

## تعیین ضریب گیاهی ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.) در خاک و سطوح مختلف آبیاری

حسین رحیمی<sup>۱</sup>، خالد احمدالی<sup>۲\*</sup>، وحید اعتماد<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۹

### چکیده

گسترش شهرنشینی و به تبع آن نیاز به افزایش سطح فضای سبز از یک طرف، کمبود منابع آب و لزوم تخصیص بهینه آب به بخش‌های مختلف مصرف‌کننده و همچنین معلوم نبودن نیازآبی اکثر گونه‌های فضای سبز، سبب شده که تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی این گونه‌ها به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شود. در این مطالعه نیاز آبی ( $ET_c$ ) و ضریب گیاهی ( $K_c$ ) ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.) با استفاده از میکرولاسیمتر به صورت فاکتوریل با دو عامل بافت خاک (در دو سطح لوم‌شنی و لوم‌رسی) و تنش خشکی (در سه سطح MAD برابر ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷) با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۱۰ تکرار در شرایط اقلیمی کرج در سال ۹۹-۱۳۹۸ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین  $ET_c$  ۱۰ روزه در MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ در بافت لوم‌شنی به ترتیب برابر ۱۵/۵۶، ۱۴/۸۶ و ۱۴/۲۴ میلی‌متر و در بافت لوم‌رسی به ترتیب برابر است با ۲۱/۵۷، ۱۹/۰۲ و ۱۸/۰۶ میلی‌متر می‌باشد. در هر دو خاک مقدار  $ET_c$  در MAD ۰/۳ بیشتر از ۰/۵ و آن هم بیشتر از ۰/۷ است. مجموع نیازآبی خالص ارغوان در بافت لوم‌رسی برای MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر ۴۹۶/۱۴، ۴۳۷/۴۷ و ۴۱۵/۳۸ میلی‌متر و در خاک لوم‌شنی برابر ۳۵۷/۹۲، ۳۴۱/۸۵ و ۳۲۷/۵۹ میلی‌متر به‌دست آمد. هم‌چنین مقدار متوسط  $K_c$  ارغوان طی دوره رشد در بافت‌های لوم‌رسی به ازای MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر است با ۰/۳۲، ۰/۳۱ و ۰/۳۲ و برای خاک لوم‌شنی برابر با ۰/۲۷، ۰/۲۶ و ۰/۲۴ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر-تعرق، تخلیه مجاز رطوبتی، روش بیلان آب، فضای سبز شهری

### مقدمه

ضرورت توسعه فضای سبز شهری و اثرات مثبت آن نظیر کاهش آلودگی هوا، تعدیل دما، تلطیف هوا، آرامش روانی و ... با توجه به رشد فزاینده جمعیت شهری بر کسی پوشیده نیست. بخش فضای سبز و جنگل‌های دست‌کاشت به عنوان زیر مجموعه‌ای از بخش کشاورزی محسوب می‌شود که بیشترین مصرف آب را دارد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک نظیر کشور ما ایران، تخصیص آب علاوه بر ایجاد، حتی برای حفظ پوشش گیاهی فضای سبز شهری موجود با مشکلات فراوانی روبرو است زیرا منابع آب محدود بوده و تخصیص آب به فضای سبز شهری در رقابت شدیدی با سایر موارد مصرف نظیر

کشاورزی، صنعت و حتی شرب می‌باشد (راد و همکاران، ۱۳۹۶). در این شرایط حرکت در راستای استفاده بهینه از این منابع امری اجتناب‌ناپذیر است. تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گونه‌های فضای سبز علاوه بر کمک به طراحی صحیح شبکه‌های آبیاری فضای سبز و صرفه‌جویی در هزینه و مصرف آب، صدمات وارد شده به این گونه‌ها در اثر کم‌آبیاری یا پرآبیاری، به حداقل می‌رساند (احمدالی و همکاران، ۱۳۹۷; Costello et al., 2000). صدمات وارده در اثر عدم اطلاع از نیاز آبی گیاهان چه در اراضی کشاورزی، فضای سبز، جنگل‌های دست‌کاشت و طرح‌های مختلف عرصه‌های طبیعی نظیر احیای بیولوژیک و بیابانزدایی به این صورت است که آبیاری بیش از حد، علاوه بر اینکه سبب هدررفت آب می‌شود باعث شستشوی مواد غذایی خاک، سوء تهویه خاک و زه‌دار شدن اراضی می‌شود و آبیاری کمتر از حد نیاز، رشد گیاه و در نتیجه عملکرد مورد نظر را کم و حتی متوقف می‌نماید. ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.)، بومی سرزمین‌های گرم و مدیترانه‌ای اروپا جنوبی و جنوب‌شرقی و آسیای مرکزی و غربی است (Davis et al., 2002). این گونه، در ایران به صورت خودرو بوده و قابلیت تحمل و رشد در اقلیم خشک (Prasad, 1996) و همچنین بیشتر خاک‌ها را دارد و بهترین رشد آن در خاک‌های با pH برابر ۷/۵ می‌باشد (Sternberg, 2012). علاوه بر

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم زیستی، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران  
۲- استادیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران  
۳- دانشیار گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران  
\* نویسنده مسئول: (Email: khahmadauli@ut.ac.ir)  
DOR: 20.1001.1.20087942.2021.14.6.4.5

*leucoxydon* در شرایط رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ترتیب ۱۱۸۵ و ۱۶۱۷ میلی متر و ضریب گیاهی نیز به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۸۸ اندازه گیری شد. علایی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به منظور تعیین نیاز درخت سنجد در منطقه وردیج استان تهران، برای محاسبه تبخیر-تعرق مرجع از معادله تلفیقی فائو پنمن مانیتث و برای محاسبه ضریب گیاهی از روش WUCOLS III استفاده نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار تبخیر-تعرق سنجد در تیر ماه، معادل ۴۱/۵۷ و کمترین مقدار در دی ماه و برابر ۶/۶۵ میلی متر بود. مقدار کل تبخیر-تعرق سنجد معادل ۲۶۶/۳۱ میلی متر برآورد گردید. بیشترین مقدار نیاز خالص آبیاری از ۱۶ تا ۳۱ تیر، معادل ۲۰/۲۳ و کمترین مقدار آن از ۱۵ تا ۳۰ مهر و معادل ۱۰/۲۳ میلی متر بود. سجودی و میرزایی (۱۳۹۹) با استفاده از تلفیق دو روش WUCOLS III و بیلان آبی به برآورد ضریب گیاهی و نیاز آبی فضای سبز باغ گیاه‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران شامل شمشاد، سنجد زینتی، زرشک، مرغ، سرو و زبان گنجشک پرداختند. نتایج نشان داد که متوسط ضریب گیاهی از روش بیلان آبی و WUCOLS III به ترتیب برابر ۰/۳۶ و ۰/۳۰ به دست آمد و میانگین تبخیر-تعرق از روش‌های ذکر شده به ترتیب برابر ۷۵۷ و ۶۴۱ میلی متر در دوره آزمایش برآورد گردید. آنها دقت روش طبقه‌بندی آب مورد استفاده در گونه‌های فضای سبز را مناسب ارزیابی کردند. با توجه به مرور منابع ملاحظه می‌گردد که در زمینه اندازه‌گیری نیاز آبی و ضریب گیاهی گونه‌های فضای سبز مطالعات چندانی صورت نگرفته و اکثر مطالعات انجام شده، محدود به استفاده از روش WUCOLS III است. در تحقیقی به بررسی نیاز بهینه آب و دفعات آبیاری نهال‌های *robusta* *Grevillea*، *Moringa olifera* و *Cordia africana* در قلمستان و برای دو سال متوالی در نهالستانی پرداخته شد. نتایج به دست آمده حاکی از این بود که نیاز آبی نهال‌های *Moringa olifera* و *Grevillea robusta* دو بار در روز به مقدار ۱/۵ لیتر و نهال‌های *Cordia africana* یک روز در میان و دو بار در روز به مقدار دو لیتر آبیاری شوند (Mekonnen and Adisu, 2017). در تحقیقی که در دانشگاه کالیفرنیا، مرکز تحقیقات و ترویج کشاورزی کرنی (KARE) برای اندازه‌گیری نیاز آبی انار با استفاده از لایسیمتر وزنی در یک باغ انار در حال توسعه انجام شد، نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ نشان داد که مقدار آب آبیاری اعمال شده سالانه با افزایش اندازه و سن گیاه افزایش یافت. مقدار کل نیاز آبی تقریباً برابر ۹۵۲ میلی متر در دوره رشد و حداکثر مصرف روزانه آب ۱۰/۵ میلی متر است (Ayars et al., 2017). در مطالعه‌ای که به منظور بررسی تبخیر و تعرق استاندارد و ضریب گیاهی درختان نارنج (*Citrus sinensis* L. cv.) در اقلیم نیمه خشک جنوب ایران پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین تبخیر و تعرق استاندارد اندازه‌گیری شده برابر ۵/۱۱ میلی متر در روز با مقدار فصلی ۱۸۱۴

سازگاری با شرایط خشک، این گونه تحمل آلودگی هوا و خاک‌های ضعیف را نیز دارند که به لحاظ ویژگی‌های اکولوژیکی مناسب کاشت در فضای سبز و جنگل کاری در مناطق خشک و نیمه خشک است (Zahreddine et al., 2007). این خصوصیات سبب شده که این گونه، در پروژه‌های فضاهای سبز شهری، جنگل کاری‌ها، همچنین برای حصارکشی، کنترل فرسایش، بادشکن و مامن حیات وحش بسیار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد (فرهمند و خوشخوی، ۱۳۸۰). 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 به صورت سند و یا نرم‌افزار ارائه گردیده است (علایی و همکاران ۱۳۹۸). ولی مطالعات در مورد گیاهان قابل کشت در ایجاد فضای سبز و برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز بسیار اندک بوده و اطلاعات کافی در اختیار نمی‌باشد. از مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. مصطفی‌زاده فرد و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای روش‌های مختلف برآورد تبخیر-تعرق مرجع را مورد مقایسه قرار دادند و ضریب گیاهی زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) و سرو (*Cupressus arizonica*) را با استفاده از لایسیمتر زهکشدار تعیین نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که روش‌های تشعشع فائو، تورک و فائو بلانی کریدل نتایج بسیار نزدیکتری به داده‌های لایسیمتری داشتند. آنها همچنین مقادیر ضریب گیاهی در چهار مرحله ابتدایی، رشد و توسعه، میانی و ابتدایی را برای زبان گنجشک به ترتیب ۰/۲۴، ۰/۵۶، ۰/۷۳ و ۰/۳۷ و برای سرو به ترتیب ۰/۳۲، ۰/۴۴، ۰/۵۸ و ۰/۳۴ گزارش کردند. در پژوهشی که به بررسی راهکارهای مدیریت آب در باغ گیاه‌شناسی ملیورن که شامل گونه‌های گیاهی مختلفی فضای سبز شهری است، پرداخته شد. با تخمین نیاز آبی گونه‌های موجود به کمک اندازه‌گیری عمق ریشه گیاهان، ویژگی‌های خاک و نفوذپذیری آب در خاک و پایش رطوبت خاک و با روش طبقه‌بندی آب توانستند برنامه‌ریزی مناسبی برای آبیاری فضای سبز مختلط ارائه کنند و روش آبیاری زیر سطحی همراه با به کار بردن مالچ را برای مدیریت آب فضای سبز پیشنهاد دادند (Symes et al., 2008). شکرآب...زاده و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی نیاز آبی گونه‌های خرزهره و نارون با استفاده از روش WUCOLS III و محاسبه تبخیر-تعرق مرجع با استفاده از روش فائو-پنمن مانیتث پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیاز آبی خرزهره و نارون در مرداد ماه بوده و به ترتیب برابر ۶/۳۱ و ۶/۵۶ میلی متر در روز بود. راد و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی، مقدار تبخیر-تعرق، ضریب گیاهی، عملکرد و کارایی مصرف آب در دو گونه اکالیپتوس (*Eucalyptus flocktoniae* (Maiden) Maiden, E. ) و *leucoxydon* F. Muell. از طریق آزمایش‌های لایسیمتری و در شرایط سطوح مختلف تیمارهای رطوبتی (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) بررسی شد. نیاز آبی *E. flocktoniae* و *E.*

*L. siliquastrum*) با هدف بررسی تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی نهال یکساله ارغوان، از ۱ بهمن ۱۳۹۷ آغاز گردید و با توجه به طول دوره رشد گیاه در ۲۰ آبان ۱۳۹۸ به اتمام رسید. نهال‌ها در آخر فصل خزان به مکان تعیین شده انتقال داده و در اول فروردین سال ۱۳۹۸ از گلدان اصلی خارج و پس از شستشوی ریشه با توجه به حداکثر عمق ریشه نهال‌های یک ساله ارغوان که برابر ۲۵ سانتی‌متر است، در میکرو لایسیمترهایی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر کاشته شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل بافت خاک و تنش خشکی با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۱۰ تکرار انجام شد. فاکتورهای در نظر گرفته شده شامل بافت خاک در دو سطح (بافت لوم رسی و لوم شنی) و تنش خشکی در سه سطح تنش ملایم ( $MAD=0.30$ )، تنش متوسط ( $MAD=0.50$ ) و تنش زیاد ( $MAD=0.70$ ) بود که جمعاً شش فاکتور حاصل شد. با احتساب تعداد تکرارها، ۳۰ عدد میکرو لایسیمتر برای خاک لوم‌شنی و ۳۰ عدد برای خاک لوم‌رسی استفاده شد. برای سهولت زهکشی و افزایش هدایت هیدرولیکی، کف میکرو لایسیمترها به ضخامت یک سانتی‌متر شن ریخته شد (شکل ۱).

میلی‌متر بود و ضریب گیاهی از ۰/۶۷ در ژانویه تا ۰/۹۶ در ژوئن متغیر بود (Jamshidi et al., 2020). لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی گونه ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.) که گونه‌ای خشکی‌گرا، مقاوم و به لحاظ ویژگی‌های اکولوژیکی مناسب کاشت در فضای سبز و جنگل کاری در مناطق خشک و نیمه خشک است، در دو بافت خاک و در سه سطح تنش خشکی با استفاده از روش بیلان آبی انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور تعیین نیاز آبی و ضریب گیاهی ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.) در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در استان البرز، شهرستان کرج با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه شمالی ارتفاع متوسط از سطح دریا برابر ۱۲۹۷ متر انجام شد. اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن گسترش یافته نیمه‌خشک سرد با میانگین بارش ۲۵۲ میلی‌متر و میانگین دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. این تحقیق (*Cercis*).



شکل ۱- نحوه آماده‌سازی جهت کاشت، اندازه‌گیری رطوبت و آبیاری ارغوان

رطوبت به صورت روزی دو بار انجام شد. پایش رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه هم با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج TDR مدل HH2 (برای تعیین زمان رسیدن به رطوبتی که باید آبیاری صورت گیرد) و هم از روش وزنی (برای تعیین دقیق مقدار کمبود رطوبتی) انجام شد. پس از اندازه‌گیری نقاط رطوبتی ظرفیت زراعی (FC) و نقطه پژمردگی (PWP) و لحاظ نمودن سطوح تنش خشکی مورد نظر یعنی درصد‌های ذکر شده تخلیه مجاز رطوبتی (MAD)، برنامه‌ریزی آبیاری برای هر یک از تیمارها تهیه شد و آبیاری و جبران کمبود رطوبتی (SMD) بر اساس آن انجام گرفت.

خاک‌های با بافت لوم‌رسی و لوم‌شنی از خاک زراعی معمولی که برای کاشت درختان فضای شهری استفاده می‌شد با آزمایش قبلی تهیه شد. جدول (۱) مقادیر برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

در ابتدای کاشت نهال‌ها به منظور نشست کامل خاک داخل میکرو لایسیمترها و رفع شدن تنش وارده به نهال‌ها، دو نوبت آبیاری سنگین انجام شد. از اول فروردین ۱۳۹۸، پس از آبیاری نهال‌های کاشت شده در هر دو بافت خاک لوم‌شنی و لوم‌رسی، ۲۴ و ۷۲ ساعت بعد رطوبت به حد ظرفیت زراعی رسیده و پایش رطوبت با گذشت زمان از نقطه ظرفیت زراعی ابتدا به صورت روزانه سپس با کم شدن

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد استفاده

ویژگی	واحد	خاک لوم شن	خاک لوم رسی
شن	%	۶۱	۲۶
سیلت	%	۲۳	۳۶
رس	%	۱۶	۳۸
هدایت الکتریکی	$ds. m^{-1}$	۰/۲۳	۰/۱۵
pH	-	۷/۶	۶/۹
جرم مخصوص ظاهری	$gr. cm^{-3}$	۱/۳۵	۱/۲۵
ظرفیت زراعی	حجمی %	۱۹	۳۷
نقطه پژمردگی	حجمی %	۸	۱۶

### تعیین ضریب گیاهی ( $K_c$ )

آب مورد نیاز گیاه به مجموع آب تعرق یافته در دوره رشد، آب نگهداری شده در بافت گیاهی و رطوبت تبخیر شده از سطح خاک و گیاه اطلاق شده و برحسب میلیمتر برای دوره معینی بیان می‌گردد (احمدالی و همکاران، ۱۳۹۷). در صورت داشتن ضریب گیاهی و تبخیر-تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ )، تبخیر-تعرق واقعی گیاه ( $ET_c$ ) از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد (Allen et al., 1998):

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (1)$$

از آنجایی که برای اکثر گونه‌های گیاهی فضای سبز و عرصه‌های جنگل کاری ضریب گیاهی مشخص نیست لذا در این این تحقیق ضریب گیاهی ارغوان جزو مجهولات است و باید تعیین شود. برای این منظور با اندازه‌گیری تبخیر-تعرق واقعی در طول دوره رشد گیاه، مقدار  $K_c$  از رابطه (۲) تعیین شد:

$$K_c = ET_c / ET_0 \quad (2)$$

تبخیر و تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ ) نشان‌دهنده‌ی مقدار تبخیر-تعرق نوع معینی از پوشش سبز با ارتفاع ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر است که در سطح گسترده کشت شده و دارای رشد فعال با پوشش کامل زمین و سایه‌انداز و نیز بدون تنش آبی است (Allen et al., 1998). معمولاً در شرایط آزمایشی از گیاه چمن استفاده می‌گردد. از میان مدل‌های مختلف محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل، روش فائو پنمن-مانتیث (PMF-56) که هم بیلان انرژی و هم تئوری آئروپدینامیکی را در مدل در نظر گرفته به عنوان مناسب‌ترین مدل در برآورد تبخیر-تعرق مرجع شناخته شده و توسط سازمان خوار و بار جهانی (FAO) برای محاسبه‌ی تبخیر-تعرق مرجع در همه‌ی اقلیم توصیه شده است (Xu et al., 2006). در این مطالعه محاسبه تبخیر و تعرق مرجع از روش PMF-56 (رابطه ۳) و با استفاده نرم افزار  $ET_0$  calculator انجام شد.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34U_2)} \quad (3)$$

که در آن  $ET_0$ : تبخیر-تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)،  $R_n$ : تشعشع خالص در سطح گیاه (مگاژول بر مترمربع در روز)،  $G$ : فلاکس حرارتی خاک (مگاژول بر مترمربع در روز)،  $T$ : میانگین دمای روزانه 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)،  $\Delta$ : شیب منحنی فشار بخار اشباع و دما (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس) و  $\gamma$ : ثابت سایکرومتری (کیلوپاسکال بر درجه سلسیوس) می‌باشد.

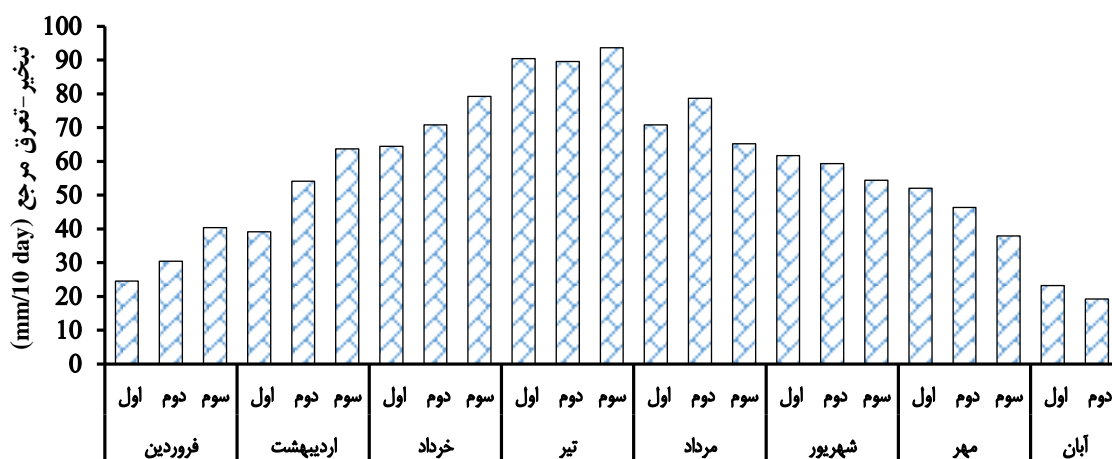
مقدار تبخیر-تعرق گیاه ( $ET_c$ ) در دور آبیاری با استفاده از داده‌های به دست آمده از روش وزنی و ابعاد میکرولاسیمتر، از رابطه (۴) محاسبه شد.

$$ET_c = \frac{W_2 - W_1}{A} \quad (4)$$

که در آن  $ET_c$  تبخیر-تعرق واقعی گیاه،  $A$  مساحت میکرولاسیمتر،  $W_1$  و  $W_2$  به ترتیب مقدار وزن مجموعه میکرولاسیمتر قبل و بعد از آبیاری است.

### نتایج و بحث:

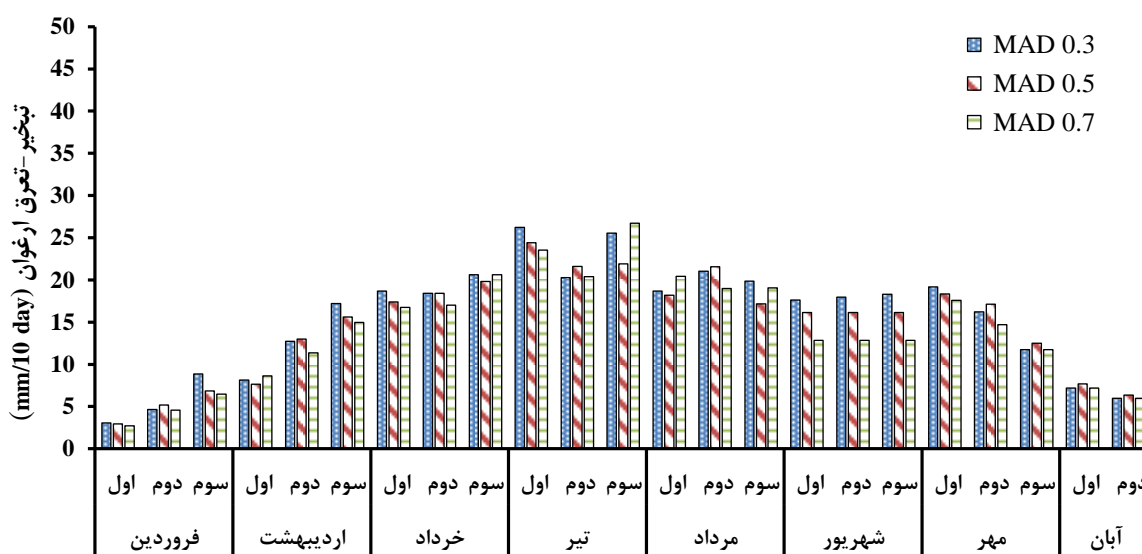
برآورد نیازآبی گیاهان فضای سبز از مهمترین راهکارهای مدیریت منابع آب است که ضمن صرفه‌جویی در مقدار آب مصرفی و متعاقباً افزایش کارایی مصرف آب، سبب کاهش هزینه‌های اولیه و سالیانه سیستم‌های آبیاری شده و هم مانع از وارد شدن خسارات ناشی از کم‌آبیاری و پرآبیاری و در نتیجه افزایش کیفیت فضای سبز می‌شود (Costello et al., 2000). نتایج بدست آمده از محاسبه تبخیر-تعرق مرجع ۱۰ روزه به روش PMF-56 با استفاده از نرم‌افزار  $ET_0$  calculator برای منطقه کرج، طی دوره مورد مطالعه یعنی در بازه زمانی اول فروردین تا آخر آبان سال ۱۳۹۸ در شکل (۲) آورده شده است.



شکل ۲- تغییرات زمانی تبخیر-تعرق مرجع ۱۰ روزه در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه

مقدار تجمعی تبخیر-تعرق مرجع برای دوره هشت ماهه فروردین تا ۲۰ آبان برابر ۱۳۰۸ میلی‌متر به دست آمد. در شکل‌های (۳) و (۴) نتایج میانگین ۱۰ روزه تبخیر-تعرق اندازه‌گیری شده گیاه ارغوان حاصل از ۱۰ میکرو لایسیمتر برای دو بافت لوم‌شنی و لوم‌رسی و در سه سطح تنش خشکی (مقادیر MAD برابر ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷) نشان داده شده است.

با توجه به شکل (۲) ملاحظه می‌گردد که مقادیر ۱۰ روزه تبخیر-تعرق مرجع محاسبه شده از اول فروردین تا انتهای فصل تابستان روندی صعودی داشته و در دهه سوم تیر ماه به ماگزیمم مقدار خود (۹۳/۶ میلی‌متر) طی دوره مورد مطالعه می‌رسد. از ۳۱ تیر ماه تا انتهای دوره رشد گیاه (۲۰ آبان) روند تغییرات تبخیر-تعرق مرجع نزولی بوده و در دهه دوم آبان ماه به مینیمم مقدار خود (۱۹/۲ میلی‌متر) می‌رسد.



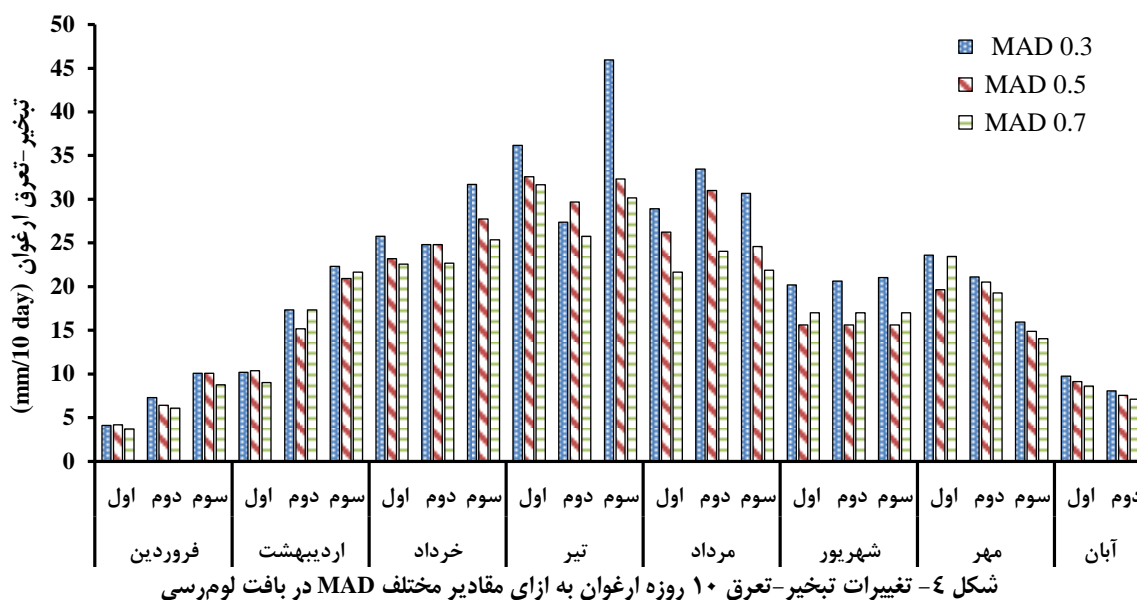
شکل ۳- تغییرات زمانی تبخیر-تعرق ۱۰ روزه ارغوان به ازای مقادیر مختلف MAD و در بافت لوم‌شنی

تغییرات تبخیر-تعرق ارغوان روند نزولی را نشان می‌دهد. با توجه به تقسیم‌بندی دوره‌های رشد ارغوان می‌توان اینطور بیان کرد که در مرحله ابتدایی رشد (اول تا ۱۰م فروردین)  $ET_c$  کمترین مقدار را دارد و در مرحله رشد و توسعه گیاه (۱۰ فروردین تا ۳۱ خرداد) مقدار  $ET_c$  نسبت به زمان به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند و در مرحله میانی

با توجه به شکل (۳) ملاحظه می‌گردد که روند تغییرات تبخیر-تعرق اندازه‌گیری شده ارغوان ( $ET_c$ ) در سه سطح MAD در خاک لومی شنی از ابتدای فصل تا ابتدای تابستان افزایشی بوده و در تیر ماه به حداکثر مقدار خود رسیده و از ابتدای تیر تا دهه دوم مرداد حول یک مقدار ثابت نوسان داشته و از اواسط مرداد تا انتهای دوره رشد،

۰/۳، بیشترین مقدار و به ازای MAD برابر ۰/۷، کمترین مقدار را دارد. بیشترین مقدار  $ET_c$  ۱۰ روزه به ازای مقادیر مختلف MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر ۲۶/۲۱، ۲۴/۴۰ و ۲۶/۷۱ میلی‌متر است که این مقادیر در تیر ماه اتفاق می‌افتد و کمترین مقدار  $ET_c$  به ترتیب برابر ۳/۰۶، ۲/۹۴ و ۲/۶۹ میلی‌متر و مربوط به فروردین ماه می‌باشد.

(۱ خرداد تا ۳۱ شهریور) مقدار  $ET_c$  نسبت به کل دوره حداکثر است هر چند که مقدار آن در این مرحله دارای نوسان نیز هست. این نوسانات می‌تواند به دلیل نوسانات شدید دمایی باشد. مقدار  $ET_c$  در مرحله نهایی (۱ مهر تا آخر آبان) روندی نزولی خطی دارد. با مقایسه مقدار نیاز آبی ارغوان برای مقادیر مختلف MAD ملاحظه می‌گردد که مقدار  $ET_c$  در سراسر طول دوره مورد مطالعه، در MAD برابر



شکل ۴- تغییرات تبخیر-تعرق ۱۰ روزه ارغوان به ازای مقادیر مختلف MAD در بافت لومرسی

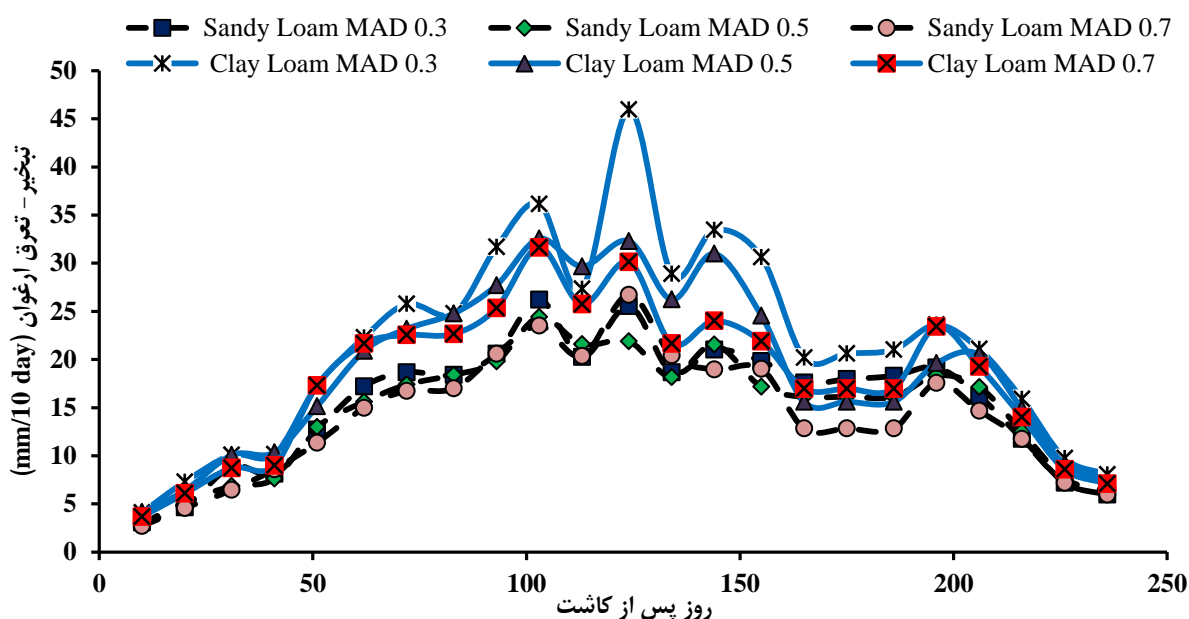
لوم‌شنی است (شکل ۵). میانگین  $ET_c$  ۱۰ روزه در مقادیر MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ در خاک لوم‌شنی به ترتیب برابر ۱۵/۵۶، ۱۴/۸۶ و ۱۴/۲۴ میلی‌متر و در خاک لومرسی برابر با ۲۱/۵۷، ۱۹/۰۲ و ۱۸/۰۶ میلی‌متر می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که در خاک لوم‌شنی ضریب هدایت موینگی لایه سطحی یک شبانه‌روز بعد از آبیاری به شدت کاهش پیدا می‌کند در حالی که هدایت موینگی در لایه سطحی خاک لومرسی طی این مدت همچنان بالا است. این مسئله باعث می‌شود که سرعت کاهش رطوبت خاک منطقه توسعه ریشه در اثر تبخیر، در خاک لوم‌شنی به شدت کم شود اما در خاک لومرسی سرعت کاهش رطوبت علی‌الخصوص در چند روز اول پس از آبیاری بالاتر از خاک لوم‌شنی است (علیزاده، ۱۳۹۷). مقدار  $ET_c$  در هر دو خاک لومرسی و لوم‌شنی در MAD ۰/۳ بیشتر از ۰/۵ و آن هم بیشتر از ۰/۷ است. دلیل این امر در دسترس بودن رطوبت بیشتر در تیمار تنش خشکی ۰/۳ نسبت به تیمار تنش خشکی ۰/۵ و آن هم بیشتر از تنش ۰/۷ است. در صورت تامین انرژی یکسان در سطح تبخیر و نیز یکسان بودن شرایط انتقال بخار آب از سطح تبخیر، هرچه رطوبت در محیط بیشتر باشد، مقدار تبخیر-تعرق بیشتر خواهد بود (Allen et al., 1998). این نتیجه با مطالعه راد و همکاران

تغییرات مقدار  $ET_c$  ارغوان در بافت لومرسی با وجود تفاوت در مقادیر، در کل روندی مشابه با روند تغییرات نیاز آبی در بافت لوم‌شنی (شکل ۳) دارد به این صورت که مقدار  $ET_c$  در همه سطوح MAD در مرحله ابتدایی رشد، کمترین مقدار است و در مرحله رشد و توسعه یعنی از ۱۱ فروردین تا ۳۱ خرداد، مقدار آن نسبت به زمان به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند و در مرحله میانی مقدار  $ET_c$  تقریباً ثابت است و مقدار میانگین آن نسبت به همه مراحل رشد حداکثر است و در مرحله نهایی مقدار  $ET_c$  روندی نزولی دارد. از بین سطوح مختلف MAD، مقدار  $ET_c$  در مقدار MAD برابر ۰/۳ نسبت به دو سطح دیگر بیشترین مقدار و در MAD برابر ۰/۷ کمترین مقدار را دارد. بیشترین مقدار  $ET_c$  ۱۰ روزه به ازای سطوح MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر ۴۵/۹۵، ۳۲/۵۴ و ۳۱/۶۴ میلی‌متر و در تیر ماه اتفاق می‌افتد و کمترین مقدار آن به ترتیب برابر ۴/۱۰، ۴/۱۶ و ۳/۶۷ میلی‌متر مربوط به دهه اول فروردین است. شکل (۵) روند تغییرات  $ET_c$  ارغوان در سطوح مختلف MAD در دو بافت لوم‌شنی و لومرسی را نشان می‌دهد.

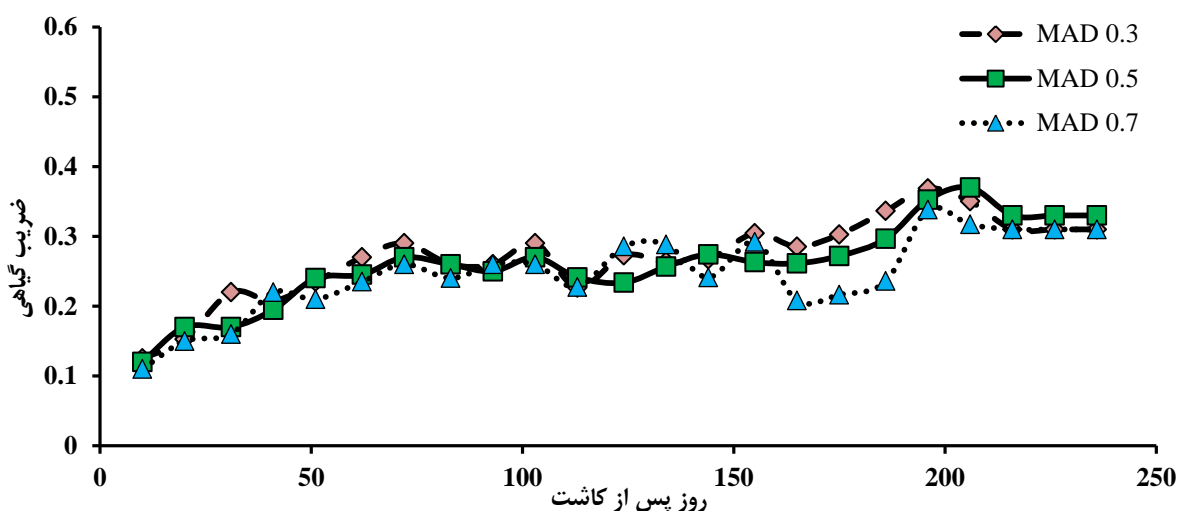
نتایج نشان می‌دهد که مقادیر نیاز آبی ارغوان در هر سه سطح تنش خشکی ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ در خاک لومرسی بیشتر از خاک



مطابقت دارد. در شکل‌های (۶) و (۷) روند تغییرات ضریب گیاهی ( $K_c$ ) ارغوان برای MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ در دو بافت لوم‌شنی و لومرسی نشان داده شده است.



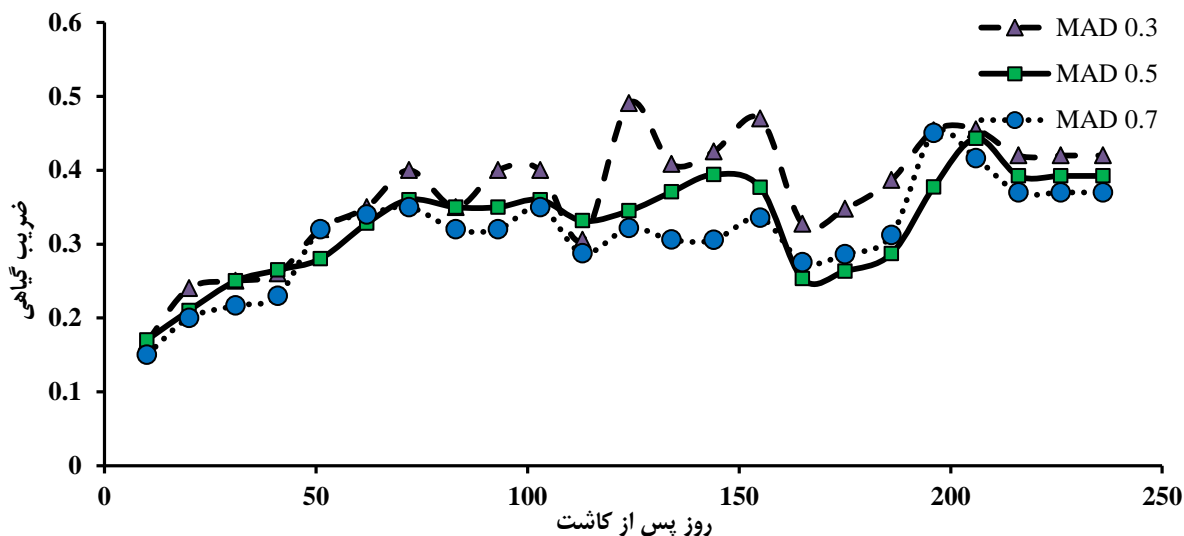
شکل ۵- روند تغییرات نیاز آبی ارغوان در سطوح MAD و بافت خاک



شکل ۶- تغییرات ضریب گیاهی ارغوان در MADهای مختلف در بافت لوم‌شنی

نهایی با کاهش فعالیت برگ‌ها و پیر شدن آنها مقدار  $K_c$  کاهش می‌یابد (صابری و همکاران ۱۳۹۶؛ قمرنیا و موسی‌بیگی، ۱۳۹۳). که این با نتایج Mostafazadeh-Fard et al., 2009 مطابقت دارد. مقایسه مقدار  $K_c$  در MADهای مختلف نشان می‌دهد که بیشترین مقدار  $K_c$  در MAD ۰/۳ و کمترین آن مربوط به MAD ۰/۷ است.

براساس شکل (۶) ملاحظه می‌شود که تغییرات ضریب گیاهی ارغوان در هر سه سطح MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ تقریباً روند مشابهی دارد و در مرحله اول رشد گیاه به دلیل رشد کم گیاه حداقل و در این مرحله سهم تبخیر بیشتر از سهم تعرق است. با بزرگ شدن برگ‌ها و توسعه اندام هوایی در مراحل بعد، افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار  $K_c$  در انتهای مرحله میانی (اواسط مهر ماه) اتفاق می‌افتد. در مرحله



شکل ۷- روند تغییرات ضریب گیاهی ارغوان در تنش‌های خشکی مختلف در بافت لومرسی

مقدار متوسط  $K_c$  ارغوان در دوره رشد در بافت لومرسی به ازای MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر است با ۰/۴۱، ۰/۴۶ و ۰/۴۱ و ۰/۳۴ و برای خاک لومرسی برابر با ۰/۳۶، ۰/۳۴ و ۰/۲۵ می‌باشد. مقدار میانگین ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد ارغوان در سطوح مختلف تنش خشکی و در دو بافت لومرسی و لومرسی در جدول (۲) آورده شده است.

روند تغییرات  $K_c$  در بافت لومرسی مشابه بافت لومرسی دارد همچنین مقادیر  $K_c$  در MADهای مختلف در خاک لومرسی همانند خاک لومرسی است. با مقایسه مقادیر در دو بافت لومرسی و لومرسی (شکل‌های ۶ و ۷) ملاحظه می‌گردد که مقدار  $K_c$  در بافت لومرسی در تمام مراحل و برای تمامی مقادیر MAD بیشتر از بافت لومرسی است که این با مطالعه (مسکینی و همکاران، ۱۳۹۶) مطابقت دارد.

جدول ۲- مقدار ضرایب گیاهی در مراحل مختلف رشد در MADها و بافت‌های مختلف خاک

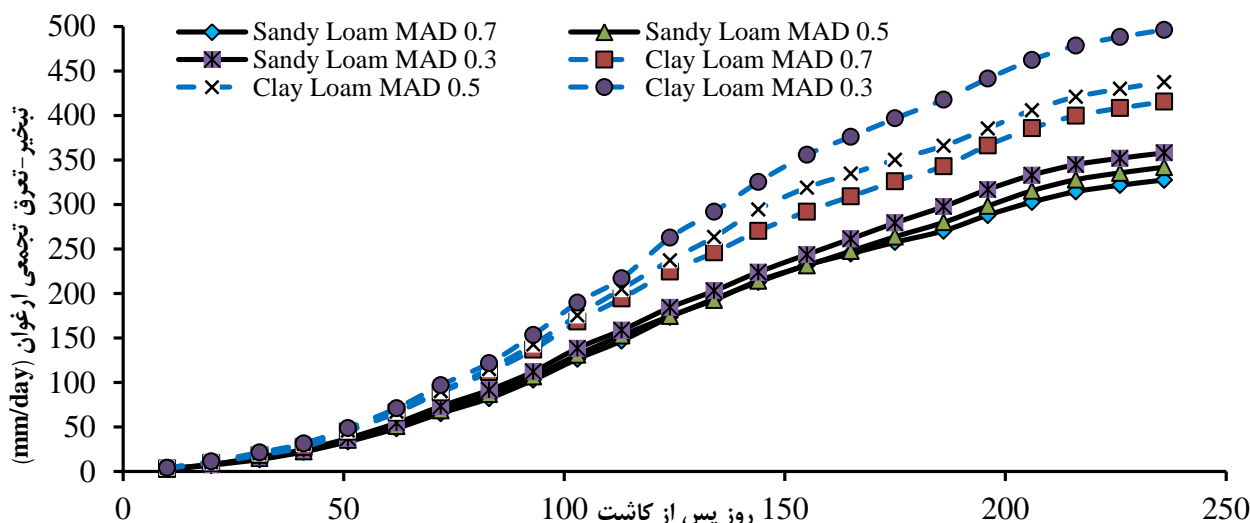
مرحله رشد	خاک لومرسی			خاک لوم شنی		
	MAD 0.3	MAD 0.5	MAD 0.7	MAD 0.3	MAD 0.5	MAD 0.7
ابتدایی	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱
رشد و توسعه	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۱۹
میانی	۰/۳۹	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۲۵
نهایی	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۳۷	۰/۳۴	۰/۳۱

آب مصرفی در خاک لومرسی بین MADهای ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ اختلاف بیشتری نسبت به خاک لومرسی دارند و در خاک لومرسی منحنی مربوط به هر سه MAD نزدیک به هم است. ترتیب نیازآبی تجمعی از بیشترین به کمترین عبارتست از خاک لومرسی و MAD ۰/۳، خاک لومرسی MAD ۰/۵، خاک لومرسی MAD ۰/۷، خاک لومرسی MAD ۰/۳، خاک لومرسی MAD ۰/۵ و خاک لومرسی MAD ۰/۷. علت کمتر بودن نیازآبی تجمعی ارغوان در بافت خاک لومرسی نسبت به بافت لومرسی را می‌توان به حفظ رطوبت بیشتر در آن می‌تواند به دلیل کاهش سریع ضریب هدایت موئینگی سطحی خاک باشد که در نتیجه کاهش ضریب هدایت موئینگی سطحی خاک، خروج آب از منطقه توسعه ریشه در اثر تبخیر نیز کاهش می‌یابد (علیزاده، ۱۳۹۷). این نتیجه با مطالعه (راد و همکاران، ۱۳۹۶) مطابقت دارد.

نتایج نشان داده شده در جدول (۳) حاکی از آن است که بیشترین مقدار  $K_c$  مربوط به خاک لومرسی و MAD ۰/۳ و کمترین مقدار در خاک لومرسی و MAD ۰/۷ اتفاق افتاده است. شکل (۸) نیازآبی خالص تجمعی ارغوان را در دو بافت خاک لومرسی و لومرسی در سه MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ نشان می‌دهد.

شکل تغییرات نیاز آبی تجمعی گیاه در طول دوره رشد S شکل یا سیگموئیدی است و در کل صعودی است. روند افزایش نیاز آبی در بازه‌های مختلف زمانی رشد متفاوت است به این صورت که شیب منحنی در ابتدا دوره کم و در میانه‌های دوره بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده و در انتهای دوره رشد از شیب آن کاسته می‌شود. مقایسه نیاز آبی تجمعی در دو بافت لومرسی و لومرسی نشان می‌دهد که مقدار آن برای تمامی مقادیر MAD در خاک لومرسی بیشتر از خاک لومرسی است. نکته دیگری که باید ذکر کرد این است که مقدار





شکل ۸- مقدار نیاز آبی تجمعی ارغوان در بافت‌های مختلف خاک و سطوح مختلف تنش خشکی

اقلیمی و ارتفاعی (مطالعه مورد: استان قم). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۶(۱۲): ۱۴۴۸-۱۴۶۲.

اسماعیل‌پور، ع. م.، علوی‌زاده، ا. م. و حسین‌زاده کرمانی، م. ۱۳۹۲. تعیین نیاز آبی گونه‌های گیاهی غالب شهری (مطالعه موردی: شهرستان تربت حیدریه). اولین کنفرانس ملی خدمات شهری و محیط زیست، مشهد، شهرداری مشهد.

پناهی، م.، دستورانی، م. ت. و مختاری، ح. ۱۳۹۲. مقایسه روش فائو پنمن مانیتث با برخی روش‌های دیگر در برآورد تبخیر-تعرق مرجع (مطالعه موردی: حوزه اسکندری در استان اصفهان)، دوازدهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر. کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

حیدری، ن. ۱۳۸۸. برنامه راهبردی بهبود بهره‌وری مصرف آب کشاورزی. گزارش پژوهشی طرح تحقیقاتی تدوین برنامه راهبردی بهره‌وری مصرف آب در کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۸/۶۵.

دلفان‌آذری، ن. ج.، رستمی‌شاهراجی، ت.، غلامی. و هاشمی‌گرمدره، س. ا. ۱۳۹۷. برآورد نیاز آبی و ارزیابی سطوح مختلف آبیاری بر پارامترهای رشدی نهال‌های کاج تهران (مطالعه موردی: تهران). مجله جنگل ایران. ۱۰(۲): ۲۳۷-۲۵۰.

راد، م. ه.، عصاره، م. ح. و سلطانی، م. ۱۳۹۶. نیاز آبی و کارایی مصرف آب در دو گونه اکالیپتوس (*Eucalyptus flocktoniae* Maiden and *E. leucoxyton* F. Muell). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۳(۳): ۴۴۱-۴۵۱.

## نتیجه‌گیری

فضای سبز شهری دارای کارکردهای بسیار مهمی نظیر تصفیه هوا، کاهش آلودگی‌های صوتی، ترسیب کربن، تعدیل دما، افزایش رطوبت نسبی، کاهش اثرات سیل و طوفان، جذب گرد و غبار، ایجاد فرصت تفریحی برای پرورش کودکان، آرامش روانی و درمان بیماری‌های روانی است (دلفان‌آذری، ۱۳۹۷). امروزه و در کشورهای نظیر کشور ما که با کمبود آب مواجه هستند، تامین آب فضای سبز در رقابت تنگاتنگی با بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب قرار دارد و معلوم نبودن نیاز آبی گونه‌های فضای سبز پیچیدگی مسئله را بیشتر می‌کند. در این شرایط تعیین ضریب گیاهی و نیاز آبی این گیاهان امری ضروری است. در این مطالعه ضریب گیاهی گونه ارغوان در دو بافت خاک لومرسی و لوم‌شنی در سه سطح MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ در منطقه کرج و از فروردین تا آبان سال ۱۳۹۸-۹۹ تعیین شد. نتایج نشان داد که مقدار متوسط ضریب گیاهی ارغوان برای بافت لوم‌رسی در سه مقدار MAD ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۷ به ترتیب برابر ۰/۴۶، ۰/۴۱ و ۰/۳۴ و برای خاک لوم‌شنی به ترتیب برابر ۰/۳۶، ۰/۳۴ و ۰/۲۵ می‌باشد. نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه کمک زیادی به افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی مصرف آب، مدیریت صحیح آبیاری فضای سبز، طراحی درست و بهینه سیستم‌های آبیاری، مخازن و ایستگاه‌های پمپاژ خواهد نمود.

## منابع

احمدالی، خ.، رضوانی‌اعتدالی، ه. و پورمحسنی، ع. ع. ۱۳۹۷. برآورد تبخیر-تعرق و نیاز آبی محصولات زراعی در مناطق با تنوع

- مقایسه برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی دو گونه اسکنیل (*Caligonum persicum*) و (*C. stenopterum*) در شرایط طبیعی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲۱(۱): ۳۳-۴۴.
- ناصری، ا.، عباسی، ف. و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۶۸(۱۸): ۱۷-۲۳.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9), D05109.
- Bossie, M., Tilahun, K., and Hordofa, T. 2009. Crop coefficient and evapotranspiration of onion at Awash Melkassa, Central Rift Valley of Ethiopia. Irrigation and Drainage Systems 23(1): 1-10.
- Costello, L., Matheny, N., and Clark, J. 2000. A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California the landscape coefficient method and WUCOLS III\*\* WUCOLS is the acronym for water use classifications of landscape species. University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources August WUCOLS 2000.
- Davis, C.C., Fritsch, P.W., Li, J., and Donoghue, M.J. 2002. Phylogeny and biogeography of *Cercis* (Fabaceae): evidence from nuclear ribosomal ITS and chloroplast *ndhF* sequence data. Systematic Botany 27(2): 289-302.
- Kafi, M., Borzoe, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., and Nabati, J. 2009. Physiology of Environmental Stress in Plants. Mashhad, Jahad Danshgahi Press. 502p.
- Lozano, C.S., Rezende, R., de Freitas, P.S., Hachmann, T.L., Santos, F.A., and Andrean, A.F. 2017. Estimation of evapotranspiration and crop coefficient of melon cultivated in protected environment. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 21(11): 758-762.
- Mostafazadeh-Fard, B., Heidarpour, M., and Hashemi, S.E. 2009. Species factor and evapotranspiration for an Ash (*Fraxinus rotundifolia*) and Cypress (*Cupressus arizonica*) in an arid region. Australian Journal of Crop Science 3(2): 71-82.
- Prasad, M.N.V. 1996. Plant ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc, New York 542 pp.
- Sternberg, P. 2012. Physiological and morphological basis for differences in growth, water use and drought resistance among *Cercis* L. Taxa (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Symes, P., Connellan, G., Buss, P., and Dalton, M. سجودی، ز. و میرزایی، ف. ۱۳۹۹. تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری. مجله مدیریت آب و آبیاری. ۱۰(۱): ۱۳۱-۱۴۱.
- شکرآباد، زاده، م. ر.، میری، ح. ر. و عباسی‌زاده، م. ۱۳۹۵. تعیین نیاز آبی گونه نارون (*Ulmus carpinifolia*) و خرزهره (*Nerium oleander*) با استفاده از روش WUCOLS III در فضای سبز شهر شیراز. همایش علمی پژوهشی کشاورزی، مهندسی ژنتیک و گیاهپزشکی ایران.
- صابری، ا.، رضایی، ف. و خاشعی‌سیوکی، ع. ۱۳۹۶. برآورد ضریب گیاهی اجغون (*Trachyspermum ammi*) در مراحل مختلف رشد به روش لایسبمتری در منطقه بیرجند. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب). ۳۱(۳): ۳۸۹-۳۹۸.
- علایی، ج.، کوچک‌زاده، م. و شریفی، ف. ۱۳۹۸. برآورد نیاز آبی و برنامه‌ریزی آبیاری درخت سنجد به عنوان فضای سبز شهری، نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳(۶): ۱۸۶۹-۱۸۷۸.
- علیزاده، ا. ۱۳۹۷. رابطه آب، خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ص ۷۲۸.
- عماد، م.، غیبی، ف.، رسولی، م.، خانجنازاده، ر. و محمدی، س. ۱۳۹۱. گیاهان دارویی - صنعتی ارغوان. انتشارات گنج دانش، ص ۴۲.
- فرهمنده، ه. و خوشخوی، م. ۱۳۸۰. بررسی پیشبرد افزایش جنسی و رویشی ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.). مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۲(۱-۲): ۲۵-۳۸.
- قائم‌بایگی، م.، رائینی سرجاز، م. و موسوی بایگی، م. ۱۳۹۲. برآورد ضریب گیاهی و تبخیر-تعرق گندم رقم گاسکوژن در مشهد با استفاده از روش تراز انرژی. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران. ۳(۳): ۵۸-۶۸.
- قمرنیا، ه. و موسوی‌بیگی، ف. ۱۳۹۳. برآورد نیاز آبی، ضرایب گیاهی یک جزیبی و دوجزیبی نعنای فلفلی (*Mentha pipertia* L.). آب و خاک. ۲۸(۴): ۶۷۰-۶۷۸.
- مسکینی، ف.، محمدی، م. ح.، نیشابوری، م. ر. و شکاری، ف. ۱۳۹۶. برآورد ضریب تخلیه مجاز رطوبتی خاک برای گیاه کلزا و گندم با استفاده از برخی ویژگی‌های گیاهی و خاک. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۸(۴): ۷۴۹-۷۵۸.
- مسکینی، ف.، محمدی، م. ح.، نیشابوری، م. ر. و شکاری، ف. ۱۳۹۵. برآورد ضریب تخلیه مجاز رطوبتی خاک برای گیاه کلزا و گندم با استفاده از برخی ویژگی‌های گیاهی و خاک. تحقیقات آب و خاک ایران، ۸۴(۸): ۷۴۹-۷۵۸.
- مصلح‌آرانی، ا.، احقاقی، ر.، عظیم‌زاده، ح. ر. و زرگران، م. ر. ۱۳۹۲.

Zahreddine, H.G., Struve, D.K., and Talhouk, S.N. 2007. Growth and nutrient partitioning of containerized *Cercis siliquastrum* L. under two fertilizer regimes. *Scientia Horticulturae* 112(1): 80-88.

2008. Developing Water Management Strategy for Complex Landscapes. In Irrigation Australia 2008 Conference, Best Practice Open Space Irrigation Workshop. Melbourne Exhibition Centre, May (pp. 20-22).

## Determination of Crop Coefficient of *Cercis siliquastrum* L. in Different Soil Textures and Irrigation Levels

H. Rahimi<sup>1</sup>, Kh. Ahmadaali<sup>\*2</sup>, V. Etemad<sup>3</sup>

Received: Aug.25, 2020

Accepted: Sep.30, 2020

### Abstract

Not only urban development and consequently the need to increase the green space, but also the shortage in water resources, the need to optimal allocation of water to different demands, and limited information of urban green space make a necessary to determine the crop coefficient and water requirements of green space species. The factorial experiment aimed to investigate the evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) and crop coefficient (K<sub>c</sub>) of *Cercis siliquastrum* L. with two factors of soil texture (clay loam and sandy loam) and drought stress (0.3, 0.5, and 0.7 of MAD) based on a completely randomized blocks design (CRBD) with 10 replications in the climatic conditions of Karaj during 2019-2020. Our findings indicated that 10-day ET<sub>c</sub> under 0.3, 0.5, and 0.7 MAD were 15.56, 14.86 and 14.24 mm in clay loam and 21.57, 19.02 and 18.06 mm in sandy loam soil, respectively. The ET<sub>c</sub> increased with progressing in drought stress (from 0.7 to 0.3 MAD) in both clay loam and sandy loam soils. The total net water requirements of *Cercis siliquastrum* L. in clay loam soil under 0.3, 0.5 and 0.7 MAD were 45.15, 388.58 and 381.41 mm, respectively, and it was recorded as 353.02, 317.59 and 290.54 mm, respectively, in sandy loam soil. The mean K<sub>c</sub> of *Cercis siliquastrum* L. during the growing period in clay loam soil under 0.3, 0.5, and 0.7 MAD were obtained to be 0.36, 0.32, and 0.31, respectively. In sandy loam soils, this value was determined as 0.27, 0.26, and 0.24 under 0.3, 0.5, and 0.7 MAD, respectively.

**Keywords:** Evapotranspiration, Management allowable depletion, Soil water balance, Urban greenspace

1- M.Sc. Student, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Assistant Professor, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3- Associate Professor, Department of Forestry and Forest Economics, Faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(\*- Corresponding Author Email: khahmadauli@ut.ac.ir)