی از عوامل مؤثر بر نیاز آبی گیاهان فضای سبز میکروکلیم یا همان ریز اقلیم است. این موضوع اساس انتخاب محل‌های قرارگیری لایسیمترها قرار گرفت که امکان انتخاب ضرایب ریز اقلیم متفاوت در دو محل مختلف استقرار لایسیمترها فراهم گردد و مقایسه‌ای از میزان نیاز آبی درختان در این دونقطه انجام شود. ریز اقلیم تا در هر فضای سبزی وجود دارند و در برآورد مصرف آب گیاه باید مورد توجه واقع بشوند چراکه ممکن است در هر پارک یا بوستان شهری قسمتی از گیاهان در سایه و قسمتی در آفتاب، قسمتی دارای رطوبت هوای زیاد و گیاهانی در قسمت‌های بادگیر باشند. این تنوع در ریز اقلیم روی نیاز آبی گیاهان تأثیرگذار است. در این پژوهش ریز اقلیم پارک سرخه حصار با حرف S و ریز اقلیم پارک لویزان با حرف L مشخص شده‌اند. در ریز اقلیم S که بیشتر درختان در اکثر ساعات روز در معرض تابش نور خورشید قرار دارند با لایسیمترهای زهکش دار شماره‌گذاری شده به صورت تصادفی بر روی گونه‌های درختان مورد مطالعه نصب شدند و همچنین این شرایط برای درختان مورد مطالعه پارک لویزان با ریز اقلیم L نیز انجام شد، اما اکثر نقاط پارک لویزان دارای سایه‌انداز انبوه درختان بوده و به دلیل ارتفاع و بلندی از سطح زمین، وزش باد در آن نقاط بیشتر است. بافت خاک هر دو ریز اقلیم به روش هیدرومتری و با استفاده از مثلث خاک از جنس Caly Loam تعیین شد.

گونه درختان مورد بررسی در این پژوهش:

۱- اقاچیا (S₁ و L₁) Robinia Pseudacacia

۲- زبان گنجشک (S₂ و L₂) Fraxinus rotundifolia

۳- کاج (S₃ و L₃) Pinus eldarica

۴- عرعر (S₄ و L₄) Ajlantus grandulosa



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۵- چنار (*Platanus Orientalis*) (S_5 و L_5)

۶- نارون (*Ulmus Carpinifolia*) (S_6 و L_6)

برآورد تبخیر- تعرق گیاهان فضای سبز با استفاده از روش (wucols)

اساس فرمول برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز همانند رابطه تبخیر- تعرق گیاهان باغی و زراعی است. با این تفاوت که پارامتر ضریب گیاهی متفاوتی دارند که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$ET_1 = K_1 \times ET_0$$

از این رابطه K_1 ضریب گیاهی درختان مورد پژوهش، ET_0 تبخیر- تعرق مرجع و ET_1 تبخیر - تعرق درختان مورد پژوهش می‌باشد، که جهت برآورد عامل K_1 از دستورالعمل روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز ویرایش سوم که توسط کمیته منابع آب دانشگاه کالیفرنیا در سال ۲۰۰۰ منتشر شده است، استفاده گردید (Costello et al, 2000).

اندازه‌گیری نیاز آبی درختان مورد مطالعه با روش بیلان آب

بدین منظور باید آب کافی برای رشد مناسب و حفظ شادابی و سلامت درختان مورد مطالعه در اختیار آن‌ها قرار گیرد. لذا در طول کل دوره آزمایش به تناسب زمان و فصل، هفته‌ای دو بار آبیاری با حجم بین ۸۰۰ تا ۲۵۰۰ میلی‌لیتر در هر دوره انجام پذیرفت، این میزان با توجه به رطوبت نقطه ظرفیت زراعی، پژمردگی، عمق ریشه و سطح مقطع لایسیمترها تعیین شدند. در طول دوره آزمایش هر دو هفته یکبار، قبل از انجام آبیاری، نمونه‌گیری از خاک لایسیمترها انجام شد و به منظور تعیین رطوبت خاک به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران انتقال داده شد. داده‌برداری از مقدار زه آب ذخیره‌شده در ظروف متصل به زهکش‌ها نیز به صورت هر دوره آبیاری یعنی دو هفته یکبار و قبل از آبیاری لایسیمترها صورت گرفت و مقدار آب ذخیره‌شده در آن‌ها با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری و ثبت شد. با استفاده از داده‌های برداشت‌شده، مقادیر آبیاری و میزان رطوبت خاک در بازه‌های دوهفته‌ای معادله بیلان آب تشکیل و مقدار آب مصرف‌شده توسط هر لایسیمتر محاسبه شد.

نتایج و بحث:

تبخیر و تعرق مرجع ET_0

تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی و با روش پنمن- فائو- مانتیث با استفاده از نرم‌افزار Cropwat محاسبه شد. پایین‌ترین میزان تبخیر و تعرق در اسفند و آبان ماه به مقدار ۵۳ میلی‌متر و بیشترین مقدار آن مربوط به تیر و مردادماه به مقدار ۱۷۸ میلی‌متر و در ۹ ماه مورد مطالعه معادل ۲۹۸۸/۳ میلی‌متر محاسبه گردید.

تعیین ضرایب گیاهی K_1 با استفاده از روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده درختان فضای سبز

ضریب گیاهی درختان فضای سبز از روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز با تعیین تراکم کاشت، نوع گونه و ریز اقلیم محاسبه گردید، در این روش بیشترین مقدار ضریب گیاهی معادل ۰/۵۵ جهت درخت زبان‌گنجشک در پارک سرخه‌حصار با علامت اختصاری S_2 تعیین شد زیرا تراکم کاشت به دلیل آفتاب‌گیری بیشتر و ریز اقلیم گرم‌تر مشاهده شد و کمترین



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مقدار مربوط به درخت عرعر در پارک لویزان با علامت اختصاری L4 با مقدار ۰/۱۳ مشاهده شد چراکه تراکم کاشت در درختان عرعر بسیار کم و ریز اقلیم آن نیز سایه گیر و خنک است. محدوده ضریب گیاهی در دو ریز اقلیم در جدول ۱- آورده شده است.

جدول ۱- تعیین k1 (ضریب گیاهی درختان فضای سبز) در دو ریز اقلیم مورد پژوهش

ریز اقلیم L (لویزان)		ریز اقلیم S (سرخه حصار)		درختان
L ₁	0/46	S ₁	0/49	افاقیا
L ₂	0/48	S ₂	0/55	زبان گنجشک
L ₃	0/21	S ₃	0/28	کاج
L ₄	0/13	S ₄	0/18	عرعر
L ₅	0/18	S ₅	0/20	چنار
L ₆	0/31	S ₆	0/38	نارون

میزان تبخیر و تعرق با استفاده از روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده گونه‌های فضای سبز

نتایج حاصل از برآورد تبخیر و تعرق، با روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده درختان فضای سبز نشان داد که بیشترین مقدار تبخیر و تعرق برآورده شده با این روش مربوط به ماه‌های تیر و مرداد در لایسیمتر S₂ معادل ۹۶/۳۲ میلی‌متر و کمترین مقدار مربوط به ماه‌های اسفند و آبان در لایسیمتر L₅ به میزان ۱۰/۷ میلی‌متر می‌باشد. با در نظر گرفتن همه لایسیمترها بیشترین مقدار تبخیر و تعرق متعلق به ماه‌های تیر و مرداد می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت تبخیر - تعرق درختان فضای سبز در ریز اقلیم S نسبت به ریز اقلیم L دارای مقادیر بیشتری هستند زیرا در پارک سرخه حصار درجه هوا بالاتر و آفتاب بیشتری وجود دارد و در پارک لویزان با ریز اقلیم L، به دلیل سایه‌اندازی بالا، میزان تبخیر - تعرق کمتر و نیاز آبی کمتری دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری:

روش wucols یک روش کاربردی برای برآورد آبی گیاهان متنوع فضای سبز می‌باشد و دارای دقت بالایی در جهت محاسبه نیاز آبی گیاهان است، بدین شکل که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج تحقیق هاشمی گرم‌دره در اصفهان که به بررسی نیاز آبی گونه‌های درخت زبان گنجشک، سرو نقره‌ای، چمن لولیوم و چمن اسپرت در مدت یک سال پرداخت همسو بود. همچنین درخشنده در پژوهشی دیگر نیاز آبی گونه‌های بنفشه و جعفری را با روش wucols در یک دوره شش‌ماهه فروردین تا شهریور در کرج برآورد کرد. میزان تبخیر و تعرق برای این گیاهان به ترتیب ۴۴۵ و ۴۳۷ میلی‌متر برآورد گردید که این نتایج با میانگین تبخیر- تعرق این پژوهش که ۹۴۸ میلی‌متر در روش wucols و مقدار ۷۵۲ میلی‌متر در روش wucols را در کل دوره آزمایش نشان داد همسو و هم‌راستا بود، همچنین بیشترین مقدار تبخیر- تعرق به میزان ۱۲۵۴ و ۹۶۷ میلی‌متر به ترتیب از روش بیان آب و روش wucols می‌باشد که متعلق به لایسیمتر (S₂ درخت زبان گنجشک) است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت روش wucols یک روش



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

مناسب جهت برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز می‌باشد. این روش نیاز آبی را به نحوی تخمین می‌زند که همواره گیاهان فضای سبز شادابی خود را حفظ کرده و دچار تنش آبی نشوند و در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود.

منابع:

- ۱- پرهامی پویا، ف، حسن لی، ع، م (۱۳۹۱)، روش‌های کاهش مصرف آب در فضای سبز حرکتی در راستای توسعه پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار، ۱۵ اسفند، تهران.
- ۲- سجودی، ز (۱۳۹۸)، تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
- ۳- سعیدی نیا، م، ترنیا، ف، حسینیان، ح، نصرالهی، ع (۱۳۹۷) برآورد میزان تبخیر و تعرق و ضریب گیاهی دو گونه بابونه و زیره سبز در خرم آباد. مدیریت آب و آبیاری. ۸(۱): ۱۶۵-۱۷۵.
- ۴- عابدی کوپایی، ج. اسلامیان، س. و زارعیان، م. (۱۳۹۵). اندازه‌گیری و مدلسازی نیاز آبی و ضریب گیاهی خیار، گوجه فرنگی و فلفل با استفاده از میکرو لایسیمتر در گلخانه، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۶۱-۵۱.
- ۵- کیخسروی، ح، ر (۱۳۸۶)، برآورد آب مورد نیاز گیاهان فضای سبز، سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، شماره ۲۴، صفحات ۱۰۳-۸۴.
- ۶- هاشمی گرم‌دره، ا. (۱۳۸۴). برآورد نیاز آبی برخی از گونه‌های غالب فضای سبز شهر اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 7- Barbosa, Olga, et al. "Who benefits from access to green Space? A case study from Sheffield, UK." *landscape and Urban Planning* 83.2-3(2007):187-195.
- 8- Campbell, G.S., Turner, N.C., (1990). "Plant -Soil- Water Relationship. In: Management of Farm Irrigation System". Ameri. Soc. Agric. Eng. 15-29.
- 9- Costello, L.R., Matheny, N.P. & Clark, J.R. (2000). A Guide to Estimating Irrigation Water Need of Landscape planting in California. University of California Cooperative Extension California. Department of Water Resources 150 pp.
- 10- Hassanli, A.M., Ahmadi, S.H. And Beecham, S., (2009). "Evaluation of the Influence of Irrigation Methods and Water Quality on Sugar Beet Yield and Water Use Efficiency". *Agricul Water Manage.* 97:357-362.
- 11- Nouri, H, Beecham, S., Kazemi, F. & Hassanli, A. M. (2012). A Review of ET Measurement Techniques for Estimation the water Requirement of Urban Landscape Vegetation. *Urban Water Journal*, 10, 1-13.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



- 12- Shojaei,P.,Gheysari,M.,Nouri,H.,Myers,B.&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*,123,43-53.
- 13- Symes,P.,Connellan,G.,Buss,P.& Dalton,M. (2008).Developing Water Management Strategy for Complex Landscapes. *Irrigation Australia 2008 National Conference paper*.
- 14- Tyagi,N.K.Sharma,D.K.,Luthra,S.K., (2000).”Determination of Evapotranspiration and Crop Coefficients of Rice and Sunflower with Lysimeter”.*Agric.Water.Manage*.45:41-54.
- 15- Wolf,D.,& lundholm,j.t. (2008). Water Uptake in green roof microcosms:*Ecol.Eng*,33,179-186.