

ارزیابی نیاز آبی پتانسیل گیاهان (مطالعه موردی: سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران)

مأده بیدآبادی، حسین بابازاده و مهدی سرائی تبریزی

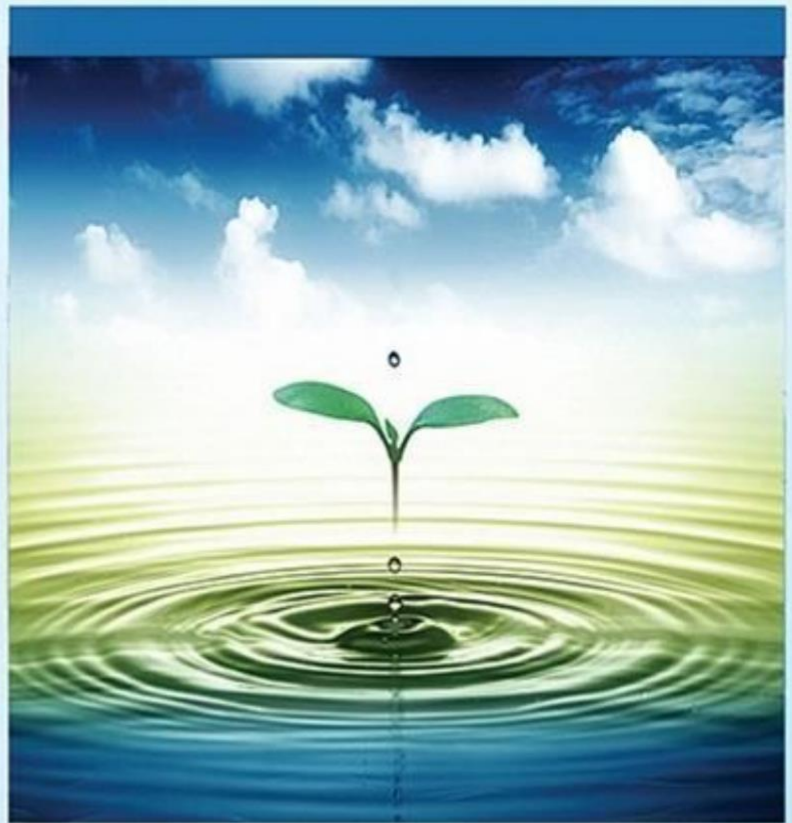
دوره ۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۳۶-۴۶

Vol. 5(1), Spring 2019, 36-46

DOI: 10.22034/jewe.2019.170535.1305

**Evaluating Potential Crop Water Requirement  
(Case Study: Islamic Azad University, Science and  
Research Branch of Tehran)**

Bidabadi M., Babazadeh H. and Sarai Tabrizi M.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: بیدآبادی م.، بابازاده ح. و سرائی تبریزی م. (۱۳۹۸). ارزیابی نیاز آبی پتانسیل گیاهان (مطالعه موردی: سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران). مجله محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۱، صفحات: ۳۶-۴۶.

**Citing this paper:** Bidabadi M., Babazadeh H. and Sarai Tabrizi M. (2019). Evaluating Potential Crop Water Requirement (Case Study: Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran). J. Environ. Water Eng., 5(1), 36-46. DOI: 10.22034/jewe.2019.170535.1305

## ارزیابی نیاز آبی پتانسیل گیاهان (مطالعه موردی: سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران)

مأده بیدآبادی<sup>۱</sup>، حسین بابازاده<sup>۲</sup> و مهدی سرائی تبریزی<sup>۳\*</sup>

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
 دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

استادیار، گروه علوم و مهندسی آب؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد علوم و تحقیقات تهران؛ دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی؛ تهران؛ ایران

\*نویسنده مسئول: [m.sarai@srbiau.ac.ir](mailto:m.sarai@srbiau.ac.ir)

### مقاله اصلی

تاریخ دریافت: [۱۳۹۷/۱۱/۱۳]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۱/۲۴]

تاریخ پذیرش: [۱۳۹۸/۰۱/۲۷]

### چکیده

فضای سبز شهری به دلیل تنوع گونه‌های مختلف گیاهی موجود، پراکندگی محل قرارگیری آن‌ها و همچنین تراکم‌های متفاوت این واحدها، همواره با چالش‌هایی برای برآورد نیاز آبی واقعی گیاهان روبه‌رو بوده است. در این پژوهش، نیاز آبی در سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران با وسعت ۱۰۹/۴ ha برآورد شد. نخست تعداد ۷۷ گونه گیاهی در سایت علوم و تحقیقات شناسایی شد که از میان آنها گیاه ترون دارای بیش‌ترین فراوانی بود. با توجه به غیرزرعی بودن گونه‌ها و تنوع آن‌ها در دسته گیاهان فضای سبز، از نشریه کالیفرنیا برای محاسبه ضریب گیاهی استفاده شد. سپس آمار هواشناسی مورد نیاز از ایستگاه هواشناسی تهران شمال از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۴ توسط سازمان هواشناسی کل کشور استعلام و به‌وسیله برنامه CROPWAT پردازش و در نهایت تبخیر و تعرق پتانسیل به روش پنمن مانیتث محاسبه و نیاز آبی گیاهان فضای سبز دانشگاه واحد علوم و تحقیقات به روش کالیفرنیا تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان داد که نیاز آبی بیشینه، در ماه جولای با حجم  $2460.33/7 \text{ m}^3$  بود. همچنین در ماه‌های ژانویه، فوریه، نوامبر و دسامبر با توجه به میانگین بلندمدت بارش، این مقدار تأمین‌کننده نیاز آبی فضای سبز موجود بوده و نیازی به عملیات آبیاری در این دوره نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل آبی؛ ریزمتره کردن؛ فضای سبز؛ CROPWAT.

## ۱- مقدمه

فضای سبز، بخشی از فضای باز شهری است که عرصه‌های طبیعی و اغلب مصنوعی آن، زیر پوشش درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها، گل‌ها، چمن‌ها و سایر گیاهانی است که بر اساس نظارت و مدیریت انسان، با در نظر گرفتن ضوابط، قوانین و تخصص‌های مرتبط آن، برای بهبود شرایط زیستی، زیستگاهی و رفاهی شهروندان و مراکز جمعیتی غیر-روستایی، حفظ، نگهداری یا احداث می‌شوند (Miller 1998). فضای سبز به همراه بخش‌های کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور می‌باشند. با توجه به آمار موجود حدود ۹۰ درصد حجم آب مصرفی در کشور در این دو بخش مصرف می‌شود (Alizadeh 2004). یکی از مهم‌ترین روش‌های مدیریت مصرف آب در فضای سبز برآورد دقیق مقدار نیاز آبی گیاهان است (Kouchakzadeh and Bahmani 2005). تبخیر و تعرق می‌تواند به طور مستقیم محاسبه شود، حال آن‌که به دلیل گرانی و زمان‌بر بودن، ترجیحاً تخمین زده می‌شود. در روش پیشنهادی فائو، تبخیر و تعرق گیاه ( $ET_c$ ) با ضرب ضریب گیاهی ( $K_c$ ) در  $ET_0$  به دست می‌آید (Kouchakzadeh and Bahmani 2005). برای استفاده از این معادله ایستگاه‌های هواشناسی باید مجهز به وسایل اندازه‌گیری دمای هوا، سرعت باد، رطوبت نسبی و تابش‌سنج یا آفتاب‌نگار باشند. تجهیز چنین ایستگاه‌هایی برای مزارع کشاورزی هزینه بالایی را در بردارد (Rahimi Khoob et al. 2006). تاکنون مطالعات زیادی در مورد تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی انجام گرفته است ولی مطالعات کمی در مورد تعیین نیاز آبی گیاهان در فضای سبز انجام شده و اطلاعات کافی در این زمینه وجود ندارد. لذا برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز راهی برای مصرف بهینه آب در فضای سبز می‌باشد.

مطالعات انجام شده در خصوص بررسی و برآورد نیاز آبی محصولات کشاورزی علیرغم گستردگی قابل توجه با توجه به اهمیت محصولات زراعی بیشتر محدود به اینگونه گیاهان بودن و مطالعات محدودتری بر روی گونه‌های فضای سبز صورت گرفته است. (Parhami Pouya et al. 2013). پژوهشی ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاهان فضای سبز که به-

صورت مخلوط در کنار یکدیگر در باغ ارم شیراز کشت شده‌اند را با روش‌های بیلان آبی ووکولس (WUCOLS) و IPOS به مدت یک سال، از مهرماه ۱۳۹۱ تا مهرماه ۱۳۹۲ برآورد نمودند. نتایج تحقیق نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین تبخیر و تعرق ماهانه و مقدار سالانه تبخیر و تعرق با روش بیلان آب به ترتیب  $mm$  ۱۹۷/۳، ۱۲/۱، ۱۰۵/۴، با روش ووکولس به-ترتیب  $mm$  ۱۴۰/۳، ۴/۶ و ۶۵۷/۶ و با روش IPOS به ترتیب  $mm$  ۴/۷۲، ۶/۳ و ۳۹۸/۷ برآورد گردید. ضریب گیاهی با روش بیلان آب در مردادماه بیش‌ترین مقدار ۰/۸۷، در آذرماه کم‌ترین مقدار ۰/۶۱، با روش ووکولس در ماه‌های تیر و مرداد بیش‌ترین مقدار ۰/۶۲، در ماه‌های آذر و دی کم‌ترین مقدار ۰/۲۳ و با روش IPOS ماه‌های خرداد و شهریور کم‌ترین مقدار ۰/۲۸، در ماه‌های فروردین و اردیبهشت بیش‌ترین مقدار ۰/۳۶ برآورد شد. با کاربرد روش ووکولس که یک نوع کم آبیاری در مقایسه با روش بیلان آبی است می‌توان در کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌ی پمپاژ و انتقال صرفه‌جویی قابل‌توجهی به‌عمل آورد و در عین حال نگران آسیب جدی به گیاهان فضای سبز نبود. (Hartin et al. 2018) بیان می‌دارد روش WUCOLS (آب مصرفی بر اساس طبقه‌بندی گونه‌های گیاهان فضای سبز) از اوایل دهه ۱۹۹۰ تا به اکنون به‌روز رسانی شده و توانسته بیش از ۳۵۰۰ گونه گیاهی را بر اساس داده‌های مشاهداتی به طبقات مختلف خیلی کم، کم، متوسط و زیاد در مصرف آب تقسیم-بندی کند.

(Delfan Azari et al. 2018) در پژوهش خود به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی نهال‌های کاج تهران در فضای سبز شهر پرداخته‌اند. بدین منظور نیاز آبی درخت کاج تهران در عرصه تحت مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی فائو و روش WUCOLS III محاسبه شده است. (Bortolini and Zanin 2018) در پژوهشی، با هدف ارزیابی وضعیت موجود در فضای سبز سقف دانشگاه پادووا نیاز آبی را با استفاده از روش WUCOLS به دست آوردند. سپس رشد گیاهان فضای سبز را در سه تیمار که تحت تأثیر ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد منطقه زهکشی بوده است طی ۴ سال مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که منطقه زهکشی به وسعت ۱۰ الی ۱۵ درصد،

برای مدیریت پایدار آب باران و تضمین زیباشناسی فضای سبز مناسب می‌باشد.

DiGiovanni-White et al. (2018) در پژوهشی اهمیت جدا کردن میکرواقلیم‌های موجود در شهر و محاسبه تبخیر و تعرق متناسب با هر میکرواقلیم را مطرح نمودند. داده‌های اقلیمی یک‌ساله در شهر نیویورک از شش ایستگاه هواشناسی گردآوری شد. چهار ایستگاه در فضاهای سبز متفاوت شهری و دو ایستگاه در فرودگاه واقع شده بودند. میزان تبخیر و تعرق مرجع از طریق فرمول پنمن مانیتث محاسبه شد که  $ET_0$  محاسبه شده بین شش ایستگاه تا ۴۰ درصد با یکدیگر متفاوت بودند. این پژوهش بر روی روش‌های محاسبه دقیق‌تر تبخیر و تعرق با در نظر گرفتن میکرواقلیم در مقیاس‌های کوچک ارزیابی می‌کند. همچنین Cetin et al. (2018) با نمونه‌گیری از برگ برخی گیاهان فضای سبز در میکرواقلیم‌های متفاوت تأثیر میکرواقلیم بر گیاهان را مطالعه کردند. با توجه به موضوع کمبود آب در کشور و وجود سطح وسیع تحت پوشش فضای سبز واحد علوم تحقیقات تهران اطلاع از نیاز آبی فضای سبز امری ضروری و لازم است. همچنین با یک طراحی مناسب آبیاری و زمان‌بندی و مدیریت مناسب می‌توان در هزینه‌های جاری جهت نگهداری این فضای سبز کاهش چشم‌گیری ملاحظه نمود. در نهایت با اعمال یک طرح آبرسانی دقیق نگهداری فضای سبز به نحو قابل‌ملاحظه ارتقا یافته و حتی می‌توان با این میزان آب در دسترس، فضای سبز را به شکل شایسته‌تری مدیریت کرده و گسترش داد. لذا انجام پژوهش حاضر به‌منظور دستیابی به برآورد دقیق‌تر نیاز آبی گیاهان فضای سبز واحد علوم تحقیقات تهران با ارزیابی روش‌های مختلف ضروری و با اهمیت می‌باشد. هدف این پژوهش، آماربرداری از گونه‌های مختلف تحت کشت فضای سبز محوطه دانشگاه و سپس برآورد کل نیاز آبی فضای سبز دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات بود.



شکل ۱- عکس هوایی از سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

Fig. 1 Aerial photos from Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

## ۲-۲- داده‌های مورد استفاده

قطعه‌بندی واحد با توجه به گستردگی سطح منطقه و تنوع گیاهی موجود با استفاده از نقشه GIS و Google Earth به‌روز شده انجام شد. در این قطعه‌بندی هدف، ایجاد قطعاتی با مساحت یکنواخت و داشتن تنوع گیاهی یکنواخت‌تر برای سهولت در امر آبیاری فضای سبز منطقه است. در قطعه‌بندی انجام شده، ۷۳ قطعه مشخص شد. با توجه به عملیات

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در سایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات در منطقه حصارک تهران انجام شد. محدوده مورد مطالعه بین  $52^{\circ}$  و  $90^{\circ}$  تا  $52^{\circ}$  و  $95^{\circ}$  طول شرقی و  $39^{\circ}$  و

آفتابی، سرعت باد و رطوبت نسبی می‌باشد، مقدار آن با استفاده از نرم‌افزار CROPWAT (نسخه ۸) محاسبه شده است. این نرم‌افزار در سال ۱۹۹۲ توسط سازمان خواروبار جهانی (FAO) ارائه شد. روش استاندارد این مدل برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع روش فائو-پنمن-مانتیث است.

با توجه به قرارگیری چهار ایستگاه در سطح شهر تهران شامل ایستگاه هواشناسی مهرآباد، چیتگر، تهران شمال و ژئوفیزیک تهران داده‌های کلیه این ایستگاه‌ها جمع‌آوری شد. ولی به-دلیل نزدیکی جغرافیایی و همچنین ارتفاعی ایستگاه تهران شمال به سایت واحد علوم و تحقیقات تهران این ایستگاه به-عنوان ایستگاه مرجع هواشناسی انتخاب و داده‌های آن مورد استفاده قرار گرفت. شایان ذکر است این ایستگاه از سال ۱۹۸۸ دارای داده آماری است که در این مطالعه بازه سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۴ شامل ۲۷ سال داده آماری مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های ورودی به مدل CROPWAT به شکل میانگین بلندمدت این ۲۷ سال بود و میزان تبخیر و تعرق مرجع به صورت mm/month محاسبه شد که مقادیر آن در جدول (۱) ارائه شده است.

قطعه‌بندی، آماربرداری گونه‌های موجود در سطح واحد و تعداد آن‌ها در دو اکیپ کارشناسی با استفاده از کارشناسان فضای سبز در تاریخ ۹۵/۰۸/۱۳ آغاز شد. داده‌برداری با توجه به گستردگی مساحت تا تاریخ ۹۵/۱۱/۱۵ به‌طول انجامید. شایان ذکر است هرگونه توسعه فضای سبز پس از این تاریخ در این مطالعه دیده نشده‌است. در این مطالعه نمونه شامل گونه‌های گیاهی به‌کاررفته در فضای سبز واحد علوم و تحقیقات شامل درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها و چمن تعیین شد که نیاز آبی و تبخیر و تعرق آنها برآورد شد. پس از اتمام فرآیند داده‌برداری با استفاده از نقشه به‌روز شده و داده‌های جمع‌آوری شده، بانک اطلاعاتی تحت نرم‌افزار GIS تهیه و تدوین شد.

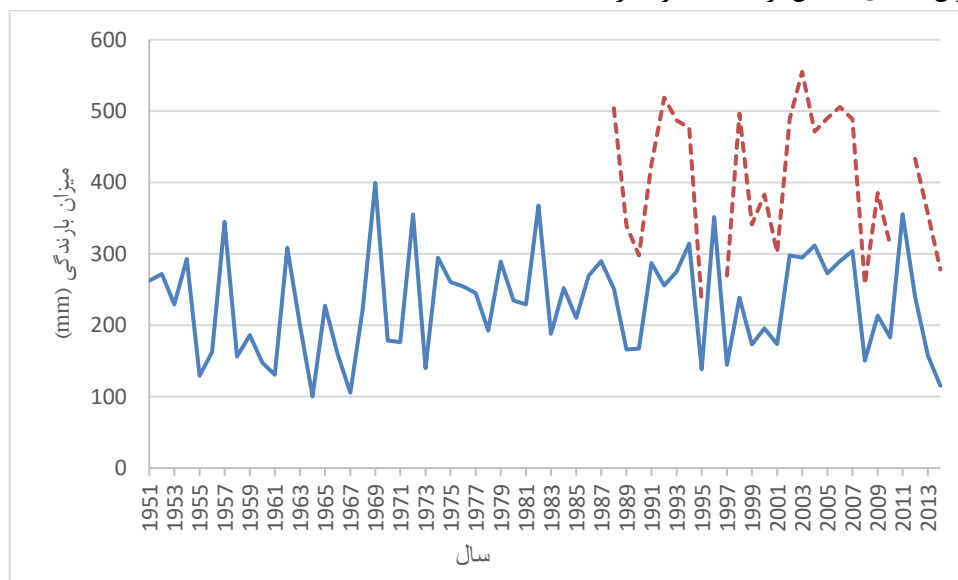
تبخیر و تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ ) یک نمایه وابسته به اقلیم است و می‌توان آن را بر مبنای داده‌های هواشناسی محاسبه کرد. تبخیر و تعرق مرجع بیان‌گر تقاضای تبخیر در اتمسفر در یک مکان و زمان مشخص از سال است و ویژگی‌های گیاه و عوامل مربوط به خاک را در نظر نمی‌گیرد. در این بخش پس از پردازش داده‌های اقلیمی، بر اساس پارامترهای مؤثر تبخیر و تعرق گیاه مرجع که شامل درجه حرارت، ساعات

جدول ۱- محاسبه میانگین ۲۷ ساله عناصر اقلیمی و تبخیر و تعرق مرجع در ایستگاه تهران شمال

Table 1 Calculating the 27-year average of climatic elements and reference evapotranspiration at the North Tehran Station

ماه	رطوبت نسبی (%)	دمای متوسط کمینه °C	دمای متوسط بیشینه °C	باد m/s	ساعات آفتابی Hr	$ET_0$ mm/month
ژانویه	62	-6.8	12.3	0.5	9.5	32.29
فوریه	57	-5.9	15.2	0.8	10.9	50.20
مارس	49	-2.5	21.0	1.0	12.9	98.66
آوریل	43	2.9	26.6	1.2	14.3	145
می	37	8.4	31.4	1.3	15.2	191.02
ژوئن	28	14.7	36.2	1.1	15.4	203.38
جولای	30	18.4	38.6	0.9	14.8	208.44
آگوست	30	18	37.4	0.9	13.8	189.26
سپتامبر	32	12.5	34	0.9	13.7	149.12
اکتبر	43	6.7	28.2	0.9	12.5	105.27
نوامبر	56	-0.6	20.5	0.6	11.1	52.57
دسامبر	64	-4.2	14.7	0.4	9.5	30.55
میانگین سالانه	44	5.1	26.3	0.9	12.8	1445.75 مجموع

بارندگی و جایگزینی مقادیر میانگین سال‌های پرباران از روند محاسبات بارندگی حذف شد. در جهت بررسی اولیه برای یافتن بارش‌های سیل‌آسا، به دلیل نقصانی که در اطلاعات ایستگاه تهران شمال بود، از داده‌های ایستگاه مهرآباد کمک گرفته شد. داده‌های ایستگاه مهرآباد بلندمدت و نسبت به ایستگاه تهران شمال تکمیل‌تر بوده است. در این راستا سال-هایی که بارش‌های غیرمترقبه شکل گرفته در ایستگاه تهران شمال حذف گردید تا روند سری زمانی بارش شکلی معقول‌تر بگیرد و ضریب تغییرات آن به‌طور معنی‌داری کاهش یابد. ایستگاه مهرآباد با بیش از ۶۰ سال داده آماری دارای بیش-ترین قدمت در بین ایستگاه‌های شناسایی شده است. میزان بارندگی ثبت شده سالانه در این ایستگاه در بازه سال‌های ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴ در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲- مجموع بارندگی سالانه در ایستگاه مهرآباد (خطی) و تهران شمال (خط چین)

Fig. 2 Total annual precipitation at Mehrabad station (line) and North Tehran Station (dashed line)

حذف شد.

اختلاف ارتفاع دو ایستگاه مهرآباد و تهران شمال منجر به تفاوت در مقدار باران ثبت شده گردیده که این نکته نشان از اهمیت ارتفاع در محاسبات هواشناسی دارد. برای محاسبه بارندگی مؤثر روش‌های مختلفی از جمله روش درصد ثابت، روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)<sup>۱</sup>، روش وزارت

<sup>1</sup>Soil conservation service

در این محاسبات برای افزایش دقت به‌جای استفاده از میانگین دما از پارامترهای کمینه و بیشینه دما و میانگین پارامتر بلندمدت آن استفاده شد. کمینه دما و بیشینه رطوبت در ماه ژانویه رخ داده است و همچنین بیشینه سرعت باد در ماه می ثبت شد. همچنین بیشینه ساعت آفتابی در طول روز در ماه ژوئن اتفاق افتاد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بیش‌ترین میزان تبخیر و تعرق در ماه جولای رخ می‌دهد و مقدار آن برابر  $208/44$  mm در ماه است. در نتیجه این ماه دارای بیشینه تبخیر و تعرق و به‌تبع آن بیشینه نیاز آبی خواهد بود.

با توجه به اهمیت میزان بارندگی در برآورد نیاز آبی گیاه میزان بارندگی نیز در این محاسبات وارد شد. در این مطالعه برای کاهش میزان خطای حاصل از استفاده از آمار بلندمدت

همان‌گونه که مشاهده می‌شود در برخی سال‌ها میزان بارندگی دارای جهش قابل‌توجهی است که از این سال‌ها به-عنوان سال‌های پرباران یاد می‌شود. بر طبق آمار این ایستگاه سال‌های ۱۹۵۷، ۱۹۶۹، ۱۹۷۲، ۱۹۸۲، ۱۹۹۶ و ۲۰۱۱ به-عنوان سال‌های پرباران شناخته می‌شوند که در روی شکل (۲) مشخص شده‌اند. با توجه به بازه داده‌های ایستگاه تهران شمال سال‌های ۱۹۹۶ و ۲۰۱۱ در این‌باره قرار دارند و به-همین جهت داده‌های بارش این دو سال از روند محاسبات

اصلاح شده است.

### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- گستردگی گونه‌ها

مساحت کل فضای سبز موجود در سایت واحد علوم و تحقیقات ۱۰۹/۴ ha برآورد شده است و مجموعاً ۷۷ گونه گیاهی در آن شناسایی شده است. بیش‌ترین فراوانی با گیاه ترون بوده است و سطح چمن محوطه  $۵۶۰۰\text{m}^2$  برآورد شده است. آمار گونه‌های گیاهی موجود در کل واحد علوم و تحقیقات مطابق با شکل (۳) می‌باشد. در قطعه‌بندی انجام شده، ۷۳ قطعه مشخص شد. این قطعات با مساحتی برابر ۱۰۹/۴ پوشش‌دهنده کل فضای سبز موجود در منطقه مطالعاتی هستند. بزرگ‌ترین قطعه این مجموعه قطعه شماره ۳۲ با مساحتی برابر ۲۸/۴۵ ha است که در پشت ساختمان هتل واقع شده است. همچنین کوچک‌ترین قطعه با مساحتی برابر  $۹۳/۲\text{m}^3$  متعلق به قطعه شماره ۳ که در مجاورت میدان ساعت قرار دارد، می‌باشد.

در مورد گونه‌های مختلف گیاهان کشت شده در فضای سبز واحد علوم و تحقیقات عدم تناسب گونه‌های گیاهی با اقلیم و شرایط منطقه، گونه‌های با نیاز آبی کم و آفات و بیماری‌های گونه‌های گیاهی موارد قابل‌ملاحظه می‌باشد. با توجه به اقلیم سرد و خشک منطقه گونه‌های گیاهی انتخاب شده باید با چنین شرایطی قابلیت سازگاری داشته باشند و همچنین در انتخاب گونه‌های گیاهی مختلف باید گونه‌های با نیاز آبی کم جهت کاشت در اولویت انتخاب قرار گیرند. با توجه به بازدیدها و مطالعات میدانی وسیع در پژوهش حاضر، یکی از مشکلات پیش آمده برای گونه‌های مختلف گیاهی، آفات و بیماری‌های آن‌ها می‌باشد که باید سم‌پاشی و نگهداری مستمر از این گونه‌ها در اولویت محافظت از فضای سبز واحد قرار گیرد.

#### ۳-۲- برآورد نیاز آبی

برای مطالعه تعیین نیاز آبیاری ضرایب مورد نیاز با توجه به شرایط قطعات مختلف و گیاه با بیش‌ترین فراوانی تعیین و اصلاح شده است. ریز محاسبات انجام شده برای ماه با نیاز بیشینه در جدول (۲) ارائه شده است. همچنین برای سهولت اجرای این برنامه دوره آبیاری ۷ روزه در نظر گرفته شده و

کشاورزی ایالت متحده (USDA)<sup>۲</sup> وجود دارد. با توجه به اینکه از بین این روش‌ها روش USDA بیش‌ترین میزان بارندگی مؤثر را برآورد می‌کند و همچنین دقت قابل‌قبول این روش، به دلیل موقعیت خاص ارتفاعی سایت واحد علوم و تحقیقات از این روش برای محاسبه بارش مؤثر استفاده شد. وزارت کشاورزی ایالت متحده (USDA) بیان می‌دارد مقداری از باران که در طی دوره رشد یک گیاه دریافت شده و برای مصارف آن در دسترس قرار گیرد، بارش مؤثر نامیده می‌شود. در این روش، میزان بارندگی مؤثر ماهانه، طبق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$\text{If } 250 \text{ mm} < P, P_{\text{eff}} = 125 + 0.1 \quad (1)$$

$$\text{If } 250 \text{ mm} > P, P_{\text{eff}} = (P/125) \times (125 - 0.2P)$$

که در آن  $P_{\text{eff}}$  بارش مؤثر و  $P$  بارش ماهانه برحسب میلی‌متر است.

#### ۳-۲- نیاز آبی

پس از محاسبه تبخیر و تعرق مرجع ( $ET_0$ ) برای محاسبه نیاز آبی گیاه از ضریب گیاهی ( $K_c$ ) استفاده می‌شود. به‌طور معمول نیاز آبی گیاه بر اساس رابطه (۲) محاسبه شد.

$$CWR = ET_0 \times K_c \quad (2)$$

که در آن  $CWR$  نیاز آبی گیاه (mm)،  $ET_0$  تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm) و  $K_c$  ضریب گیاهی می‌باشد. ضریب گیاهی به عواملی مانند نوع گیاه، خاک، مرحله‌ی رشد و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. در این پژوهش با توجه به اینکه نیاز آبی عرصه به روش دپارتمان کالیفرنیا برای فضای سبز برآورد شد از رابطه‌های (۳) و (۴) استفاده شد.

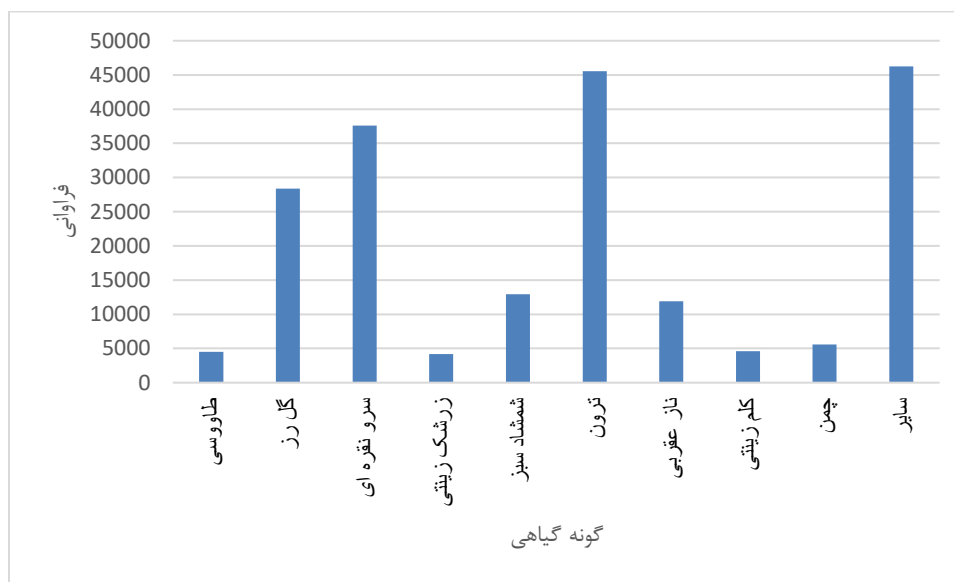
$$ET_L = ET_0 \times K_L \quad (3)$$

$$K_L = K_s \times K_d \times K_{mc} \quad (4)$$

که در آن  $ET_L$  آب مورد نیاز هر گونه،  $K_L$  ضریب عرصه،  $ET_0$  تبخیر و تعرق مرجع،  $K_s$  فاکتور گونه،  $K_d$  فاکتور تراکم و  $K_{mc}$  فاکتور ریزاقلیم می‌باشد. ضرایب مورد نیاز با توجه به شرایط قطعات مختلف و گیاه با بیش‌ترین فراوانی تعیین و

<sup>2</sup>United States Department of Agriculture

میزان آب مورد نیاز قطعات بر حسب  $m^3$  در هفته تعیین شد.



شکل ۳- فراوانی گونه‌های گیاهی موجود در سایت واحد علوم و تحقیقات

Fig. 3 The abundance of plant species on the site of Science and Research Branch

همچنین قطعات درختکاری شده در سایت علی‌رغم نیاز آبی کم و عدم نیاز به آبیاری در حدود ۴ ماه از سال در بقیه فصول نیازمند آبیاری بوده و این مهم به‌ویژه در فصول گرم سال قابل توجه است. در خصوص مساحت قطعات همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد این سطح بر مبنای اندازه‌گیری میدانی کارشناسان این طرح تا پایان بهمن‌ماه سال ۱۳۹۵ است و هرگونه توسعه سطح فضای سبز پس از این تاریخ در این طرح دیده نشده است. نیاز آبی ماهانه برای کل فضای سبز واحد علوم و تحقیقات مطابق با جدول (۳) می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نیاز آبی بیشینه با حجم  $m^3$  ۲۴۶۰۳۳/۷ در ماه جولای واقع می‌شود. همچنین در ماه‌های ژانویه، فوریه، نوامبر و دسامبر با توجه به میانگین بلندمدت بارش، این مقدار تأمین‌کننده نیاز آبی فضای سبز موجود بوده و نیازی به عملیات آبیاری در این دوره نیست. ضروری است این موضوع در برنامه‌ریزی آبیاری و برنامه بهره‌برداری از مخازن موجود و یا توسعه آن‌ها در نظر گرفته شود.

محاسبات نشان‌دهنده آن است که در ماه‌های نوامبر، دسامبر، ژانویه و فوریه (بازه‌ی زمانی آذرماه تا اواخر اسفند ماه) بارندگی واقع شده تأمین‌کننده نیاز آبی فضای سبز بوده و نیازی به انجام عملیات آبیاری نیست. همچنین در ماه مارس تنها ۲۱ قطعه از مجموع ۷۳ قطعه نیازمند عملیات آبیاری است که این قطعات نیز عموماً دارای تراکم بالای گیاهی و دربردارنده گیاهان پرمصرف و حساس از جمله چمن هستند و لزوم آبیاری در این قطعات برای حفظ شادابی و طراوت گیاهان است. همچنین در ماه اکتبر در حدود ۸ قطعه دارای نیاز آبی صفر و در مجموع ۱۸ قطعه دارای نیاز آبی کم‌تر از  $m^3$  ۱۰ در ماه هستند. غالب این قطعات دارای درختکاری عمده بوده و تراکم کم‌تری نسبت به سایر قطعات دارند. در بقیه ماه‌های سال با توجه به کاهش بارندگی و پاسخگو نبودن مقدار نزولات جوی برای تأمین نیاز آبی ضرورت انجام عملیات آبیاری وجود دارد. توجه به این نکته ضروری است که مقادیر درج شده در جدول برای تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی فضای سبز انجام شده است و هیچ‌گونه محدودیت منابع آب در آن اعمال نشده است.



جدول ۲- میزان نیاز آبی قطعات در ماه بیشینه

Table 2 The amount of crop water requirements of blocks in maximum month

نیاز هفتگی (m <sup>3</sup> )	مساحت قطعه (m <sup>2</sup> )	نیاز ناخالص (mm)	بارندگی (mm)	ET <sub>L</sub> (mm/month)	ET <sub>0</sub> (mm/month)	K <sub>L</sub>	K <sub>d</sub>	K <sub>mc</sub>	K <sub>s</sub>	نام قطعه	
127.6	25568.54	34.92	5.10	40.02	208.44	0.19	0.8	1.2	0.2	L	ورودی هتل
304.6	13329.53	159.98	5.10	165.08	208.44	0.79	1.1	1.2	0.6	M	هتل
281.3	49322.46	39.92	5.10	45.02	208.44	0.22	0.6	1.2	0.3	L	میدان فرهنگ ، ایستگاه تحقیقات کشاورزی
1928.0	284564.18	47.43	5.10	52.53	208.44	0.25	0.7	1.2	0.3	L	مخزن آب ۳
133.2	75137.85	12.41	5.10	17.51	208.44	0.08	0.7	1.2	0.1	L	مخزن آب ۲
20.1	14234.32	9.91	5.10	15.01	208.44	0.07	0.6	1.2	0.1	L	پیچ قبل از مخزن ۲ ، روبروی فلش قرمز کنار تیر برق
734.4	33575.80	153.11	5.10	158.21	208.44	0.76	1.1	1.15	0.6	M	مجموعه فتح
257.6	80439.82	22.41	5.10	27.51	208.44	0.13	0.6	1.1	0.2	L	فضای سبز بعد از ورزشگاه فتح
175.9	10177.99	121.01	5.10	126.11	208.44	0.61	1.1	1.1	0.5	M	کتابخانه
341.9	24399.72	98.08	5.10	103.18	208.44	0.50	0.9	1.1	0.5	M	کل محوطه مدیریت
145.7	13572.02	75.15	5.10	80.25	208.44	0.39	0.7	1.1	0.5	M	بعد از کتابخانه تا تقاطع
402.3	19256.00	146.23	5.10	151.33	208.44	0.73	1.1	1.1	0.6	M	بیمارستان
233.2	31133.59	52.43	5.10	57.53	208.44	0.28	0.6	1.15	0.4	M	از میدان پژوهش به سمت ابن سینا
720.4	213085.07	23.66	5.10	28.76	208.44	0.14	0.6	1.15	0.2	L	مرکز بیسم دکل مخبراتی
137.6	32197.69	29.92	5.10	35.02	208.44	0.17	0.7	1.2	0.2	L	ورودی آزمایشگاه تا فلش پیچ
85.4	60355.31	9.91	5.10	15.01	208.44	0.07	0.6	1.2	0.1	L	ایستگاه شتاب نگاری تا بالای هتل
144.96	20828.21	180.18	11.43	204.04	208.44	0.45	0.8	1.1	0.5		سایر قطعات

جدول ۳- نیاز آبی ماهانه برای کل فضای سبز دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

Table 3 The monthly water requirement for total landscape of Science and Research Branch, Islamic Azad University

نیاز آبی ماهانه (m <sup>3</sup> )	ماه	نیاز آبی ماهانه (m <sup>3</sup> )	ماه
52557.4	جولای	0.0	ژانویه
50052.6	آگوست	0.0	فوریه
37653.2	سپتامبر	1519.3	مارس
12961.7	اکتبر	8048.8	آوریل
0.0	نوامبر	31328.6	می
0.0	دسامبر	51912.0	ژوئن
246033.7			مجموع

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج بارز برگرفته از این تحقیق را می توان به صورت زیر بیان نمود:

۱- نیاز آبی بیشینه، با حجم ۳۳/۷ m<sup>3</sup> ۲۴۶۰ در ماه

جولای (اواسط تیرماه تا اوایل مردادماه) واقع می شود. در ماه های ژانویه، فوریه، نوامبر و دسامبر (بازه ی زمانی آذرماه تا اواخر اسفندماه) با توجه به میانگین بلندمدت بارش، این مقدار تأمین کننده نیاز آبی فضای سبز موجود بوده و نیازی به عملیات

کاشت گونه‌های مختلف گیاهی در این مناطق تمهیدات لازم اندیشیده شود و از گونه‌های پاکوتاه و مقاوم به تنش آبی و سرمای زیاد در این منطقه استفاده شود.

۴- یکی دیگر از محدودیت‌های مرتبط با منابع خاک واحد، عدم حاصلخیزی و وجود مواد مغذی در خاک می‌باشد که باعث عدم ثمردهی گونه‌های درختی مثمر مانند درختان گردو و عدم رشد مناسب سایر گونه‌های گیاهی شده است. مدیریت حاصلخیزی خاک فضای سبز با انجام آزمایش‌های خاک‌شناسی و تأمین نیازهای عناصر معدنی و شیمیایی مورد نیاز گیاهان فضای سبز راهکاری مؤثر در این زمینه خواهد بود.

آبیاری در این دوره نیست. ضروری است این موضوع در برنامه‌ریزی آبیاری و برنامه بهره‌برداری از مخازن موجود و یا توسعه آن‌ها در نظر گرفته شود.

۲- قطعات درختکاری شده در سایت علی‌رغم نیاز آبی کم و عدم نیاز به آبیاری در حدود ۴ ماه از سال در بقیه فصول نیازمند آبیاری بوده و این مهم به‌ویژه در فصول گرم سال قابل توجه است.

۳- با توجه به کوهستانی بودن منطقه بافت خاک غالباً سنگریزه‌ای بوده و مناسب کشت گیاهان فضای سبز نمی‌باشد. در قسمت‌های بالای واحد، خاک دارای عمق مناسبی جهت کشت گونه‌های جنگلی نمی‌باشد و با توجه به بادخیز بودن منطقه، ریشه‌های بسیاری از گونه‌های درختی استحکام زیادی ندارد. در این راستا توصیه می‌شود برای

## Referances

- Alizadeh A. (2004). Soil-water-plant relationship. Fourth edition. Astan Ghods Razavi Imam Reza, Mashhad, Iran. 47 pp. [In Persian].
- Bortolini L. and Zanin G. (2018). Hydrological behaviour of rain gardens and plant suitability: A study in the Veneto plain (north-eastern Italy) conditions. Urban Forest. Urban Green., 34, 121-133.
- Cetin M. Sevik H. Yigit N. (2018). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. Environ Monit Assess., 190, 404.
- Delfan Azari N., Rostami Shahraji T., Gholami V. and Hashemi Garmdareh S.E. (2018). An assessment of water requirement and investigation of different irrigation levels on growth parameters of eldar pine (*Pinus eldarica* Medw) seedlings (case study: Tehran). Iran. J. Forest. 10(2), 237-250 [In Persian].
- DiGiovanni-White K., Montalto F. and Gaffin, S. (2018). A comparative analysis of micrometeorological determinants of evapotranspiration rates within a heterogeneous urban environment. J Hydrol., 562, 223-243.
- Hartin J. S. Fujino D. W. Oki L. R. Ingels CH. A. and Haver D. (2018). Water requirements of landscape plants studies conducted by the University of California researchers. Horttechnol., 28(40), 422-426.
- Kouchakzadeh M. and Bahmani A. (2005). Assessment of artificial neural networks revenue in reducing required parameters for estimation of reference evapotranspiration. J Agri. Sci., 11(4), 87-97 [In Persian].
- Miller W., Collins M. G., Steiner F. R. and Cook E. (1998). An approach for greenway suitability analysis. Landsc. Urban Plan., 42(2-4), 91-105.
- Parhami Pouya f., Hasan ly A. M., Falah Shamsi R. and Honar T. (2013). Estimation of the water requirements of non-profit plants under mixed conditions in arid and semi-arid areas-case study Eram garden of Shiraz). Master's thesis interdisciplinary,

- Shiraz University College of Agriculture, Shiraz, Iran. 115 pp. [In Persian].
- Rahimi Khoob A., Seyyed Behbahani M.R. and Nazarifar M. H. (2006). Evaluation of using minimum meteorological data for Penman Montieth equation-Case study Khuzestan provine. J Agri. Sci., 12(3), 591-600 [In Persian].
- Zehtabian G.R. and Farshi A.A. (1999). An estimate of water requirements of green areas plants in arid zones-Case study Kashan. Iran. J. Natur. Resour., 52(2), 63-75 [In Persian].

## Evaluating Potential Crop Water Requirement (Case Study: Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran)

Maedeh Bidabadi<sup>1</sup>, Hossein Babazadeh<sup>2</sup> and Mahdi Sarai Tabrizi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>PhD Scholar, Department of Water Engineering and Sciences, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Assoc. Professor, Department of Water Engineering and Sciences, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Assist. Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: [m.sarai@srbiau.ac.ir](mailto:m.sarai@srbiau.ac.ir)

### Original Paper

Received: February 02, 2019

Revised: April 13, 2019

Accepted: April 16, 2019

### Abstract

Urban green space has always faced challenges in estimating the actual water requirement of plants due to the diversity of different plant species, their dispersal, and the different densities. In this research, water need for the Islamic Azad University, Science and Research Branch with an area of 10.59 hectares has been estimated. First, it has been necessary to identify and categorize existing species and finally 77 plant species were identified on the site of Science and Research Branch which the most frequent crop is Wild Privet. In addition, due to the diversity in trees and green spaces, the California Journal's method was used to calculate the crop coefficient. The required meteorological data were obtained from North Tehran Meteorological Station in years of 1988 to 2014 which was provided by the Iran Meteorological Organization and processed by the CROPWAT program. In the next step, the potential evapotranspiration was calculated using the Penman-Monteith method. Finally, the water requirement for the landscape was determined by the California University method. The results of this study indicate that the maximum water requirement is 246033.7 m<sup>3</sup> in July. Also, in January, February, November, and December, due to the long-term average rainfall, this amount provides the water requirement of the site and there is no need for irrigation during this period.

**Keywords:** CROPWAT; Down Scaling; Landscape Plantings; Water Potential.