نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۳، بهمن - اسفند ۱۳۹۸، ص. ۱۸۷۸-۱۸۶۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 13, Feb.-Mar. 2020, p. 1869-1878

برآورد نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد به عنوان فضای سبز شهری

جواد علایی [۱*]، مهدی کوچک‌زاده [۲]، فرود شریفی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۳

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی و تعیین نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد در منطقه وردیج استان تهران به مرحله اجرا درآمد. بدین منظور برای محاسبه تبخیر – تعرق مرجع از معادله تلفیقی فائو پنمن – مانتیث و برای محاسبه ضریب گیاهی از روش WUCOLS III استفاده شد. همچنین برای محاسبه تبخیر – تعرق مرجع و مقدار بارندگی مؤثر از داده‌های اقلیمی ایستگاه چیتگر (از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۷) استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد در منطقه مورد مطالعه بارندگی مؤثر سهم کافی در تأمین آب مورد نیاز گیاه نداشته و در طول ایام رشد نیاز به آبیاری تکمیلی وجود دارد. همچنین مشاهده شد که بیش‌ترین مقدار تبخیر – تعرق سنجد در تیر ماه ، معادل ۴۱/۵۷ و کم‌ترین مقدار تبخیر – تعرق سنجد در دی ماه ، معادل ۶/۶۵ میلی‌متر بود. مقدار کل تبخیر – تعرق سنجد معادل ۲۶۶/۳۱ میلی‌متر برآورد گردید. مقدار آبیاری از یکم خرداد با مقدار ۱۲/۲۸ میلی‌متر آغاز و با مقدار ۱۰/۲۳ میلی‌متر در ۱۵ مهر پایان می‌پذیرد. بیشترین مقدار نیاز خالص آبیاری از ۱۶ تا ۳۱ تیر، معادل ۲۰/۲۳ و کمترین مقدار نیاز خالص آبیاری از ۱۵ تا ۳۰ مهر، معادل ۱۰/۲۳ میلی‌متر بود.

واژه‌های کلیدی: بارندگی مؤثر، تبخیر – تعرق مرجع، تهران، ضریب منظر، فائو پنمن – مانتیث

مقدمه

محدود بودن منابع آب در کشور از یک‌طرف و نیاز به مصرف رو به افزایش آن در اثر افزایش جمعیت و همچنین گرم شدن کره زمین از طرف دیگر ایجاب می‌کند که استفاده از این منبع حیاتی در کلیه زمینه‌های مصرف به صورت بهینه انجام گیرد. اخیرا به منظور جلوگیری از آلودگی هوا و ایجاد محیط زیست مناسب، نیاز شدیدی به توسعه فضای سبز در داخل و حومه شهرها احساس گردیده که این امر مصرف جدیدی برای آب به وجود آورده است. تخصیص جدید آب برای ایجاد فضای سبز مخصوصا در مناطق خشک با مشکلاتی روبه‌رو می‌باشد. چون در این مناطق، منابع آب شدیدا محدود بوده و تخصیص آب به فضای سبز در رقابت شدیدی با سایر موارد مصرف چون کشاورزی، صنعت و حتی آب شرب می‌باشد. برای مصرف بهینه آب در آبیاری، اولین و اساسی‌ترین گام، تعیین نیاز آبی گیاهان مورد کشت می‌باشد. عدم اطلاع از نیاز آبی گیاهان مورد کشت باعث آبیاری بیشتر یا کمتر از حد مورد نیاز می‌گردد. بررسی منابع داخلی و خارجی نشان می‌دهد که تاکنون در مورد تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی مطالعات زیادی انجام گرفته و نتایج کار ارائه شده است. ولی مطالعات در مورد گیاهان قابل کشت در ایجاد فضای سبز و تعیین نیاز آبی آن‌ها اندک بوده و اطلاعات کافی در اختیار نمی‌باشد. در این بررسی سعی شده تا روش تعیین نیاز آبی گیاهان کاشته شده در فضای سبز تهیه و به صورت کاربردی ارائه گردد.

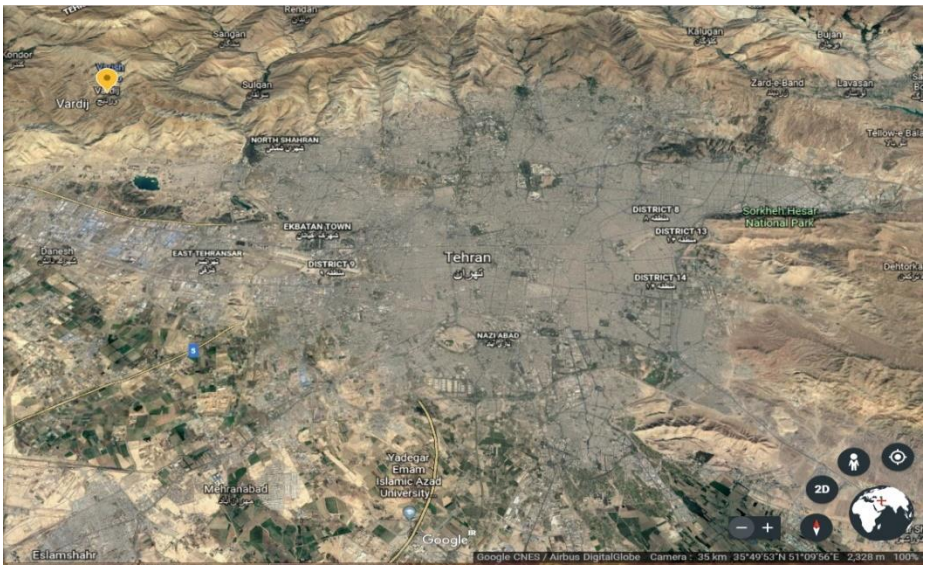
بررسی منابع در مورد تعیین نیاز آبی گیاهان پوشش چمنی نشان می‌دهد تحقیقات نسبتا دامنه‌داری در مورد اندازه‌گیری نیاز آبی چمن استاندارد انجام شده است. در منابع خارج از کشور نیز در مناطق خشک آمریکا تحقیقات قابل ملاحظه‌ای در این خصوص انجام گرفته است. نمونه‌ای از این تحقیقات به‌منظور تعیین بهترین فرمول تجربی برای تعیین نیاز آبی چمن فضای سبز با استفاده از لایسیمتر وزنی حساس طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۵ میلادی توسط مکام انجام گرفته است. مکام به این نتیجه رسید که روش فائو پنمن – مانتیث نسبت به سایر روش‌ها ارقامی نزدیک‌تر به میزانی که توسط لایسیمتر وزنی حساس اندازه‌گیری شده است، محاسبه نموده است. این روش در پژوهش حاضر نیز مورد استفاده قرار گرفته است (Mecham., 1996). زهتابیان و همکاران (۱۳۷۸) با استفاده از عوامل جوی طولانی مدت (۲۷ ساله)، فرمول تجربی پنمن مانتیث و خصوصیات گیاه، نیاز آبی برای شش نوع پوشش گیاهی فضای سبز کاشان شامل درختانی مثل زبان‌گنجشک و نارون (نسبتاً مقاوم به خشکی و

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس
۳- استاد مهندسی منابع آب (هیدرلوژی)، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
(* - نویسنده مسئول: (Email: j.alaei@modares.ac.ir

خزان‌شونده)، سرو شیراز، کاج تهران، سرو نقره‌ای و خمره‌ای (همیشه سبز)، عرعر و بنه (شدیداً مقاوم به خشکی و خزان‌شونده) را با محاسبه و کم نمودن میزان بارندگی مؤثر از نیاز آبی، نیاز آب آبیاری خالص برای این شش نوع پوشش گیاهی را با فواصل زمانی ده روزه مشخص و منحنی تغییرات آن را در طول فصل آبیاری تعیین کردند. نویسندگان مقاله روش مورد استفاده در این بررسی را به‌عنوان الگویی در تعیین نیاز آب آبیاری فضای سبز سایر مناطق خشک و بیابانی کشور پیشنهاد کردند. شکرالله زاده و همکاران (۱۳۹۵) نیاز آبی گونه‌های گیاهی خرزهره و نارون را با استفاده از روش وکولس تری و همچنین محاسبه تبخیر – تعرق مرجع با استفاده از روش تلفیقی فائو – پنمن مانتیث موردبررسی قرار دادند و بیان شد که بیشترین مقدار نیاز آبی خرزهره (۶/۳۱ میلی‌متر در روز) و نارون (۶/۵۶ میلی‌متر در روز) در ماه مرداد بوده است. سالوادور و همکاران عملکرد آبیاری را در فضاهای سبز خانگی که متشکل از ترکیب گیاهی چمن، درختان و درختچه‌های زینتی بودند را در شهر زاراگوزا (اسپانیا) مورد بررسی قرار دادند، آنان نیاز آبی ترکیب گیاهی را با استفاده از روش ووکولس تخمین زد و به این نتیجه دست یافتند که از طریق آبیاری بارانی برای مناظر پوشیده از چمن و آبیاری قطره‌ای برای درختان و درختچه‌ها میتوان از اتلاف آب جلوگیری و به حفظ و ذخیرهٔ آب کمک کرد (Salvador *et al*., 2011). دلفان آذری و همکاران (۱۳۹۷) پژوهشی را به‌منظور بررسی نیازآبی سه گونه گیاهی زبان‌گنجشک، کاج تهران و توت‌نرک در فضای سبز شهر تهران طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در منطقه افسریه تهران انجام دادند. در این پژوهش، نیاز آبی هر سه گونه با استفاده از روش پیشنهادی فائو در سیستم آبیاری قطره‌ای و روش WUCOLS III در طی هفت ماه (فروردین تا مهرماه) در عرصه مورد مطالعه تعیین شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقادیر آب مورد نیاز زبان گنجشک در هر دو سال مربوطه به ماه خرداد و کم‌ترین مقادیر در هر دو سال بسته به میزان بارش مؤثر مربوط به فروردین ماه بوده است. میزان بارش در فروردین سال ۱۳۹۵ و همچنین در ماه‌های فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۶ در عرصه مورد مطالعه، بیش از آب برآورد شده مورد نیاز کاج تهران بود. بیشترین مقادیر آب مورد نیاز کاج تهران در هر دو سال مربوطه به ماه خرداد و کمترین مربوط به مهرماه بود. همچنین کمترین میزان نیاز آبی برآورد شده برای توت نرک در هر دو سال مربوط به فروردین و بیشترین مقادیر مربوط به خرداد ماه بود. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین نیاز آبی به‌ترتیب مربوط به گونه‌های توت نرک و کاج تهران بود. به‌طور کلی هدف از این تحقیق بررسی تعیین نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد در منطقه وردیج تهران به منظور استفاده بهینه از منابع آب محدود و با ارزش این شهر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه وردیج در دامنه جنوبی البرز در شمال غرب تهران با مختصات طول و عرض جغرافیایی به‌ترتیب ۳۵/۸۱۱۲ و ۵۱/۱۷۸۵ و ارتفاع ۲۲۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه قابل مشاهده می‌باشد. در این تحقیق از نهال سنجد یکساله که در اسفند ماه کشت شده بود برای تعیین نیازآبی و برنامه‌ریزی آبیاری استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه

جمع آوری اطلاعات هواشناسی

در تحقیق حاضر اطلاعات هواشناسی که به صورت روزانه در ایستگاه چیتگر ثبت شده بود، استفاده گردید؛ بنابراین در این مطالعه، داده‌های میانگین ماهانه ایستگاه هواشناسی به عنوان داده‌های مشاهداتی به‌کار گرفته شدند که این اطلاعات شامل دمای حداقل، دمای حداکثر، بارندگی، سرعت باد و درصد رطوبت نسبی بودند.

تبخیر – تعرق گیاه

برای برآورد تبخیر – تعرق گیاه روش‌های مستقیم و غیر مستقیمی وجود دارد. علت استفاده ما از روش‌های غیر مستقیم (محاسباتی) نبود لایسیمتر می‌باشد. برای محاسبه تبخیر – تعرق گیاه از روش‌های غیر مستقیم از معادله ۱ استفاده می‌گردد:

$$ET_c=ET_o*K_c \quad (۱)$$

ET_c: تبخیر - تعرق گیاه مورد نظر (میلی‌متر)، K_c: ضریب گیاهی و ET_0: تبخیر - تعرق مرجع (میلی‌متر)

برای برآورد تبخیر – تعرق مرجع از روش فائو پنمن – مانتیث به صورت معادله ۲ استفاده می‌شود:

$$ET_0=\frac{0.408\Delta(R_n-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)} \quad (۲)$$

که در آن:

ET_o: تبخیر – تعرق مرجع (میلی‌متر)، R_n: تابش خالص در سطح گیاه (مگاژول بر مترمربع بر روز)، G: تراکم شار گرمایی خاک (مگاژول بر مترمربع بر روز)، T: میانگین روزانهٔ دمای هوا در ارتفاع دو متری (درجه سلسیوس)، u_2: سرعت باد در ارتفاع دو متری (متر بر ثانیه)، e_s: فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، e_a: فشار بخار واقعی (کیلوپاسکال)، (e_s-e_a): کمبود فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، Δ: شیب منحنی فشار بخار (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس) و γ: ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس).

این معادله، از داده‌های آب و هوایی استاندارد شامل تابش خورشیدی (ساعات آفتابی)، دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد استفاده می کند.

اما برای محاسبه نیاز آبی فضای سبز، ضریب دیگری به نام ضریب عرصه یا منظر (Landscape Coefficient) جایگزین ضریب گیاهی شده است. علت استفاده از این ضریب تفاوت فضای سبز با مزارع کشاورزی از جنبه‌های مختلف مانند وسعت، محیط پیرامون و گونه گیاهی می‌باشد. این ضریب از روش زیر قابل محاسبه می‌باشد:

روش ووکولس WUCOLS [1]

در این روش کاستلو و همکاران ضریب عرصه را با در نظر گرفتن سه فاکتور شامل ضریب گونه گیاهی، تراکم و خرد اقلیم بیان کرده‌اند که از معادله ۳ محاسبه می‌شود (Costello et al., 2000):

$$K_L=K_s*K_d*K_{mc} \quad (۳)$$

K_L: ضریب عرصه، K_s: ضریب گونه گیاهی، K_d: ضریب تراکم پوشش و K_{mc}: ضریب خرد اقلیم

تعیین ضریب گونه گیاهی (K_s)

اغلب در فضای سبز گونه‌های گیاهی مختلفی در کنار یکدیگر کشت می‌شوند، با توجه به این مسئله که هر گیاه نیاز آبی متفاوتی دارد، باعث بوجود آمدن نیازهای متفاوت آبی در قسمت‌هایی از محیط فضای سبز می‌گردد. برای رفع این مسئله، از ضریبی که مربوط به گونه گیاهی است استفاده می‌شود که بر اساس نیاز آب به چند زیر گروه تقسیم می‌شود که مقادیر آن در جدول ۱ نشان داده شده است (Costello et al., 2000). گونه‌هایی که در زیر گروه خیلی کم قرار گرفته‌اند بدون آبیاری سلامت ظاهری خود را حفظ می‌کنند، گیاهان این گروه معمولاً نیاز به آبیاری ندارند مگر اینکه بارش زمستانه کمی را دریافت کرده باشند. گونه‌هایی که در زیر گروه کم قرار گرفته‌اند، گیاهانی هستند که از یک گونه تشکیل شده‌اند. گونه‌هایی که در زیر گروه متوسط قرار گرفته‌اند، شامل بیش از یک گونه هستند و نیاز آبی مشابه هم دارند. گونه‌هایی که در زیر گروه زیاد قرار گرفته‌اند نیز شامل بیش از یک گونه هستند ولی نیاز آبی متفاوتی دارند.

جدول ۱- تعیین ضریب گونه (Costello et al., 2000)

زیر گروه	ضریب گونه گیاهی(K_s)
خیلی‌کم	<۰/۱
کم	۰/۱ – ۰/۳
متوسط	۰/۴ – ۰/۶
زیاد	۰/۷ – ۰/۹

تعیین ضریب تراکم پوشش (K_d)

تراکم پوشش به تاج پوششی که همان میزان برگ‌ها و اندام‌های هوایی گیاه در واحد سطح اشغال می‌کنند، اطلاق می‌شود. هر چقدر تعداد برگ‌ها و اندام هوایی بیشتر باشد به این معناست که تبخیر– تعرق و آب از دست رفته نیز بیشتر خواهد بود. در مزارع با توجه به تاج پوشش، گیاهان را در فواصل مساوی از هم کشت می‌کنند اما در فضای سبز با توجه به طراحی‌هایی که در آن صورت می‌گیرد گیاهان با تراکم متفاوت در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. تراکم پوشش در سه زیر گروه که شرح آن در جدول ۲ آمده است، تقسیم بندی می‌شود. معمولا گیاهانی که از نظر تاج پوشش، کم پشت هستند و برگ‌های

1- Water Use Classifications of Landscape Species

کمتری دارند (دارای پوشش کمتر از ٪۷۰) در زیر گروه کم قرارگرفته‌اند. گیاهانی که در زیر گروه زیاد قرار گرفته‌اند، گیاهانی بالغ‌اند که تاج پوشش کامل ۱۰۰٪ دارند و زیر گروه متوسط حد واسط بین دو زیر گروه کم و زیاد قرار می‌گیرد (Costello et al., 2000).

جدول ۲ - تعیین ضریب تراکم گیاهی (Costello et al., 2000))

زیر گروه	ضریب تراکم گیاهی (K_d)
کم	۰/۵ -۰/۹
متوسط	۱
زیاد	۱/۱ -۱/۳

تعیین ضریب خرد اقلیم (K_{mc})

همانطور که روشن است فضای سبز در محیط شهری تحت تأثیر عوامل محیطی (میزان دما، سرعت باد، شدت نور و...) و سازه‌های مجاور خود قرار می‌گیرند. این عوامل محیطی در تبخیر و تعرق و میزان آب مورد نیاز گیاه موثرهستند. به عنوان مثال مواردی که فضای سبز در معرض باد غیرعادی و یا گرمای غیرطبیعی و یا انعکاس نور زیاد نباشد در زیر گروه متوسط قرار می‌گیرد. گیاهانی که در حفاظ هستند و یا در ضلع شمالی و شمال شرقی ساختمان‌های بلند، قرار دارند در زیر گروه کم قرار می‌گیرند و آن دسته از گیاهانی که در معرض بادهای شدید و تابش مستقیم خورشید هستند در زیر گروه زیاد قرار خواهند گرفت. با این توصیف ضریب خرد اقلیم مطابق جدول ۳ به سه زیر گروه تقسیم‌بندی می‌شوند (Costello et al., 2000).

جدول ۳- تعیین ضریب خرد اقلیم (Costello et al., 2000)

زیر گروه	ضریب خرد اقیم(K_{mc})
کم	۰/۵ -۰/۹
متوسط	۱
زیاد	۱/۱ -۱/۴

برای محاسبه تبخیر - تعرق فضای سبز از رابطه ۴ استفاده می‌گردد:

$$ET_L=K_L*ET_o \quad (۴)$$

ET_L: تبخیر - تعرق فضای سبز (میلی‌متر)، K_L: ضریب عرصه و ET_0: تبخیر – تعرق مرجع (میلی‌متر)

آب مورد نیاز آبیاری[1]

آب مورد نیاز آبیاری (نیاز خالص آبیاری) برای پوشش گیاهی فضای سبز که از رابطه ۵ قابل تعیین می‌باشد:

$$I_R= ET_L-P_e \quad (۵)$$

که در آن: I_R: نیاز خالص آبیاری، ET_L: تبخیر و تعرق فضای سبز و P_e: باران مؤثر.

نتایج و بحث

محاسبه تبخیر و تعرق مرجع

در این پژوهش تبخیر – تعرق مرجع (ET_o) با استفاده از داده‌های روزانه ایستگاه هواشناسی چیتگر با استفاده از روش فائو پنمن – مانتیث محاسبه شد. مقادیر پارامترهای اقلیمی که در روش فائو پنمن – مانتیث مورد استفاده قرار گرفت در جدول۴ ارائه شده است. نتایج حاصل از محاسبه تبخیر– تعرق مرجع با روش مذکور در جدول ۵ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود مقدار کل تبخیر – تعرق مرجع معادل ۱۴۱۱/۳۲ میلی‌متر است. پایین‌ترین میزان تبخیر – تعرق مرجع در ماه دی، معادل ۳۳/۲۹ میلی‌متر و بیشترین میزان تبخیر – تعرق مرجع در ماه تیر، معادل ۲۰۷/۷۵ میلی‌متر محاسبه گردید.

برآورد ضریب عرصه با استفاده از روش ووکولس

ضریب عرصه در گیاهان فضای سبز با استفاده از روش وولوکس معادله ۳ برآورد می‌گردد. در جدول ۵ ضریب عرصه در ماه‌های مختلف نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود در روش وولوکس بیشترین مقدار ضریب عرصه مربوط به ماه مرداد معادل ۰/۲۰۸ و کمترین مقدار مربوط به ماه‌های فروردین و اردیبهشت، معادل ۰/۱۵۴ می‌باشد.

محاسبه تبخیر – تعرق سنجد

نتایج حاصل از برآورد تبخیر – تعرق سنجد که از حاصل ضرب تبخیر– تعرق مرجع در ضریب عرصه بدست می‌آید، در جدول ۵ نشان داده شده است. مطابق جدول بیشترین مقدار تبخیر – تعرق سنجد در ماه تیر، معادل ۴۱/۵۷ و کمترین مقدار تبخیر – تعرق سنجد در ماه دی، معادل ۶/۶۵ میلی‌متر است. مقدار کل تبخیر – تعرق سنجد معادل ۲۶۶/۳۱ میلی‌متر برآورد گردید.

نیاز خالص آبیاری سنجد

برای محاسبه نیاز خالص آبیاری سنجد مقدار تبخیر– تعرق بدست آمده را از باران موثر کم می‌کنیم. برای محاسبه باران موثر از روش فائو برای مناطق خشک که مقدار باران موثر برابر ۰/۸ بارندگی می‌باشد، استفاده می‌کنیم (پور اصغریان و همکاران، ۱۳۸۸). در هر دوره‌ای که مقدار باران موثر بیشتر از مقدار تبخیر – تعرق بود، مقدار آب خالص آبیاری برابر صفر در نظر گرفته شد (Richard et al.,1998). نتایج محاسبه بارندگی، باران مؤثر، تبخیر – تعرق سنجد و نیاز خالص آبیاری در جدول ۶ نمایش داده شده است.

1- Irrigation Requirement

جدول ٤- پارامترهای اقلیمی جهت برآورد تبخیر- تعرق مرجع (مربوط به سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۷)

ماه شمسی	رطوبت نسبی (درصد)	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	ساعت آفتابی (ساعت)	سرعت باد (متر بر ثانیه)
فروردین	۳۸/۲۹	۱۹/۱۰	۱۰/۰۶	۹/۱۴	۱/۹۰
اردیبهشت	۳۲/۹۶	۲۵/۰۳	۱۴/۳۹	۸/۶۲	۱/۸۸
خرداد	۲۳/۰۹	۳۱/۷۹	۱۹/۹۵	۱۰/۷۶	۲/۰۱
تیر	۲۲/۲۰	۳۶/۱۷	۲۳/۴۲	۱۱/۳۵	۱/۴۸
مرداد	۲۱/۹۸	۳۶/۴۸	۲۴/۱۶	۱۱/۶۷	۱/۴۴
شهریور	۲۳/۶۸	۳۵/۶۶	۲۲/۱۶	۱۱/۰۴	۱/۴۲
مهر	۲۷/۸۰	۲۷/۹۲	۱۷/۳۷	۹/۷۰	۱/۶۹
آبان	۴۳/۸۷	۱۹/۰۴	۱۰/۴۵	۷/۰۳	۱/۲۵
آذر	۵۰/۸۱	۱۲/۳۵	۴/۰۴	۶/۰۳	۱/۰۹
دی	۵۲/۳۲	۹/۴۲	۱/۳۷	۸/۰۲	۱/۱۵
بهمن	۵۴/۵۵	۸/۹۴	۰/۷۵	۹/۰۱	۱/۳۱
اسفند	۴۲/۵۲	۱۴/۰۵	۴/۸۱	۹/۳۹	۱/۷۸

جدول ۵ - مقادیر کمی تبخیر- تعرق مرجع، ضریب عرصه و تبخیر – تعرق سنجد با استفاده از روش فائو پنمن- مانتیث

ماه	تبخیر- تعرق مرجع (میلی‌متر)	ضریب عرصه	تبخیر- تعرق سنجد (میلی‌متر)
فروردین	۱۱۵/۱۵	۰/۱۵۴	۱۷/۷۶
اردیبهشت	۱۵۱/۱۱	۰/۱۵۴	۲۳/۳۰
خرداد	۲۰۶/۹۱	۰/۱۷۳	۳۶/۰۴
تیر	۲۰۷/۷۵	۰/۲	۴۱/۵۷
مرداد	۱۸۹/۹۹	۰/۲۰۸	۳۹/۵۰
شهریور	۱۶۵/۱۳	۰/۲۰۳	۳۳/۴۹
مهر	۱۲۹/۶۷	۰/۱۹۸	۲۴/۸۴
آبان	۵۶/۷۵	۰/۲	۱۳/۰۷
آذر	۳۸/۰۹	۰/۲	۷/۶۱
دی	۳۳/۲۹	۰/۲	۶/۶۵
بهمن	۳۸/۵	۰/۲	۷/۷۰
اسفند	۷۴/۱۲	۰/۲	۱۴/۷۳

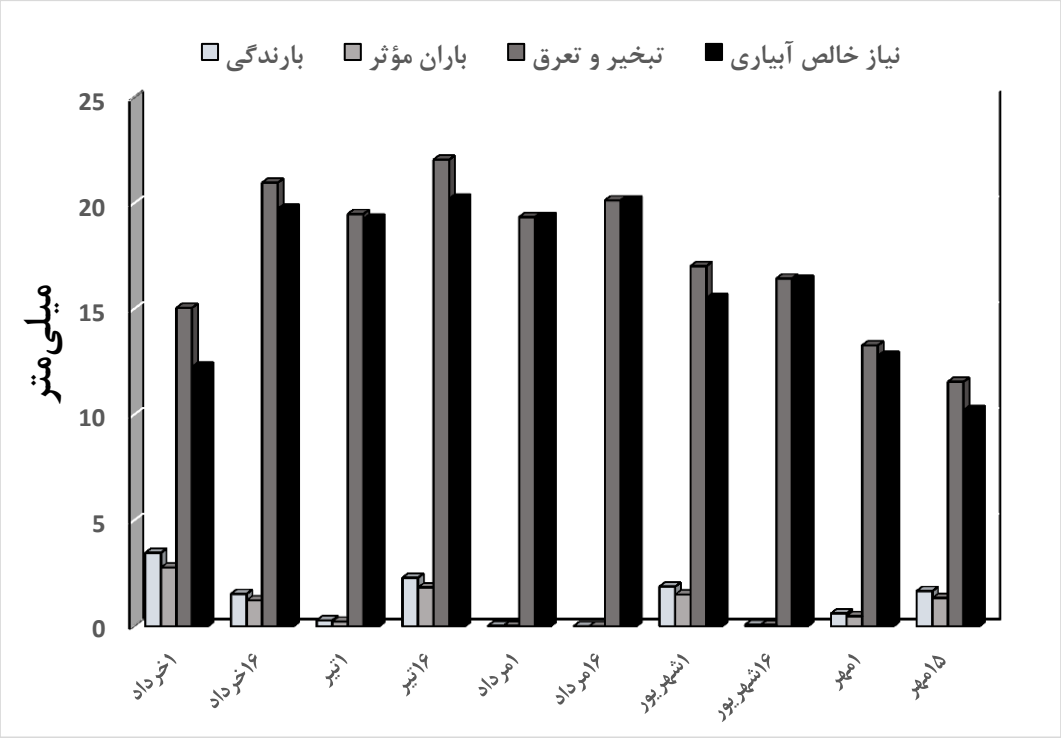
جدول ٦- مقدار کمی بارندگی، باران مؤثر، تبخیر – تعرق سنجد و نیاز خالص آبیاری

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	باران موثر (میلی‌متر)	تبخیر – تعرق سنجد (میلی‌متر)	آب خالص آبیاری (میلی‌متر)
فروردین	۳۰/۹۵	۲۴/۴۷	۱۷/۷۶	۰
اردیبهشت	۲۹/۰۳	۲۳/۲۲	۲۳/۳۰	۰
خرداد	۴/۹۹	۳/۹۹	۳۶/۰۴	۳۲/۰۴
تیر	۲/۵۶	۲/۰۵	۴۱/۵۷	۳۹/۵۱
مرداد	۰/۰۲	۰/۰۱۶	۳۹/۵۰	۳۹/۴۸
شهریور	۱/۹۴	۱/۵۵	۳۳/۴۹	۳۱/۹۳
مهر	۲/۲۶	۱/۸۱	۲۴/۸۴	۲۳/۰۳
آبان	۳۰/۰۸	۲۴/۰۶	۱۳/۰۷	۰
آذر	۲۷/۹۳	۲۲/۳۴	۷/۶۱	۰
دی	۱۸/۸۷	۱۵/۰۹	۶/۶۵	۰
بهمن	۲۷/۳۹	۲۱/۹۱	۱۶/۴۱	۰
اسفند	۲۰/۸۳	۱۶/۶۶	۱۳/۸۳	۰
	۱۹۶/۵۴	۱۵۷/۲۳	۲۶۶/۳۱	۱۶۶/۰۱

با توجه به جدول بالا برنامه ریزی آبیاری برای ماه‌هایی کـه نیـاز به آبیاری وجود دارد در جدول ۷ با دور آبیاری ۱۵ روزه تعیین گردیـد. مطابق جدول ۹ مقدار آبیاری از ۱ خرداد با مقدار ۱۲/۲۸ میلی‌متر آغاز و با مقدار ۱۰/۲۳ میلی‌متر در ۱۵ مهر پایان می‌پذیرد. بیشترین مقـدار نیاز خالص آبیاری از ۱ تا ۱۶ تیر، معادل ۲۰/۲۳ و کمترین مقدار نیـاز خالص آبیاری از ۱۵ تا ۳۰ مهر، معادل ۱۰/۲۳ میلی‌متر است.

جدول ۷- برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد

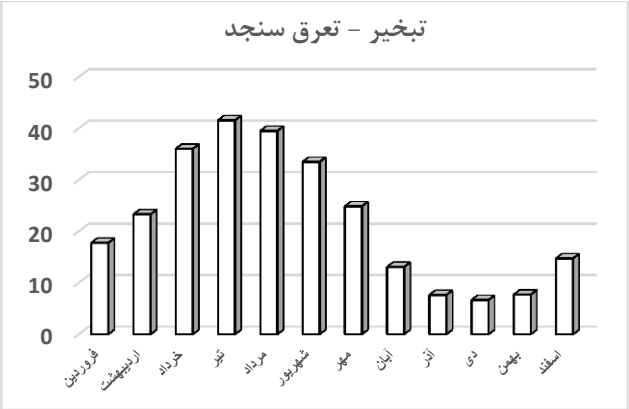
ماه	بارندگی (میلی‌متر)	باران موثر (میلی‌متر)	تبخیر - تعرق سنجد (میلی‌متر)	آب خالص آبیاری (میلی‌متر)
۱ خرداد	۳/۴۶	۲/۷۷	۱۵/۰۵	۱۲/۲۸
۱۶ خرداد	۱/۵۳	۱/۲۲	۲۰/۹۸	۱۹/۷۵
۱ تیر	۴/۹۹	۰/۲۱	۱۹/۵۰	۱۹/۲۸
۱۶ تیر	۲/۵۶	۱/۸۳	۲۲/۰۶	۲۰/۲۳
۱ مرداد	۰/۰۲	۰/۰۱۶	۱۹/۳۵	۱۹/۳۳
۱۶ مرداد	۱/۹۴	۰	۲۰/۱۴	۲۰/۱۴
۱ شهریور	۲/۲۶	۱/۴۹	۱۷/۰۳	۱۵/۵۳
۱۶ شهریور	۳۰/۰۸	۰/۰۵	۱۶/۴۵	۱۶/۳۹
۱ مهر	۲۷/۹۳	۰/۴۸	۱۳/۲۸	۱۲/۸۰
۱۵ مهر	۱۸/۸۷	۱/۳۳	۱۱/۵۶	۱۰/۲۳
		۱۶۶/۰۱		



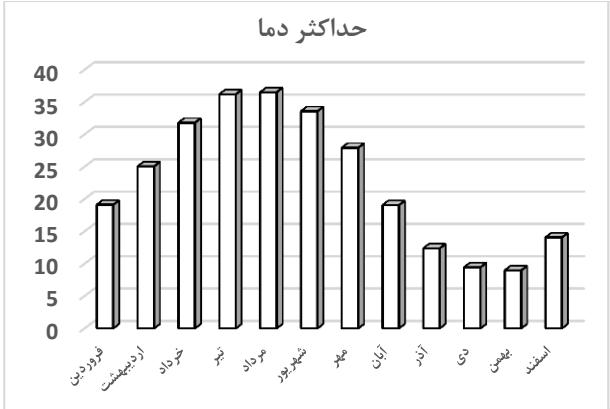
شکل۲- نمودار تغییرات بارندگی، باران مؤثر، تبخیر - تعرق سنجد و آب خالص آبیاری

آب مورد نیاز برای جبران تلفـات تبخیـر و تعـرق گیاهـان تحـت کشت، نیاز آبی نامیده می شود. اگرچه مقادیر تبخیر - تعرق گیاه و نیاز آبی گیاه یکسان می باشند، اما نیاز آبی گیاه به مقدار آبی کـه بایـد در اختیار گیاه قرار گیرد، اشاره دارد و تبخیر- تعرق گیاه، مقـدار آب تلـف شده به صورت تبخیر -تعرق را بیان می کند. بعبارت دیگـر آب مـورد نیاز آبیاری، نمایانگر تفاوت بین نیاز آبی گیاه و بارندگی مؤثر است که

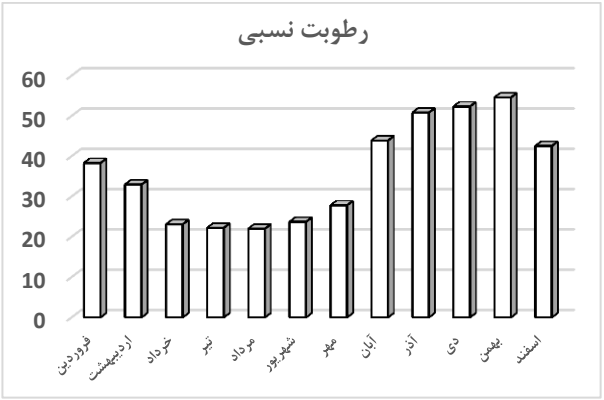
در این مقاله به آن پرداخته شده است. درعمل تعیین آب مورد نیاز گونه های گیاهی از طریق انجام آزمایش‌های لایسیمتری قابل محاسبه است. اما به دلیل هزینه های سنگین احداث و ساخت آنها، انجام این امر در همه جا امکان‌پذیر نیست. در غیاب سامانه های لایسیمتری می توان از مدل‌های تجربی، میزان تبخیر- تعرق و نهایتا آب مورد نیاز گیاهان را نیز برآورد کرد. بطور مثال تحقیقات پرهامی‌پویا و همکاران (۱۳۹۲) که با هدف برآورد ضریب گیاهی و نیاز آبی گیاهان فضای سبز با استفاده از روش بیلان آب، ووکولس (WUCOLS) و IPOS به مدت یک سال در سه ایستگاه باغ ارم شیراز انجام گردید. نتایج تحقیق نشان داد مقدار سالانه تبخیر- تعرق و همچنین ضریب گیاهی با روش بیلان آب نسبت به روش‌های ووکولس و IPOS مقدار بیشتری را برآورد کرده است، اما از آنجایی که در فضای سبز شهری و پارک‌ها تنها شادابی، سلامت و حفظ ظاهر و جنبه‌های تزئینی گیاهان مورد نظر است با کاربرد روش ووکولس که یک نوع کم آبیاری در مقایسه با روش بیلان آبی است میتوان در کاهش مصرف آب و کاهش هزینه‌های پمپاژ و انتقال صرفه‌جویی قابل توجهی بعمل آورد و در عین حال نگران آسیب جدی به گیاهان فضای سبز نبود. لذا در تحقیق حاضر از روش ووکولس در غیاب لاسیمتر استفاده شد. محاسبات انجام شده در این تحقیق مقدار آب مورد نیاز را در طول ماه‌های رشد گیاه را نشان می‌دهد. در این روش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی گیاه سنجد از اختلاف تبخیر - تعرق سنجد از باران مؤثر برای هرماه محاسبه می‌شود. نتایج بدست آمده نشان می دهد که در مناطق مورد مطالعه بارندگی مؤثر برای تأمین آب مورد نیاز گیاه کافی نیست. ازاین رو نیاز به آبیاری تکمیلی وجود دارد. این نیاز با توجه به میزان تبخیر - تعرق مرجع منطقه که خود تحت تأثیر سایر عناصر اقلیمی ازجمله باد، تابش خورشیدی، باران و درجه حرارت است تا حدودی متفاوت است. بطور مثال تحقیقات لیو و همکاران روی شش واریته گیاه تاغ (در مناطق بیابانی چین نشان داد که هر یک از عناصر آب و هوایی، حتی در زمان‌های کوتاه می تواند در سرنوشت گیاه اثر بگذارد، مثلا درجه حرارت ماه ژانویه اثر مستقیم و قوی روی سرعت جوانه‌زنی، ارتفاع نهال و طول ساقه دارد و یا میزان بارش سالانه، اثر قوی بر قطر یقه و نیاز آبی گیاه و رطوبت دارد و اثر مستقیم و قوی بر میزان زنده مانی نهال‌ها دارد (Liu *et al.*, 2011). در تحقیق دیگری که توسط خسروشاهی (۱۳۹۲) روی محاسبه نیاز آبی گونه سمر در چند ناحیه رویشی خلیج عمانی ایران نشان داد اوج کمبود رطوبت و نیاز به آبیاری تکمیلی در ماه‌های آوریل تا اکتبر یعنی ۷ تا ۸ ماه از سال است و بجز در ماه‌های زمستان که نیازی به آبیاری نیست در سایر ماه‌ها و در مناطق مختلف مورد مطالعه به میزان متفاوت، نیاز به آبیاری گیاه می باشد. نتایج نشان می‌دهد اگرچه مناطق مورد مطالعه همگی در ناحیه رویشی خلیج عمانی واقع هستند اما مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی در آنها متفاوت است. این موضوع را باید در سایر عناصر اقلیمی به ویژه تبخیر - تعرق مرجع که خود ارتباط تنگاتنگی با میزان رطوبت نسبی و دمای میانگین حداکثر و سرعت باد در نواحی مذکور دارد، جستجو کرد. به طور مثال میزان تبخیر- تعرق در سه ایستگاه اهواز، بندرعباس و چابهار با دمای متوسط حداکثر، هماهنگی مثبت و با مقدار رطوبت نسبی نسبت عکس دارد یعنی اگرچه فزونی دما باعث افزایش شدت تبخیر می‌شود اما بالا بودن رطوبت نسبی از شدت آن می کاهد. در شکل‌های ۳ تا ۶ میزان تبخیر - تعرق سنجد، میانگین دمای حداکثر، رطوبت نسبی و باد نشان داده شده است که تبخیر - تعرق با میانگین حداکثر دما رابطه مستقیم و با رطوبت نسبی و باد رابطه عکس دارد که از این نظر نتایج این تحقیق با تحقیق نامبرده مطابقت دارد.



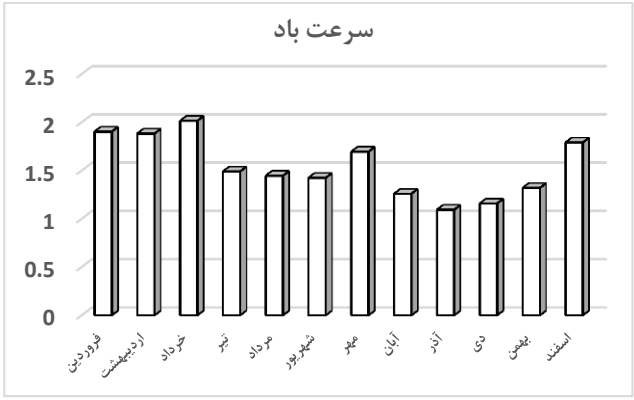
شکل ۳- تبخیر - تعرق سنجد در ناحیه مورد مطالعه



شکل ٤- میانگین دمای حداکثر در ناحیه مورد مطالعه



شکل ۵- رطوبت نسبی در ناحیه مورد مطالعه



شکل٦- سرعت باد در ارتفاع دو متری در منطقه مورد مطالعه

این در حالیست که ونگ و همکاران اظهار داشته‌اند که نرخ تبخیر – تعرق در مناطق خشک و نیمه‌خشک نه تنها تحت تأثیر متغیرهای هواشناسی قرار داشته، بلکه آب در دسترس گیاه در خاک منطقه ریشه نیز اهمیت بسزایی در اینکار دارد (Wang et al., 2004). علاوه بر رطوبت نسبی که یک عامل مهم در کاهش تبخیر محسوب می‌شود، باد نیز نقش مؤثری در میزان تبخیر و نهایتا نیاز آبی گیاه دارد. ازاین رو هنگام آبیاری نهال سنجد در اینگونه مناطق بوسیله بخش‌های اجرایی باید همواره این موضوع را در نظر داشت که اگرچه بیشتر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران از نظر اقلیم شناسی و رویشی شرایط نسبتا مشابهی دارند، اما برخی از عناصر اقلیمی منطقه ممکن است میزان آب مورد نیاز آبیاری را تحت تأثیر قرار دهند که این موضوع باید در زمان آبیاری مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد بررسی گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در سال اول بعد از کشت مقدار نیاز خالص آبیاری در پنج ماه از سال (از خردادماه تا مهرماه) با مقدار کل ۱۶۶/۰۱ میلی‌متر تأمین می‌گردد.

منابع

زهتابیان، غ. و فرشی، ع. ا. ۱۳۷۸. برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز درمناطق خشک (مطالعه موردی: کاشان). مجله منابع طبیعی ایران جلد ۵۲ شماره ۲، صفحه ۶۳-۷۵.

پور اصغریان، آ. و سی سی پور، م. ۱۳۸۸. محاسبه و پالایش باران موثر در سیستمهای آبیاری در استان هرمزگان جهت استفاده بهینه از منابع آبهای زیر زمینی. همایش منطقه ای بحران آب و خشکسالی، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

پرهامی‌پویا، ف. و حسن‌لی، ع. م. ۱۳۹۲. برآورد نیاز آبی گیاهان غیر زراعی در شرایط کشت مخلوط در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی – باغ ارم شیراز). پایان نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی.

خسروشاهی، م. ۱۳۹۲. محاسبه نیاز آبی گونه سمر (Prosopis juliflora) در چند ناحیه خلیج عمانی ایران. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران جلد ۲۱ شماره ۲، صفحه ۳۱۵-۳۰۰.

شکرالله زاده، م. ر.، میری، ح. م. و عباسی زاده، م .۱۳۹۵. تعیین نیاز آبی گونه ی نارون Ulmus Carpinifolia و خرزهره Nerium Oleanderبا استفاده از روش WUCOLS III در فضای سبز شهر شیراز. همایش علمی پژوهشی کشاورزی،مهندسی ژنتیک و گیاه پزشکی ایران.

دلفان آذری، ن. ج.، رستمی شاهراجی، ت.، غلامی، و.، هاشمی گرم دره، س. ا. ۱۳۹۷. تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد درختان کاج تهران، توت نرک و زبان گنجشک در فضای سبز شهر تهران. پایان نامه دکترا تخصصی دانشگاه گیلان، پردیس دانشگاهی.

Mecham, B. Q. 1996. Scheduling turfgrass irrigation by various ET equations. Proceedings of the International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, November 3-6 1996, San Antoni, Texas, USA.

Richard, G.A., Pereira, L., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. Food and Agricul ture organization of the United Nations, Rome, Italy, 304p.

Costello, L. and Jones, K. S. 1999. WUCOLS III. In a guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California. University of California Cooperative Extension and California Department of Water Resources.

Liu, J. L., Wang, Y. G., Yang, X. H. and Wang, B. F. 2011. Genetic variation in seed and seedling traits of six Haloxylon ammodendron shrub provenances in desert areas of China, Agroforestry Systems, 81(2):135–146.

Salvador, R., Bautista-Capetillo, C. and Playan, E. 2011. "Irrigation Performance in Private Urban Landscape: A Study Case in Zaragoza (Spain) ". Landscape and Urban Planning. 100: 302-311.

Costello, L. R., Matheny, N. P. and Clark, J. R. 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 and California Department of Water Resources.

Wang, X.P., Berndtsson, R., Li, X.R. and Kang, E.S. 2004. Water balance change for a re-vegetated xerophyte shrub area. Hydrological Sciences Journal, 49(2): 284-295.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 6, Vol. 13, Feb.-Mar. 2020, p. 1869-1878

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۶، جلد ۱۳، بهمن - اسفند ۱۳۹۸، ص. ۱۸۷۸-۱۸۶۹

Estimation water Requirement and Irrigation Scheduling of the Tree *Elaeagnus Angustifolia* L. as Urban Green Space

By

J. Alaei[1]*, M. Kouchakzade[2], F. Sharifi[3]

Recived: May.28, 2019 Accepted: sep.14, 2019

Abstract

This study was carried out in order to investigate and determine the water requirement and irrigation scheduling in the Vardij district of Tehran province. In order to calculate the reference evapotranspiration, the FAO Penman-Monteith equation was utilized and WUCOLS III method was recruited to vegetation coefficient. The climate data of Chitgar Station (from 2008 to 2017) was used to calculate the reference evapotranspiration and effective rainfall. The results showed that effective rainfall in the studied area was not sufficient to provide the required water for the plant and there is a need for additional irrigation during the growing season. The highest amount (i.e. 41.57 mm) of evapotranspiration of *Elaeagnus angustifolia* L. was observed in July and the lowest amount of evapotranspiration in January (i.e. 6.65 mm) was measured. The total amount of evapotranspiration was 266.31 mm. The irrigation with a amount of 12.28 mm begins from May 22 and ends on Octobre 7 with a value of 10.23 mm. The maximum amount of required irrigation (i.e. 20.23 m) was applied from July 7 to july 22 and the lowest amount of required irrigation (i.e. 10.23 mm) applied from Octoble 7 to Octoble 22.

Keywords: Effective rainfall, Reference evapotranspiration, Tehran, Landscape coefficient, FAO Penman-Monteith

1- M.Sc Student of Tarbiat Modarres University
2- Associate Professor of Irrigation and Drainage Department at Tarbiat Modarres University
3- Associate Professor of Water Resources Engineering (Hydrology), Soil conservation and watershed management Research Institute
(* - Corresponding Author Email: j.alaei@modares.ac.ir)