اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۸، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰، ص ۱۷۶-۱۶۱

بررسی نیاز آبی گونه‌های زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia* Mill) و توت نرک (*Morus alba*) تحت تنش‌های مختلف آبی در منطقهٔ خشک (مطالعهٔ موردی: شهر رباط‌کریم)

محمد عسگری[۱]، محسن جوانمیری‌پور[۲]، وحید اعتماد[۳*]، عبدالمجید لیاقت[۴]

۱. دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲. دانش‌آموختهٔ دکتری علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. دانشیار، گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استاد، گروه آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۹/۰۷/۰۴، تاریخ تصویب ۱۳۹۹/۱۱/۳۰)

چکیده

در محیط‌های کم‌باران که درگیر خشکسالی هستند، حفاظت و توسعهٔ پوشش گیاهی و فضای سبز با چالش‌های کم‌آبی و یا بی‌آبی روبه‌رو است. هدف از تحقیق حاضر، مقایسهٔ نیاز آبی گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک به عنوان گونه‌های استفاده‌شده در فضای باز و گلخانه در شهر رباط‌کریم، واقع در جنوب غربی استان تهران است. پژوهش پیش رو در دو محیط گلخانه و عرصه صورت گرفته و نهال‌ها از دو گونهٔ درختی در قالب طرح کاملاً تصادفی در عرصه و در داخل گلدان کاشته شدند. پژوهش حاضر دارای دو مرحله است و هر مرحله شامل چندین فاز است. نتایج نشان داد در گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک، سریع‌ترین زمان رسیدن به نقطهٔ حد مجاز کاهش رطوبت به‌ترتیب ۴ روز (از ۶ تا ۹ تیر) و ۴ روز (از ۶ تا ۹ تیر، ۱۰ تا ۱۳ تیر و ۲۹ تیر تا ۱ مرداد) در گلخانه و سریع‌ترین زمان رسیدن به نقطهٔ حد مجاز کاهش رطوبت به‌ترتیب ۷ روز (از ۹ تا ۱۵ تیرماه و ۹ تا ۱۵ امرداد) و ۹ روز (از ۱۲ تا ۲۰ خرداد، ۱ تا ۹ تیر و ۲ تا ۱۰ شهریور) در عرصه است. بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در گلخانه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱۱ تا ۱۲ تیرماه برابر با ۱۹/۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۱۵/۶ درصد رطوبت وزنی یا ۳۸/۶ میلی‌متر بوده است. در حالی که بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در گلخانه و طی ماه‌های مختلف در روز ۶ تا ۷ تیرماه برابر با ۱۲/۸ درصد رطوبت حجمی؛ ۹/۸۳ درصد رطوبت وزنی یا ۳۲ میلی‌متر بوده است. بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در عرصه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱ تا ۲ تیرماه برابر با ۶/۲ درصد رطوبت حجمی یا ۴/۳ درصد رطوبت وزنی بوده است، در حالی که بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در عرصه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱۸ تا ۱۹ مردادماه برابر با ۳/۷۵ درصد رطوبت حجمی یا ۲/۷ درصد رطوبت وزنی بوده است. به‌طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد زبان‌گنجشک و توت نرک بر حسب شدت نیاز آبی و دور آبیاری از زیاد به کم در عرصه و گلخانه طبقه‌بندی می‌شوند.

کلیدواژگان: تبخیر- تعرق، تنش آبی، حد مجاز کاهش رطوبت، دور آبیاری، زبان‌گنجشک و توت نرک.

* نویسنده مسئول

Email: Vetemad@ut.ac.ir

مقدمه

آب یکی از مواد حیاتی مورد نیاز انسان، حیوان و گیاهان است. وفور یا کمبود این مادهٔ حیاتی، تغییراتی در سیمای طبیعت و محیط زیست پدید می‌آورد [۱ و ۲]. خشکی پدیده‌ای است که برحسب شدت در تعیین حدود و رویش و پرورش انواع گیاهان اثری قطعی و انکارناپذیر دارد [۳]. در مواقع بروز خشکسالی‌های ادواری، گاه محصولات زراعی متکی به نزولات آسمانی در معرض نابودی قرار می‌گیرند و از سوی دیگر، سایر محصولات و امکانات مبتنی بر کاشت و نگهداشت گیاهان نظیر محصولات آبی یا جنگل‌کاری‌ها، پارک‌ها و تفرجگاه‌های مختلف نیز بنا به درجهٔ حساسیت خود از کمبود دسترسی به آب آسیب می‌بینند [۴]. چون پدیدهٔ خشکی از دیرباز در وضعیت اقتصادی و اجتماعی انسان‌ها دخیل بوده و بر رفتار انسان‌ها نیز بسیار تأثیر شگرفی دارد، پس انسان باید ماهیت آن را بر اساس موازین علمی به‌خوبی بشناسد و با به‌کارگیری روش‌های مناسب علاوه بر حفظ بقا گام در راه توسعهٔ پایدار بگذارد و ضمن بهبود شرایط محیط زیستی برای خود امکان حفاظت و بهره‌برداری معقولانه و علمی را از منابع طبیعی اعم از خاک، پوشش گیاهی و آب فراهم کند [۱].

امروزه نقش و اهمیت فضاهای سبز مانند جنگل‌کاری‌ها در محیط زیست و کیفیت زندگی به‌طور چشمگیری رو به افزایش است [۵]. به همین دلیل، در بیشتر کشورها، فضای سبز جزء تفکیک‌ناپذیر تصمیم‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین به شمار می‌آیند و از این‌رو کارکردهای مختلفی دارند [۶]. در بررسی آثار روانی–اجتماعی فضای سبز باید گفت که انسان، در هر شرایطی روزانه به چند ساعت فضای ساکت و آرام نیاز دارد که فضای سبز می‌تواند این فضا را تأمین کند [۷]. همچنین، از مهم‌ترین آثار فضای سبز، کارکرد زیست‌محیطی آنهاست که شهرها را به‌عنوان محیط زیستِ جامعهٔ انسانی معنادار کرده است و با آثار سوء گسترش صنعت و کاربرد نادرست تکنولوژی مقابله می‌کند و سبب افزایش کیفیت زیستی شهرها می‌شود [۸]. از نظر Mass و همکاران (۲۰۰۶) این موضوع در کنار بازدهی اکولوژیک فضای سبز که علاوه بر زیباسازی بخش‌های شهری، کاهش دمای محیط، تولید اکسیژن و افزایش نفوذپذیری خاک در مقابل انواع بارش و غیره، اهمیت توسعهٔ فضای سبز را دوچندان می‌کند [۹].

طبیعی است که در محیط‌های کم‌باران که درگیر خشکسالی هستند حفظ و در عین حال، توسعهٔ پوشش گیاهی و فضای سبز با چالش‌های جدی روبه‌رو است [۱۰]. منظرهای طراحی‌شده و فضاهای سبز نیز، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، جزء مهم‌ترین مصرف‌کنندگان آب‌های شیرین هستند و اغلب نیز به دلیل مسائل فرهنگی و استراتژیک، بیش از دیگر بخش‌های مصرف‌کنندهٔ آب یعنی صنعت، کشاورزی و غیره مورد هجوم و انتقاد هستند [۶]. در زمینهٔ منظرسازی و فضای سبز، استفاده از گیاهان غیربومی و پرمصرف از لحاظ آب مشکلات را چند برابر کرده است. راه حلی که بسیاری از کشورهای مناطق خشک برای استفادهٔ عاقلانه از منابع آب مورد نیاز آبیاری در منظرسازی و طراحی محیطی به کار بسته‌اند، الگوهایی از منظرسازی در مناطق خشک است که در آن با به‌کارگیری از یک سری اصول و راهکار، مصرف آب را به حداقل ممکن می‌رسانند [۱۱]. استفادهٔ صحیح و منطبق از اصول منظرسازی کم‌نیاز به آب نه تنها موجب محدودیت طراحان و مسئولان فضای سبز و عدم جذابیت مناظر شهری نمی‌شود، بلکه فرصتی است برای کمک به اکوسیستم برای احیای منابع آب و مرمت ذخایر گیاهی و جانوری بومی منطقه که علاوه بر مزایای محیط زیستی، مزایای اقتصادی و زیبایی‌شناختی را نیز به دنبال خواهد داشت. به همین منظور، هرگونه راهکار و برنامه‌ای که وابستگی انسان را به منابع آب منطقه‌ای کاهش دهد، نه تنها از لحاظ اقتصادی مورد قبول است، بلکه از لحاظ محیط زیستی و اخلاقی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

زهتابیان و فرشی (۱۳۷۸) به بررسی نیاز آبی گیاهان فضای سبز در مناطق خشک پرداخته‌اند، آنها در این بررسی شش گونهٔ سرو نقره‌ای، عرعر، زبان‌گنجشک، نارون، بنه و کاج تهران را در منطقهٔ کاشان بررسی کردند. آنها با استفاده از عوامل جوی طولانی‌مدت ۲۷ ساله، فرمول تجربی پنمن‌ـ مانتیث و خصوصیات گیاه، نیاز آبی برای شش نوع پوشش گیاهی فضای سبز کاشان را برای درختانی مثل زبان‌گنجشک و نارون (نسبتاً مقاوم به خشکی و خزان‌شونده)، سرو شیراز، کاج تهران، سرو نقره‌ای و خمره‌ای، عرعر و بنه (به‌شدت مقاوم به خشکی و خزان‌شونده) با محاسبه و کم کردن میزان بارندگی مؤثر از نیاز آبی، نیاز آب آبیاری خالص برای این شش نوع پوشش گیاهی را با فواصل زمانی ده‌روزه مشخص و منحنی تغییرات آن را طی فصل آبیاری تعیین کردند [۱۲].

راد و همکاران (۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقاتی شهید صدوقی یزد به بررسی نیاز آبی اکالیپتوس و تأثیر مقدار آب مصرفی در تولید مادهٔ خشک در این گیاه پرداختند. آنها در بررسی خود از لایسیمترهای وزنی زهکش‌دار با ارتفاع ۱/۶ و قطر ۱/۲۱ متر استفاده کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد با افزایش مقدار رطوبت خاک، حجم مادهٔ خشک تولیدی در این گیاه تا ۱/۷ برابر زیادتر می‌شود، آنها در تحقیق خود در راستای تأثیر تنش خشکی بر رشد گیاه، ضریب گیاهی را برای اکالیپتوس طی سه تیمار رطوبتی مورد بررسی قرار دادند که نتیجهٔ آن بیانگر این موضوع است که با افزایش تنش خشکی، میزان مصرف آب در گیاه کاهش پیدا کرده و با افزایش میزان آب در دسترس گیاه مقدار آب مصرف‌شده توسط آن نیز افزایش یافته است. به‌طوری که این گونه در صورت وجود رطوبت در فصول گرم گاه تا ۲/۸ برابر تبخیر- تعرق از گیاه مرجع نیز تبخیر- تعرق داشته و این موضوع نشان‌دهندهٔ مصرف زیاد آب در این گونه است [۱۳].

نیاز آبی گونه‌های گیاهی خرزهره و نارون با استفاده از روش وکولس‌تری و همچنین، محاسبهٔ تبخیر ـ تعرق مرجع با استفاده از روش تلفیقی فائو پنمن- مانتیث بررسی شده 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 [۱۴]. دلفان آذری و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص‌های رشدی نهال‌های زبان‌گنجشک (*Fraxinus rotundifolia* Mill) در فضای سبز شهر تهران پرداختند. نتایج نشان داد آبیاری با سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، سبب کاهش معنادار ارتفاع، طول شاخه، قطر تاج، فراوانی برگ، شادابی و سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد [۱۵]. سجودی و میرزایی (۱۳۹۹) در پژوهشی به تعیین نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری در شهر کرج پرداختند. نتایج پژوهش یادشده نشان داد میزان تبخیر ـ تعرق گونهٔ زبان‌گنجشک در بازهٔ ۷ ماهه از فروردین تا آبان ۱۳۹۷ با استفاده از لایسیمترهای زهکش‌دار برابر با ۹۸۳ میلی‌متر محاسبه شده است [۱۶].

با وجود واقع شدن سرزمین ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک تا کنون به اهمیت استفادهٔ بهینه از آب در جنگل‌کاری‌ها و فضاهای سبز همانند سایر مسائل اکولوژیک کمتر توجه شده و در تحقیقات مربوط به زمینهٔ جنگل‌کاری و فضای سبز، نیاز آبی نهال‌های گونه‌های کاشته‌شده مورد غفلت واقع شده است و تمرکز تحقیقات همواره بر تعیین نیاز آبی گونه‌های زراعی و باغی استوار بوده است [۱۶]. از آنجا که سهم کاشتِ گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک در جنگل‌کاری‌ها و فضاهای سبز نظیر پارک‌ها، میدان‌ها و معابرِ خیابانی در شهر رباط‌کریم به عنوان منطقهٔ خشک بسیار است، این دو گونه برای تحقیق حاضر انتخاب شدند. بنابراین، هدف بررسی حاضر مقایسهٔ نیازهای آبی گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک به عنوان گونه‌های مورد استفاده در فضای باز و گلخانه در شهر رباط‌کریم واقع در جنوب غربی استان تهران است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مطالعه‌شده

منطقهٔ مطالعه‌شده، شهرستان رباط‌کریم یکی از شهرستان‌های استان تهران، با وسعتی معادل ۲۷۵ کیلومتر مربع و با متوسط طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۰۴ دقیقه و متوسط عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع متوسط از سطح دریا برابر ۱۰۵۰ متر است. منطقهٔ مطالعه‌شده بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن گسترش یافته دارای تیپ اقلیم خشک با میانگین بارش سالیانه ۱۴۷/۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۷/۷ درجهٔ سانتی‌گراد است [۱۲].

روش انجام مطالعه

پژوهش حاضر به دو روش کاشت در عرصهٔ طبیعی و به صورت کاشت گلخانه‌ای در مجاورت عرصهٔ جنگل‌کاری شده به‌اجرا درآمد. برای این منظور، قطعه‌ای از زمین‌های در حال جنگل‌کاری و بخشی از گلخانهٔ شهرداری رباط‌کریم در اختیار پژوهشگران مطالعهٔ حاضر قرار گرفت. به منظور انجام پژوهش حاضر، از گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک استفاده شد.

چاله‌کنی و کاشت نهال‌ها در اسفندماه ۱۳۹۶ صورت گرفت که بلافاصله پس از کاشت، قطر نهال‌های کاشته‌شده توسط کولیس (میلی‌متر) و ارتفاع نهال‌های کاشته‌شده توسط متر (سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. سپس، نهال‌ها تا هفتهٔ اول اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۷ به صورت هفتگی تحت آبیاری سنگین و مراقبت قرار گرفته تا سبب استقرار هر چه بهتر نهال‌ها شود.

کاشت نهال‌ها در داخل گلدان در گلخانه در نیمهٔ فروردین ۱۳۹۷ صورت گرفت. پس از خارج کردن نهال‌ها

از پلاستیک، نهال‌ها در داخل آب قرار داده شدند و از همان خاکی که شهرداری برای پر کردن چاله‌های کاشت خود استفاده می‌کند، استفاده شد تا بافت خاک در عرصه و گلخانه یکسان باشد.

به منظور مطالعهٔ تعیین نیاز آبی گونه‌های مورد نظر از هر گونه تعداد ۲۰ عدد نهال در چهار تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی کاشته شد. نهال‌های استفاده‌شده از نهالستان بزرگ کرج تهیه شد. ابعاد چاله‌های کاشت مطابق آنچه در شرایط معمولی کشت توسط شهرداری‌ها صورت می‌گیرد ۷۵×۵۰×۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و فاصلهٔ کاشت آنها ۳×۳ متر در نظر گرفته شد. خاک حاصل از چاله‌کنی از منطقه خارج شده و از خاکی که در گلخانهٔ شهرداری رباط‌کریم با کود حیوانی ترکیب شده بود و دارای خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی است، جایگزین شد که بافت خاک در مثلث بافت خاک برابر با لوم- سیلت –رس[1] است و سپس، از هر گونه به تعداد ۲۰ اصله نهال کاشته شد (چهار تکرار پنج‌تایی). در این پژوهش هر نهال به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شده و با توجه به ریسک خشک شدن نهال‌ها و یا هر اتفاق دیگری تعداد هر واحد آزمایش به ۵ اصله افزایش داده شد.

گام اول مطالعه شامل تعیین نیاز آبی، تعیین دور آبیاری مناسب برای گونه‌ها و ارزیابی روش‌های محاسباتی تبخیر ـ تعرق است. به منظور تعیین نیاز آبی و تعیین دور آبیاری برابر با برنامهٔ پیش‌بینی‌شده، مراحل زیر به اجرا درآمد:

۱- تعیین ظرفیت زراعی (FC)[2] که غالباً به روش گلدانی انجام می‌شود.

در این روش ابتدا تعداد سه عدد گلدان که هر یک حاوی دو کیلوگرم خاک بود، انتخاب و در مکان سایه‌دار قرار داده شد. گلدان‌ها را از آب اشباع کرده و روی گلدان‌ها با پلاستیک پوشانده شد تا مانع تبخیر آب شود. سپس، چند سوراخ روی پلاستیک‌ها ایجاد شد تا فرایند مکش و تخلیهٔ آب ثقلی به‌راحتی اتفاق بیفتد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، خاک حاوی هر گلدان را کاملاً مخلوط کرده و نمونه‌ای از آن را داخل یک قوطی فلزی گذاشته و وزن قوطی و خاک‌تر یادداشت شد و سپس، قوطی در آون در دمای ۱۰۵درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت نمونه دوباره توزین شد، بعد از تفاضل وزن خاک خشک از وزن خاک تر که پیش‌تر توزین شده، مقدار آب موجود در خاک به دست آمد. مقدار آب به‌دست‌آمده بر وزن خشک خاک تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد و درصد آب خاک یا ظرفیت زراعی به‌دست آمد.

۲- محاسبهٔ حد مجاز کاهش رطوبت (MAD)[3]

برای تعیین محاسبهٔ حد مجاز کاهش رطوبت هم در گلخانه و هم در عرصه اقدامات لازم به شرح زیر صورت گرفت:

در این مرحله برای محاسبهٔ حد مجاز کاهش رطوبت، از میان نهال‌هایی که در گلدان کاشته شده بودند، چهار گلدان از هر گونه انتخاب شد. هدف از انتخاب چهار گلدان، ایجاد چهار تکرار است تا اطلاعات به‌دست‌آمده صحت بیشتری داشته باشد. کلیهٔ نهال‌های انتخاب‌شده مورد آبیاری سنگین قرار گرفتند، به طوری که رطوبت در روز دوم با توجه به آزمایش مرحلهٔ اول به اندازهٔ ظرفیت زراعی قرار گیرد. با این احتساب که در روز دوم رطوبت خاک به خود ظرفیت زراعی رسیده است از روز دوم هر روز گلدان‌ها بدون آنکه آبیاری شوند، وزن شدند و هر روز از نظر ویژگی‌های ظاهری، آناتومی، شادابی و سلامتی نهال‌ها بررسی شدند. این اقدام تا روزی که اولین نشانه‌ها یا واکنش‌های گیاه به کاهش آب مشاهده شود (علائم اولیه شامل لوله شدن برگ یا تغییر زاویهٔ برگ نسبت به افق هستند) ادامه یافت. در این حالت، داده‌های مربوط به وزن گلدان در آن روز، تعداد روزهای سپری‌شده از اولین روز آبیاری و وضعیت ظاهری نهال‌ها به منظور محاسبهٔ کاهش وزن آب و تعیین MAD ثبت شد. از این مرحله به بعد اگر این شرایط ادامه پیدا کند، گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد و برگ‌ها رو به زردی و پژمردگی پیش می‌روند. به منظور تعیین حد مجاز کاهش رطوبت در عرصه نیز از هر گونه، چهار نهال انتخاب شد. در روز اول یک آبیاری سنگین صورت گرفت و به تعبیری رطوبت در روز دوم به اندازهٔ ظرفیت زراعی قرار داشت. در داخل عرصه به دلیل وجود محدودیت مبتنی بر عدم امکان توزین رطوبت نهال‌ها، فقط رطوبت حجمی خاک توسط دستگاه Soil Moisture Meter به صورت روزانه و در ساعت معینی همراه با وضعیت ظاهری نهال‌ها اندازه‌گیری شدند تا روزی که اولین نشانه‌ها یا واکنش‌های گیاه به کمبود آب در نهال‌های موجود در عرصه

1. Loam- Silt- Clay
2. Field Capacity
3. Management Allowable Depletion

مشاهده شود که این علائم اولیه شامل لوله‌ای شدن برگ یا تغییر زاویهٔ برگ نسبت به افق هستند (نقطهٔ MAD). در این حالت داده‌های مربوط به رطوبت حجمی در آن روز و تعداد روزهای سپری‌شده از اولین روز آبیاری و وضعیت ظاهری نهال برداشت می‌شوند. اگر این شرایط ادامه پیدا کند، برگ‌ها رو به زرد شدن و پژمردگی پیش می‌روند.

۳- مرحلهٔ سوم: محاسبهٔ تبخیر ـ تعرق (ETc) و تعیین نیاز آبی

به واسطهٔ آبیاری نهال‌ها در روزهای متوالی و اندازه‌گیری رطوبت خاک به صورت روزانه در داخل گلخانه و نیز در عرصه، می‌توان وزن آب مصرفی که در واقع، همان نیاز آبی نهال‌ها است را محاسبه کرد.

روی نهالی که به عنوان شاهد در مرحلهٔ اول در نظر گرفته شده بود (پس از استقرار گیاه در یک بازهٔ زمانی ۱۵ تا ۳۰ روزه) یک آبیاری سنگین صورت گرفت و پس از ۲۴ ساعت نسبت به توزین گلدان‌های آبیاری‌شده، اقدام شد. وزن کردن گلدان‌ها به صورت روزانه در ساعت معینی انجام گرفت و وزن هر گلدان در هر روز از وزن همان گلدان در روز قبلی کسر شد (رابطهٔ ۱) که با انجام این کار مقدار تبخیر ـ تعرق (ETc) محاسبه شد (رابطهٔ ۲)؛ [۱۷].

$$ETc = W1 - W2 \quad (۱)$$

که در آن W_1 وزن گلدان در روز اول و W_2 وزن گلدان در روز دوم است.

$$ETc = (\theta_{FC} - \theta_i) * Dr \quad (۲)$$

در این رابطه θ_{FC} رطوبت زراعی، θ_i رطوبت قبل از آبیاری روز بعد و Dr عمق توسعهٔ ریشه است.

ETc به‌دست‌آمده می‌تواند به صورت وزنی یا حجمی به شرح زیر محاسبه شود (رابطهٔ ۳):

رطوبت وزنی= وزن خاک گلدان/ ETc رطوبت حجمی
= حجم خاک / ETc (۳)

در داخل عرصه نیز دوباره به دلیل عدم امکان توزین نهال‌ها در جهت آگاهی داشتن نسبت به وزن یا همان آب مصرفی توسط نهال، با استفاده از دستگاه Soil Moisture Meter به صورت روزانه و در ساعت معینی درصد رطوبت حجمی خاک اندازه‌گیری شد و درصد رطوبت حجمی خاک در هر روز از درصد رطوبت حجمی خاک در روز قبلی کم شد که با انجام این کار، مقدار تبخیر ـ تعرق (ETc) محاسبه شد. با انجام مرحلهٔ سوم هم دور آبیاری و هم نیاز آبی نهال‌های کاشته‌شده تعیین شد.

گام دوم مطالعه: اثر تنش آبی با افزایش دور آبیاری

در گام دوم مطالعه به اثر تنش آبی با افزایش دور آبیاری پرداخته شد که شرح اقدامات و عملیات انجام‌شده به شرح زیر در دو مرحله ارائه می‌شود:

۱- مرحلهٔ اول: برای انجام تیمارهای خشکی و تنش آبی تعداد ۳ نهال از هر گونه انتخاب شد. درمجموع، تعداد ۱۴۴ نهال شامل چهار تکرار و سه سطح خشکی (۲، ۴ و ۶ روز پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD) برای دو گونهٔ یادشده هم به صورت گلخانه‌ای و هم در عرصه در نظر گرفته شده و آزمایش شدند. به این صورت که نهال‌هایی که به نقطهٔ MAD می‌رسیدند، بلافاصله آبیاری نمی‌شدند و تحت سه تنش خشکی ۲، ۴ و ۶ روز پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD قرار گرفتند.

۲- مرحلهٔ دوم: گلدان‌هایی که به منظور انجام تنش در نظر گرفته شدند تا اول خرداد به طور معمول آبیاری شده و از این تاریخ به بعد تحت تنش خشکی در سه سطح (۲، ۴ و ۶ روز پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD) قرار داده شدند. در هر ماه وضعیت نهال‌های هر یک از سطوح مختلف تنش اندازه‌گیری شد. پارامترهای قابل اندازه‌گیری به صورت کمی و کیفی شامل تعداد برگ، ابعاد برگ (میلی‌متر)، ارتفاع نهال (سانتی‌متر)، قطر بن نهال با کولیس (میلی‌متر)، وزن برگ خشک، وزن خشک شاخه و ساقه (گرم)، شادابی برگ‌ها (مطلوب، متوسط و رنگ پریده) و سلامت نهال (سالم، نیمه‌سالم و آفت‌زده) بودند.

با استفاده از نرم‌افزار SPSS پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگرف – اسمیرنوف)، مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از روش تجزیهٔ واریانس و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

میانگین قطر گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک در آغاز مطالعهٔ عرصه به‌ترتیب برابر با ۷/۵ و ۷/۷ و در گلخانه به‌ترتیب برابر با ۸/۴ و ۷/۶ میلی‌متر است، در حالی که برای پایان مطالعه به‌ترتیب برابر با ۱۲ و ۱۳/۲ در عرصه و ۱۱/۴ و ۱۰/۳ در گلخانه است. همچنین، میانگین ارتفاع گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک در آغاز مطالعه در

عرصه به‌ترتیب برابر با ۷۷/۱ و ۸۰ سانتی‌متر و در گلخانه به‌ترتیب برا بر با ۸۷/۴ و ۷۹ سانتی‌متر است، در حالی که برای پایان مطالعه برابر با ۹۱ و ۹۴ در عرصه و ۱۰۴/۶ و ۱۰۸ در گلخانه است (جدول ۱).

همان‌طور که از جدول ۱ مشخص است، برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک، سریع‌ترین زمان رسیدن به نقطهٔ MAD به‌ترتیب ۴ روز (از ۶ تا ۹ تیرماه) و ۴ روز (از ۶ تا ۹ تیر، ۱۰ تا ۱۳ تیر و ۲۹ تیر تا ۱ مرداد) در گلخانه است. در گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک بیشترین وزن اولیهٔ گلدان (درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین) در گلخانه به‌ترتیب برابر با ۵ و ۹/۱ کیلوگرم و بیشترین وزن گلدان در نقطهٔ MAD (درصد رطوبت حجمی در نقطهٔ MAD) در گلخانه به‌ترتیب برابر با ۲/۳ و ۶/۷ کیلوگرم است (جدول ۲).

جدول ۱. تعداد، میانگین قطری و ارتفاعی گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک (± انحراف معیار) در عرصه و گلخانه

مکان کشت		عرصه		گلخانه	
	نام گونه	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک
در بدو کاشت	تعداد گونه	۱۵	۱۶	۲۶	۲۲
	میانگین قطر (میلی‌متر)	۷/۵ (۰/۷)	۷/۷ (۱/۲)	۸/۴ (۱/۶)	۷/۶ (۱)
	میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)	۷۷/۱ (۸/۵)	۸۰ (۱۰/۴)	۸۷/۴ (۱۳)	۷۹ (۱۲/۶)
در پایان	تعداد گونه	۱۴	۱۶	۲۶	۲۲
	میانگین قطر (میلی‌متر)	۱۲ (۱/۷)	۱۳/۲ (۲/۶)	۱۱/۴ (۲/۸)	۱۰/۳ (۱/۷)
	میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)	۹۱ (۱۴)	۹۴ (۹/۹)	۱۰۴/۶ (۱۲)	۱۰۸ (۱۳/۵)

جدول ۲. محاسبهٔ حد مجاز کاهش رطوبت در گلخانه برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت

ردیف	روزهای سپری‌شده		وزن اولیهٔ گلدان پس از آبیاری سنگین (کیلوگرم)		وزن گلدان در نقطهٔ MAD (کیلوگرم)		مشاهدات ظاهری	
	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک
۱	۱۱	۱۱	۴/۳۷	۸/۷۵	۱/۹۷	۶/۷	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲	۸	۸	۴/۳	۹/۱۲۵	۱/۶۳	۶/۶۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۳	۱۰	۱۰	۳/۴۲	۷/۸۷	۱/۶۷	۶	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۴	۹	۹	۳	۷/۵۵	۱/۳۳	۶/۴۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۵	۱۰	۱۰	۴/۳	۸/۹۵	۱/۷۶	۶/۷۷	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۶	۷	۷	۳/۵	۷/۷۵	۲/۲۶	۶/۷۷	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۷	۵	۵	۴/۰۳	۷/۵۷	۲	۶/۶	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۸	۴	۴	۴/۰۶	۷/۷۵	۱/۹۳	۶/۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۹	۵	۴	۴/۵	۸/۷۵	۲/۲۳	۶/۴۷	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۰	۶	۵	۴/۵	۸/۷۵	۱/۹۶	۶/۶	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۱	۵	۵	۴/۵	۷/۴۵	۲/۰۳	۶/۴۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۲	۶	۵	۴/۹۶	۸/۷۵	۲/۰۶	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۳	۶	۴	۴/۵	۷/۸	۲/۰۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۵	۶	۵	۴/۴۳	۷/۹	۲/۲۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۶	۶	۵	۴/۴	۸/۲	۲/۱۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۷	۵	۵	۴/۲۳	۸/۲۲	۲/۱۶	۶/۱۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۸	۵	۵	۴/۳۳	۸/۳	۲/۳	۶/۱	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۹	۵	۵	۴/۳۶	۸/۲	۲/۲۳	۶/۴۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۰	۶	۵	۴	۸/۷۵	۲/۰۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۱	۷	۵	۵	۸/۲	۲/۴۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۲	۷	۵	۴/۳۳	۸/۲	۲/۱۳	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۳	۷	۵	۴/۵	۸/۳۲	۲/۳۲	۶/۵۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۴	۸	۶	۴/۳	۸/۳۲	۲/۰۳	۶/۱۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۵	۱۰	۶	۴/۵	۸/۳۲	۲/۲۳	۶/۱	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۶	۱۰	۷	۴/۵	۸/۴	۲/۲۳	۵/۶۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۷	۱۰	۷	۴/۵۳	۷/۷۵	۲/۰۳	۵/۷۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۸	۱۱	۹	۴/۵	۷/۸۵	۲/۱۶	۵/۹۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۹	۱۰	۹	۴/۵۳	۸/۶۵	۲/۳	۵/۸۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۳۰	---	۱۰	---	۸/۶۵	---	۵/۴۷	---	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۳۱	---	۱۰	---	۸/۷۷	---	۵/۵۲	---	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۳۲	---	۱۰	---	۸/۷۲	---	۵/۵۲	---	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها

همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است، برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک، سریع‌ترین زمان رسیدن به نقطهٔ MAD به‌ترتیب ۷ روز (از ۹ تا ۱۵ تیرماه و ۹ تا ۱۵ مردادماه) و ۹ روز (از ۱۲ تا ۲۰ خرداد، ۱ تا ۹ تیر و ۲ تا ۱۰ شهریورماه) در عرصه است. برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک بیشترین درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین به‌ترتیب برابر با ۴۴ و ۴۹ است. همچنین، بیشترین درصد رطوبت حجمی در نقطهٔ MAD برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک به‌ترتیب برابر با ۸ و ۱۳/۵ است (جدول ۳).

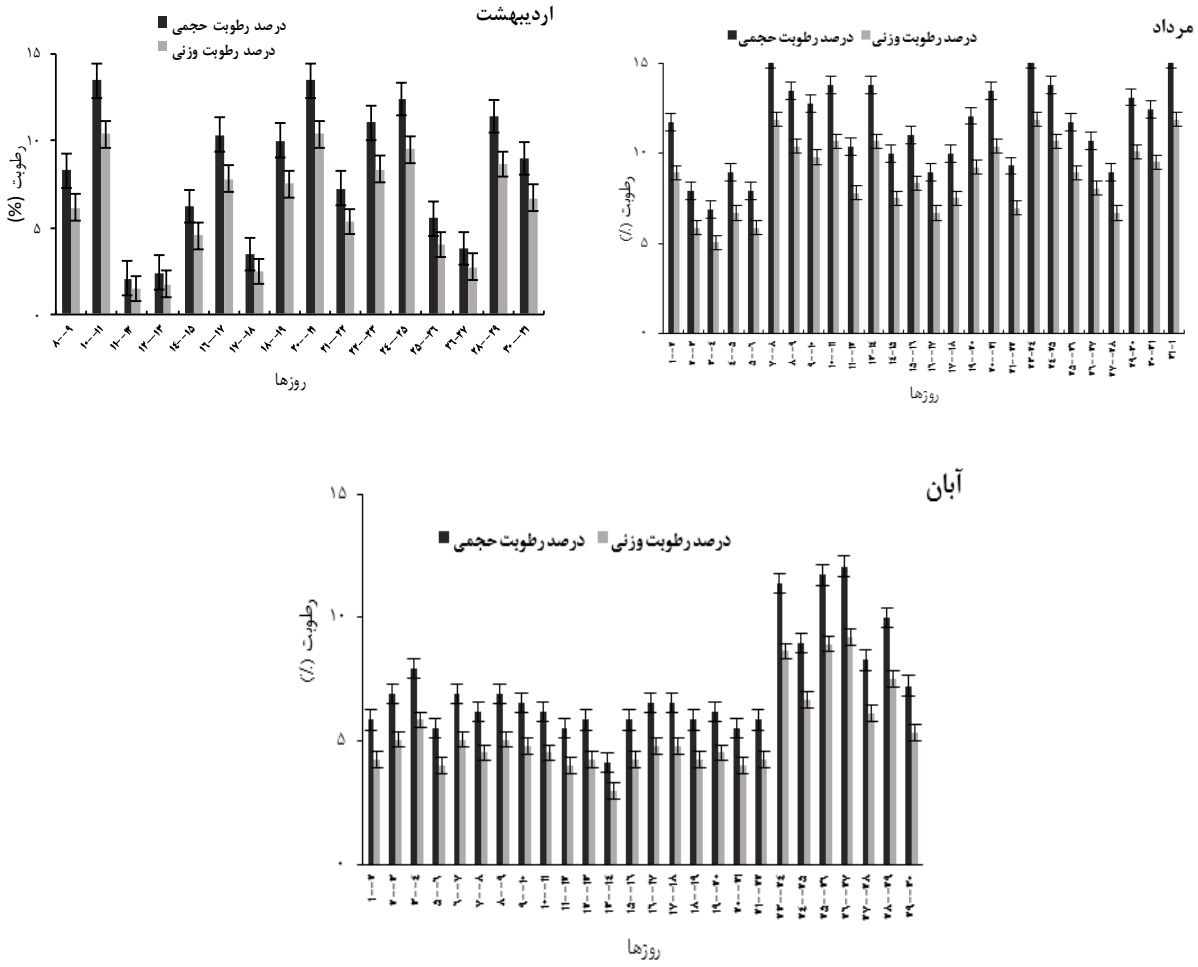
جدول ۳. محاسبهٔ حد مجاز کاهش رطوبت در عرصه برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک

ردیف	روزهای سپری‌شده		روزهای سپری‌شده	ساعت پس از آبیاری سنگین		درصد رطوبت حجمی در نقطهٔ MAD		مشاهدات ظاهری	
	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک
۱	۱۱	۱۱	–	–	–	–	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲	۱۰	۹	–	–	–	–	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۳	۱۰	۱۰	–	–	–	–	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۴	۸	۹	۳۸/۴	۴۸/۵	۴/۶	۱۳/۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۵	۷	۱۱	۴۰	۴۴/۷	۲	۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۶	۸	۱۱	۳۵/۲	۴۵	۸/۸	۵/۴	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۷	۸	۱۰	۴۲	۴۳/۶	۳/۳	۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۸	۸	۱۱	۳۶/۷	۴۷/۴	۳/۴	۶/۱	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۹	۷	۱۱	۳۸/۳	۴۶/۵	۴	۴/۶	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۰	۹	۹	۴۱	۴۷	۳/۶	۴/۳	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۱	۸	۱۱	۳۹/۷	۴۵	۴/۴	۴/۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۲	۸	۱۱	۴۰	۴۳	۳/۷	۴/۹	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۳	۸	۱۲	۴۴	۴۰	۳/۹	۴/۵	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۴	۹	۱۱	۴۱	۴۲	۴	۴/۶	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۵	۸	۱۱	۳۷	۴۳	۳/۶	۴/۴	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۶	۹	۱۲	۴۰	۴۷	۳/۹	۴/۱	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۷	۱۰	۱۳	۴۱	۴۹	۳/۵	۴/۲	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۸	۱۳	---	۳۹	---	۳/۷	---	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۱۹	۱۲	---	۴۲	---	۳/۸	---	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها
۲۰	۱۳	---	۴۴	---	۴/۲	---	خمیدگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها	جمع شدن و چروکیدگی برگ‌ها

برآورد تبخیر تعرق گونهٔ زبان‌گنجشک در گلخانه

نمودارهای درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی زبان‌گنجشک در گلخانه در طی ماه‌های مختلف (اردیبهشت الی آبان ماه ۱۳۹۷) بررسی گردید که به اختصار نمودارهای ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آبان که معرف تیمارهای آغازین، میانی و پایانی مطالعه هستند به شرح شکل ۱ است.

بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در گلخانه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱۱ تا ۱۲ تیرماه برابر با ۱۹/۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۱۵/۶ درصد رطوبت وزنی یا ۳۸/۶ میلی‌متر بوده است و همچنین، کمترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در روز ۶ تا ۷ شهریورماه برابر با ۲/۴ درصد رطوبت حجمی؛ ۱/۷ درصد رطوبت وزنی یا ۴/۸ میلی‌متر بوده است (شکل ۱).

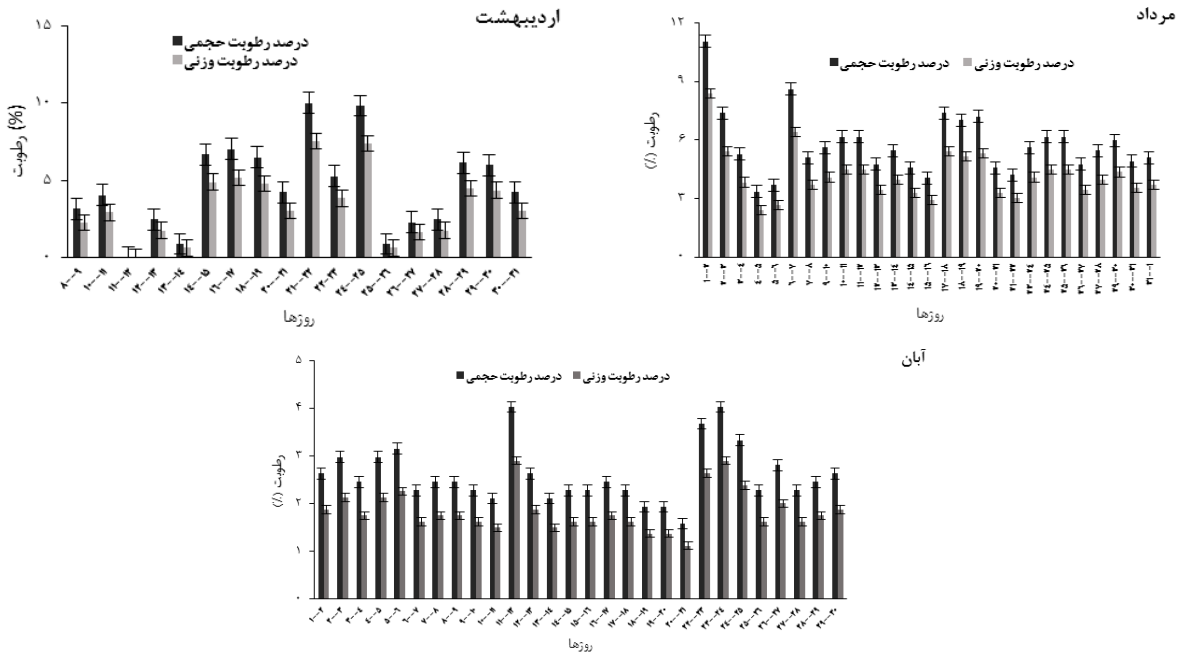


شکل ۱. درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونهٔ زبان‌گنجشک طی ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آبان در گلخانه

برآورد تبخیر تعرق گونهٔ توت نرک در گلخانه

نمودارهای درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی توت نرک در گلخانه در طی ماه‌های مختلف (اردیبهشت الی آبان ماه ۱۳۹۷) بررسی گردید که به اختصار نمودارهای ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آبان که معرف تیمارهای آغازین، میانی و پایانی مطالعه هستند به شرح شکل ۲ است.

بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در گلخانه و طی ماه‌های مختلف در روز ۶ تا ۷ تیرماه برابر با ۱۲/۸ درصد رطوبت حجمی؛ ۹/۸۳ درصد رطوبت وزنی یا ۳۲ میلی‌متر بوده است و همچنین، کمترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در روز ۱۱ تا ۱۲ اردیبهشت‌ماه برابر با ۰/۰۴ درصد رطوبت حجمی؛ ۰/۰۱ درصد رطوبت وزنی یا ۱ میلی‌متر بوده است (شکل ۲).

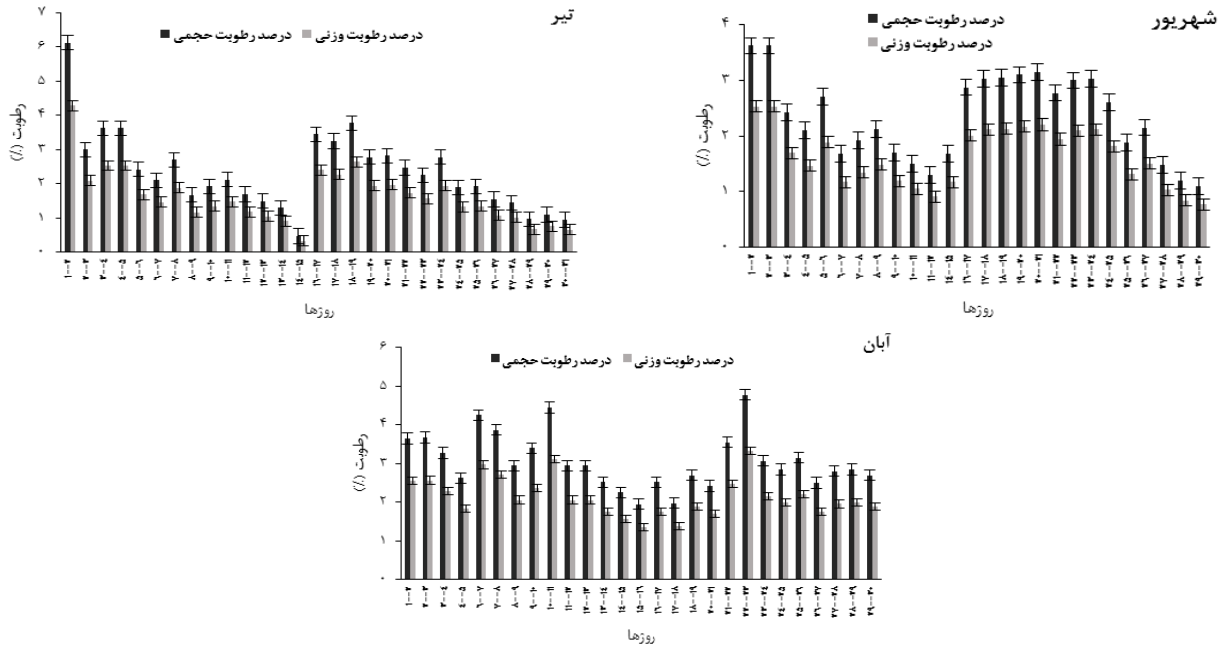


شکل ۲. درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر- تعرق (ETc)) گونهٔ توت نرک طی ماه‌های اردیبهشت، مرداد و آبان در گلخانه

برآورد تبخیر تعرق گونهٔ زبان‌گنجشک در عرصه

نمودارهای درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی زبان‌گنجشک در عرصه در طی ماه‌های مختلف (تیر الی آبان ماه ۱۳۹۷) بررسی گردید که به اختصار نمودارهای ماه های تیر، شهریور و آبان که معرف تیمارهای آغازین، میانی و پایانی مطالعه هستند به شرح شکل ۳ است.

بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در عرصه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱ تا ۲ تیرماه برابر با ۶/۲ درصد رطوبت حجمی یا ۴/۳ درصد رطوبت وزنی بوده است و همچنین، کمترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال زبان‌گنجشک در روز ۱۴ تا ۱۵ تیرماه برابر با ۰/۴۸ درصد رطوبت حجمی یا ۰/۳۳ درصد رطوبت وزنی بوده است (شکل ۳).

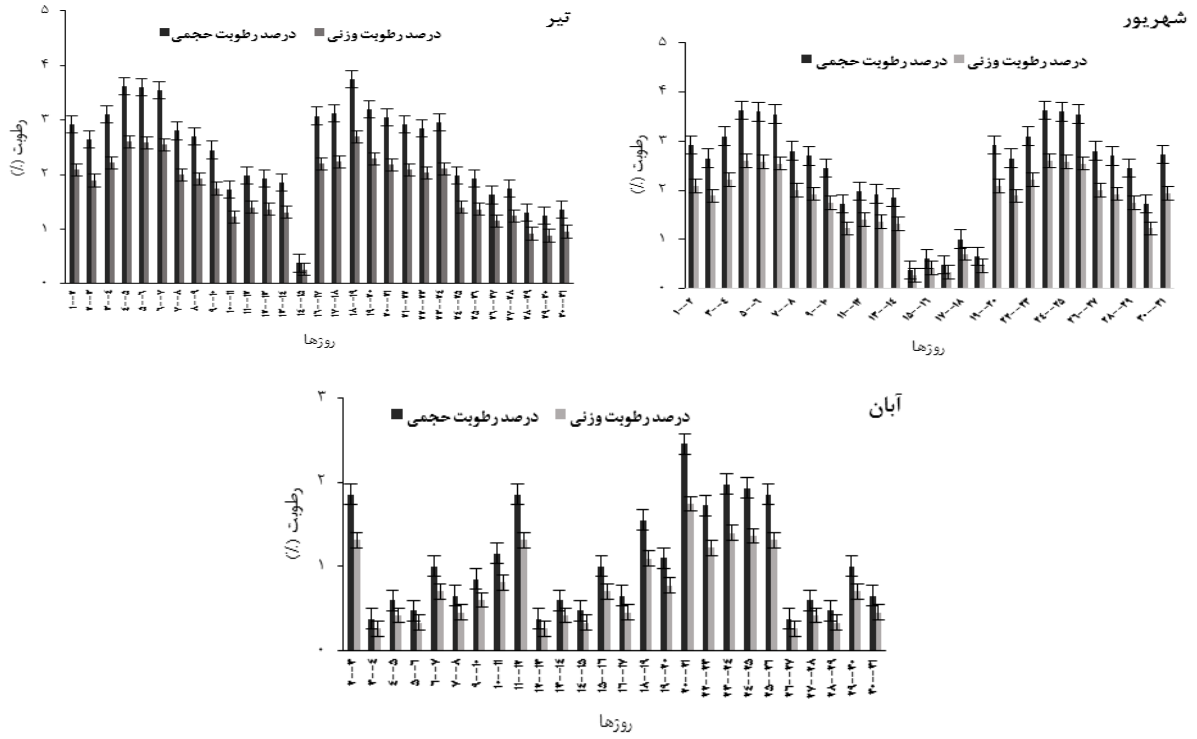


شکل ۳. درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر- تعرق (ETc)) گونهٔ زبان‌گنجشک طی ماه‌های تیر، شهریور و آبان در عرصه

برآورد تبخیرـ تعرق گونهٔ توت نرک در عرصه

نمودارهای درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی توت نرک در عرصه در طی ماه‌های مختلف (تیر الی آبان ماه ۱۳۹۷) بررسی گردید که به اختصار نمودارهای ماه‌های تیر، شهریور و آبان که معرف تیمارهای آغازین، میانی و پایانی مطالعه هستند به شرح شکل ۴ است.

بیشترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در عرصه و طی ماه‌های مختلف در روز ۱۸ تا ۱۹ مردادماه برابر با ۳/۷۵ درصد رطوبت حجمی یا ۲/۷ درصد رطوبت وزنی بوده است و همچنین، کمترین رطوبت مصرفی استفاده‌شدهٔ نهال توت نرک در روز ۱۴ تا ۱۵ تیرماه برابر با ۰/۳۸ درصد رطوبت حجمی یا ۰/۲۶ درصد رطوبت وزنی بوده است (شکل ۴).



شکل ۴. درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیرـ تعرق (ETc)) گونهٔ توت نرک طی ماه‌های تیر، شهریور و آبان در عرصه

همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، تعداد بازهٔ زمانی فرا رسیدن نقطهٔ MAD برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک طی دورهٔ مطالعه (۷ اردیبهشت تا ۳۰ آبان) در عرصه به‌ترتیب، ۲۹ و ۳۲ دورهٔ زمانی است. وزن گلدان در نقطهٔ MAD، اولین مرحله‌ای است که بیانگر آغاز تنش آبی است. متوسط وزن گلدان‌ها پس از تنش‌های، ۲، ۴ و ۶ روز پس از MAD در جدول ۴ درج شده است که کمترین متوسط وزن گلدان در تنش ۶ روزه برای گونهٔ زبان‌گنجشک، ۱/۱ کیلوگرم و برای گونهٔ توت نرک ۴/۵۷ کیلوگرم است. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد چون سطح معنادار از ۰/۰۱ بزرگ‌تر است، بنابراین با اطمینان ۹۹ درصد، فرض H_0 تأیید می‌شود، یعنی بین میانگین وزن گلدان در روزهای مختلف پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD اختلاف معناداری وجود ندارد.

همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، تعداد بازهٔ زمانی فرا رسیدن نقطهٔ MAD برای گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک طی دورهٔ مطالعه (۱ خرداد تا ۳۰ آبان) در عرصه به‌ترتیب، ۲۰ و ۱۷ دورهٔ زمانی است. درصد رطوبت حجمی نهال در نقطهٔ MAD، اولین مرحله‌ای است که بیانگر آغاز تنش آبی است. متوسط درصد رطوبت حجمی پس از تنش‌های، ۲، ۴ و ۶ روز پس از MAD در جدول ۵ درج شده است که کمترین متوسط درصد رطوبت حجمی در تنش ۶ روزه برای گونهٔ زبان‌گنجشک، ۱/۱ درصد و برای گونهٔ توت نرک ۳/۷ درصد است. نتایج تجزیهٔ واریانس نشان می‌دهد چون سطح معناداری از ۰/۰۱ بزرگ‌تر است، بنابراین با اطمینان ۹۹ درصد، فرض H_0 تأیید می‌شود، یعنی بین میانگین درصد رطوبت حجمی در روزهای مختلف پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD اختلاف معناداری وجود ندارد.

جدول ۴. وزن گلدان‌های زبان‌گنجشک و توت در نقطهٔ MAD (کیلوگرم) و در ۲، ۴ و ۶ روز بعد از نقطهٔ MAD در گلخانه

تعداد بازهٔ زمانی فرا رسیدن نقطهٔ MAD	وزن گلدان در نقطهٔ MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ۲ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ۴ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ۶ روز بعد از MAD (کیلوگرم)	
	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک
۱	۶/۶۲	۱/۹۷	۶/۳۷	۱/۸۵	۶/۰۷	۱/۸۲۵	۵/۸۲	۱/۸
۲	۵/۳۷	۱/۶۳	۵/۰۷	۱/۵۳	۴/۹	۱/۴۳	۴/۶۷	۱/۴۳
۳	۵/۶۲	۱/۶۷	۵/۴	۱/۴۳	۵/۱۵	۱/۳۳	۴/۸۷	۱/۳
۴	۵/۳	۱/۳۳	۵/۰۷	۱/۲	۴/۸	۱/۱	۴/۵۷	۱/۱
۵	۵/۹۲	۱/۷۶	۵/۷	۱/۶	۵/۴۷	۱/۴۶	۵/۲۵	۱/۴۶
۶	۵/۹۷	۲/۲۶	۵/۵	۱/۷	۵/۲۷	۱/۵۶	۵/۰۷	۱/۵۳
۷	۵/۸	۲	۵/۵۲	۱/۸	۵/۱	۱/۶	۴/۷۷	۱/۶
۸	۵/۸	۱/۹۳	۵/۴۸	۱/۷	۵/۴۴	۱/۵۶	۵/۳	۱/۵۳
۹	۶/۷	۲/۲۳	۶/۴	۲	۶/۰۵	۱/۹	۵/۷	۱/۸۳
۱۰	۶/۶۲	۱/۹۶	۶/۳۷	۱/۸	۶/۰۷	۱/۶۶	۵/۷	۱/۶۳
۱۱	۶	۲/۰۳	۵/۸۲	۱/۸	۵/۶۲	۱/۶۶	۵/۴	۱/۶۶
۱۲	۶/۴۲	۲/۰۶	۶/۱۵	۱/۹	۵/۸۷	۱/۷۶	۵/۵۵	۱/۷۶
۱۳	۶/۷۷	۲/۰۳	۶/۵	۱/۸	۶/۱۷	۱/۶۶	۵/۸۷	۱/۶۶
۱۴	۶/۷۷	۲/۰۳	۶/۵	۱/۹	۶/۱۷	۱/۷۴	۵/۸۷	۱/۷۴
۱۵	۶/۶	۲/۲۳	۶/۳۲	۲/۰۹	۶/۰۴	۲	۵/۸۶	۲
۱۶	۶/۵	۲/۱۳	۶	۱/۸۷	۵/۵۴	۱/۶۶	۵/۲۱	۱/۶۶
۱۷	۶/۴۷	۲/۱۶	۶/۲۳	۲	۵/۹۴	۱/۸۷	۵/۶۹	۱/۸۷
۱۸	۶/۶	۲/۳	۶/۲۳	۲/۱۳	۵/۹۷	۲	۵/۴۱	۲
۱۹	۶/۴۲	۲/۲۳	۶/۰۳	۲/۱۲	۵/۷۱	۲	۵/۴۳	۲
۲۰	۶/۵۵	۲/۰۳	۶/۳	۱/۹	۶	۱/۷۶	۵/۸	۱/۷۶
۲۱	۶/۵۵	۲/۴۳	۶/۴۵	۲/۲۰	۶/۳	۲	۶	۲
۲۲	۶/۵۵	۲/۱۳	۶/۴۵	۲	۶/۳	۱/۷۵	۶	۱/۷۵
۲۳	۶/۵۵	۲/۳۲	۶	۲/۱۵	۵/۸	۲	۵/۶	۱/۸
۲۴	۶/۱۵	۲/۰۳	۵/۸	۱/۹	۵/۵	۱/۷	۵/۳	۱/۵
۲۵	۶/۱	۲/۲۳	۵/۸	۲	۵/۵	۱/۸	۵/۳	۱/۵
۲۶	۶/۶۵	۲/۲۳	۶/۴	۲	۶	۱/۸	۵/۸	۱/۶
۲۷	۵/۷۵	۲/۰۳	۵/۶	۱/۶	۵/۳	۱/۵	۵/۱	۱/۵
۲۸	۵/۹۲	۲/۱۶	۵/۷	۲	۵/۵	۱/۸	۵/۴	۱/۶
۲۹	۵/۸۲	۲/۳۰	۵/۷	۲/۱۰	۵/۵	۲	۵/۳	۱/۸
۳۰	۵/۴۷	–	۵/۳	–	۵	–	۴/۸	–
۳۱	۵/۵۲	–	۵/۴	–	۵/۱	–	۴/۹	–
۳۲	۵/۵۲	–	۵/۳	–	۵	–	۴/۸	–

جدول ۵. تنش آبی گونهٔ ون و توت در بازهٔ زمانی در سه سطح خشکی ۲، ۴ و ۶ روز پس از فرا رسیدن نقطهٔ MAD در عرصه

تعداد بازهٔ زمانی فرا رسیدن نقطهٔ MAD	درصد رطوبت حجمی در نقطهٔ MAD		درصد رطوبت حجمی ۲ روز بعد از MAD		درصد رطوبت حجمی ۴ روز بعد از MAD		درصد رطوبت حجمی ۶ روز بعد از MAD	
	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک	توت نرک	زبان‌گنجشک
۱	–	–	–	–	–	–	۱	–
۲	–	–	–	–	–	–	۲	–
۳	–	–	–	–	–	–	۳	–
۴	۱۳/۵	۴/۶	۱۲/۳	۴	۱۳/۵	۳/۸	۴	۳/۵
۵	۲	۲	۱	۱/۸	۲	۱/۵	۵	۱/۱
۶	۵/۴	۸/۸	۵	۸	۵/۴	۷/۸	۶	۷/۵
۷	۸	۳/۳	۷	۳	۸	۲/۷	۷	۲/۵
۸	۶/۵	۴/۳	۶	۴	۶/۵	۳/۸	۸	۳/۵
۹	۴/۶	۵/۱	۴/۳۲	۴/۹	۴/۶	۴/۶	۹	۴/۳
۱۰	۴/۳۰	۳/۶	۴/۱۰	۳/۴۴	۴/۳۰	۳/۲۸	۱۰	۳/۰۷
۱۱	۴/۲	۴/۴	۴	۴/۲۸	۴/۲	۴/۰۵	۱۱	۳/۸۸
۱۲	۴/۹	۳/۷	۴/۷۰	۳/۵	۴/۹	۳/۳۵	۱۲	۳/۱۵
۱۳	۴/۵	۳/۹	۴/۳۰	۳/۶	۴/۵	۳/۵	۱۳	۳/۴
۱۴	۴/۶	۴	۴/۵۰	۳/۷	۴/۶	۳/۶	۱۴	۳/۵
۱۵	۴/۴	۳/۶	۴/۲۰	۳/۵	۴/۴	۳/۴	۱۵	۳/۲
۱۶	۴/۱۰	۳/۹	۴	۳/۶	۴/۱۰	۳/۴۰	۱۶	۳/۳۰
۱۷	۴/۲۰	۳/۵	۴/۱۰	۳/۳	۴/۲۰	۳	۱۷	۲/۸۰
۱۸	–	۳/۷	–	۳/۵	–	۳/۳	–	۳
۱۹	–	۳/۸	–	۳/۵	–	۳/۴	–	۳/۱۰
۲۰	–	۴/۲۰	–	۴	–	۳/۸	–	۳/۶

نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانهٔ گونه‌های زبان‌گنجشک و توت نرک در ماه‌های مختلف در گلخانه و عرصه، به شرح جدول‌های ۶ و ۷ است. بیشترین نیاز آبی کل در ماه برای گونهٔ زبان‌گنجشک به‌ترتیب در گلخانه و عرصهٔ مربوط به ماه مرداد (۵۹۷/۳۴) و ماه آبان (۸۲/۶۵) میلی‌متر است. همچنین، بیشترین نیاز آبی کل در ماه برای گونهٔ توت نرک به‌ترتیب در گلخانه و عرصهٔ مربوط به ماه‌های تیر و مرداد (۴۴۸/۳۱) و ماه تیر (۷۱/۳۵) میلی‌متر است.

جدول ۶. نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانه گونهٔ زبان‌گنجشک در ماه‌های مختلف در گلخانه و عرصه

نیاز آبی ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	۲۶۰/۰۴	۴۶۴/۹	۵۸۶/۳	۵۹۷/۳۴	۵۴۹/۷۵	۳۴۷/۶۴	۳۷۳/۱۷
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	۱۱/۳	۱۴/۹	۱۸/۹۱	۱۹/۲۶	۱۷/۷۳	۱۱/۵۸	۱۲/۴۳
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)؛ عرصه	–	–	۶۷/۷۲	۷۰/۶۰	۶۰/۷۷	۷۷/۳۷	۸۲/۶۵
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)؛ عرصه	–	–	۲/۱۸	۲/۲۷	۲/۰۲	۲/۵۷	۲/۷۵

جدول ۷. نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانهٔ گونهٔ توت نرک در ماه‌های مختلف در گلخانه و عرصه

نیازآبی ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	۲۰۴/۸۵	۳۶۳/۲۱	۴۴۸/۳۱	۴۴۸/۳۱	۳۴۳/۸۹	۲۵۴/۱۴	۱۸۲/۰۴
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	۸/۹	۱۱/۷۱	۱۴/۴۶	۱۴/۴۶	۱۱/۰۹	۸/۴۷	۶/۰۶
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	–	–	۷۱/۳۵	۷۰/۳۲	۶۹/۸۲	۳۶/۸۲	۲۷/۵۷
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)؛ گلخانه	–	–	۲/۳۰	۲/۲۶	۲/۲۵	۱/۲۲	۰/۹۱

بحث و نتیجه‌گیری

آبیاری باید با تخمین درست از نیاز آبی گیاه اعمال شود. برای نیل به این هدف، یکی از راهکارهای عملی برای افزایش راندمان مصرف آب، آگاهی از نیاز آبی گیاهان کشت شده است [۱۵ و ۱۶]. نتایج نشان داد به طور کلی میزان رویش (قطری و ارتفاعی) در عرصه و گلخانه تقریباً مشابه است (جدول ۱). از آنجا که شرایط محیطی و غذایی برای توت نرک و زبان‌گنجشک موجود در محیط عرصه و گلخانه یکسان بوده است، به نظر می‌رسد که رویش تحت عامل وراثتی بوده و مربوط با عوامل محیطی و غذایی نباشد. کاهش تعداد نهال‌ها در دو محیط عرصه و گلخانه طی دورهٔ مطالعه‌شده (جدول ۱) به دلیل خشک شدن نهال‌ها است. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد (جدول ۶) که نیاز آبی گونهٔ زبان‌گنجشک در گلخانه در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۲۶۰/۰۴، ۴۶۴/۹، ۵۸۶/۳، ۵۹۷/۳۴، ۵۴۹/۷۵، ۳۴۷/۶۴ و ۳۷۳/۱۷ میلی‌متر است. به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانهٔ این گونه در گلخانه در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۱۱/۳، ۱۴/۹، ۱۸/۹۱، ۱۹/۲۶، ۱۷/۷۳، ۱۱/۵۸ و ۱۲/۴۳ میلی‌متر در روز است. این مقدار برای عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری در خاک در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۶۷/۷۲، ۷۰/۶۰، ۶۰/۷۷، ۷۷/۳۷، ۸۲/۶۵ میلی‌متر است. به بیانی، نیاز آبی روزانه گونهٔ زبان‌گنجشک در عرصه در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۲/۱۸، ۲/۲۷، ۲/۰۲، ۲/۵۷ و ۲/۷۵ میلی‌متر است. نیاز آبی گونهٔ توت نرک در گلخانه در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۲۰۴/۸۵، ۳۶۳/۲۱، ۴۴۸/۳۱، ۳۴۳/۸۹، ۲۵۴/۱۴، ۲۵۴/۱۴ و ۱۸۲/۰۴ میلی‌متر است. بنابراین، میانگین نیاز آبی روزانهٔ گونهٔ توت نرک در گلخانه در ماه‌های یادشده به‌ترتیب برابر با ۸/۹، ۱۱/۷۱، ۱۴/۴۶، ۱۴/۴۶، ۱۱/۰۹، ۸/۴۷ و ۶/۰۶ میلی‌متر است. برای عرصه، نیاز آبی گونهٔ توت نرک در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به‌ترتیب برابر با ۷۱/۳۵، ۷۰/۳۲، ۶۹/۸۲، ۳۶/۸۲ و ۲۷/۵۷ میلی‌متر است. بنابراین، نیاز آبی روزانه گونهٔ توت نرک در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در ماه‌های یادشده به‌ترتیب برابر با ۲/۳۰، ۲/۲۶، ۲/۲۵، ۱/۲۲ و ۰/۹۱ میلی‌متر است؛ مطابق با جدول ۷. زارعی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی تنش خشکی و نیاز آبی گونه‌های *Atriplex lentiformis, Tamarix aphylla, Zizyphus spina-Christi, Acasia victoria* پرداختند و نشان دادند از نظر نیاز آبی به ازای واحد حجم تاج پوشش آتریپلکس کمترین نیاز آبی و کنار بیشترین نیاز آبی را دارد و گونهٔ کنار مقاوم‌ترین گونه در برابر کمبود آب است [۱۸].

اثر آبیاری بر ارتفاع نهال‌ها معنادار بوده است، با کاهش آبیاری از ارتفاع نهال‌ها کاسته شده است، که این امر با مطالعهٔ حسنوند و همکاران (۱۳۹۰) [۱۹] هم راستا است. نتایج مشابه نیز مؤید این موضوع است. از جمله Nagakura و همکاران (۲۰۰۴) [۲۰] نشان دادند خشکی سبب کاهش رشد اندام هوایی نهال می‌شود. همچنین، Driessche و همکاران (۲۰۰۳) [۲۱] طی پژوهشی در کانادا نشان دادند تأثیر هم‌زمان آبیاری منظم و کوددهی سبب افزایش ارتفاع می‌شود و حتی کوددهی بدون آبیاری تأثیری روی رویش نهال ندارد. Castro Diez و Navarro (۲۰۰۶) [۲۲] طی تحقیقی اثر متقابل سایه و رژیم‌های آبیاری را روی نهال‌های سه گونهٔ بلوط مدیترانه‌ای بررسی کردند و نتیجه گرفتند که آبیاری روزانه می‌تواند رشد را افزایش دهد. همچنین، دلفان آذری و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند کم‌آبی باعث کاهش رشد طولی نهال‌های زبان‌گنجشک می‌شود که دلیل این امر را می‌توان به کاهش رشد اندام‌های هوایی برای کاهش سطوح تعرق گیاه به عنوان یکی از راهکارهای مقابله با تنش کم‌آبی در گیاهان نسبت داد [۱۵].

اثر آبیاری بر قطر نهال‌ها معنادار بوده است، با کاهش آبیاری از قطر نهال‌ها کاسته شده است که این امر با مطالعهٔ حسنوند و همکاران (۱۳۹۰) [۱۸] هم‌راستا است. عصری و همکاران (۱۳۸۷) [۲۳] طی تحقیقاتی روی نهال‌های بلند مازو در سواحل نوشهر دریافتند که هر چه خشکی بیشتر باشد، قطر نهال‌ها کمتر می‌شود. Timmer و Miller (۱۹۹۱) [۲۴] طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که استرس رطوبتی سبب کاهش قطر یقه نهال‌ها می‌شود. هس و همکاران (۱۹۹۸) [۲۵] طی تحقیقی کاهش رطوبت را باعث کاهش سطح برگ دو گونهٔ راش غربی و

بلـوط مدیترانـه‌ای دانسـتند. Fotelli و همکـاران (۲۰۰۰) [۲۶] نیز طی پژوهشی افزایش آبیـاری را موجـب افـزایش سطح برگ بلوط‌های مدیترانه‌ای دانسـتند. اثـر آبیـاری بـر طول و عرض برگ معنادار بوده به طـوری کـه زمـانی کـه نهال‌ها در تنش خشکی قـرار گرفتـه بودنـد (۲، ۴ و ۶ روز پس از فرا رسیدن حد مجاز کاهش رطوبت) طول و عـرض برگ‌ها کوچک‌تر شد، که ایـن امـر بـا مطالعـهٔ اصـغرپور و همکاران (۱۳۹۶) [۲۷] هم‌راسـتا اسـت. اسـعدی (۱۳۹۱) [۲۸] اثر تیمار آبیاری بـر طـول و عـرض بـرگ را معنـادار گزارش کرده و بیشترین مقـدار در تیمـار شـاهد مشـاهده شـد. دلفـان آذری و همکـاران (۱۳۹۸) نیـز نشـان دادنـد اعمال کم‌آبیاری از یک طرف از طریق زرد شـدن و ریـزش زودهنگام برگ‌ها و از سوی دیگر، از طریق کاهش انـدازه و تولید برگ‌های جدید موجب کاهش شـاخص سـطح بـرگ در گونهٔ زبان‌گنجشک شد [۱۵]. اثر آبیاری بـر زنـده‌مـانی نهال‌ها معنادار بوده است و بـا کـاهش آبیـاری زنـده‌مـانی نهـال‌هـا کـاهش یافتـه اسـت. Laren Mc و Mc Donald (۲۰۰۳) [۲۹] طی پژوهشـی نشـان دادنـد آبیـاری سـبب افزایش زنده‌مانی و رشد نهال می‌شود. طبـری و همکـاران (۱۳۸۳) [۳۰] نیز طی پژوهشـی گـزارش کردنـد کـه اثـر آبیاری روی زنده‌مانی نهال‌های زربـین در نوشـهر معنـادار اسـت. Cleary و همکـاران (۱۹۷۸) [۳۱] در پـی انجـام پژوهشی گزارش دادند که رطوبـت خـاک چـه بـه صـورت آبیاری و چه نشئت‌گرفته از محیط، به‌ویژه در فصل خشک باعث افزایش زنده‌مانی نهال مـی‌شـود. در ایـن مطالعـه بـا رسیدن به نقطهٔ MAD، خمیدگی و لوله‌ای شدن بـرگ‌هـا در زبان‌گنجشک و جمع شـدن و چروکیـدگی بـرگ‌هـا در توت نرک اتفاق افتاد که از مقدار شادابی نهال‌ها کاست که این امر با یافته‌های ستایش و همکـاران (۱۳۹۵) مطابقـت دارد [۳۲].

به‌طور کلی، با انتخاب گونهٔ مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک و با توجه به تعیین نیاز آبی، دور آبیـاری و اثـر تنش آبی بر نهال‌ها، عـلاوه بـر صـرفه‌جـویی اقتصـادی در مصرف آب، می‌توان به توسعهٔ سیستم‌های نوین آبیاری در این مناطق اهتمام ورزید. شایسته است متوسـط نیـاز آبـی گونه‌های موجـود در منـاطق خشـک و نیمـه‌خشـک طـی ماه‌های مختلف محاسبه شود و آبیاری گونه‌ها بر اساس آن الگو توسط سازمان فضای سبز شهرداری‌ها صورت پذیرد.

سپاسگزاری

به این‌وسیله، نویسندگان پژوهش حاضر از همکـاری آقـای دکتر الیاس حیاتی، آقای رضـا سـعادتمندی، خـانم اعظـم اسکندری راد، آقای محسن سعیدپور و سازمان فضای سبز شهرداری رباط‌کریم نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

[1]. Najafzadeh, H., Zehtabian, Gh., Khosravi, H., Golkarian, A. The effect of climatic and geological factors on the quantity and quality of groundwater resources in Mehwalt plain. Iranian Journal of Ecohydrology. 2015; 7 (3): 563-581. [Persian].

[2]. Naseri, H. Optimizing water consumption in urban green space with a low water requirement landscaping approach. (Xeriscaping). Tehran Municipality Studies and Planning Center. 2016; 138 pages. [Persian].

[3]. Sadeghi Nia, A., Hejazi Zadeh, Z., Hamidian Pour, M., Pour Sarbandan, R. Estimation of Drought and rainy year Probabilities Using SPI Index and Markov Chain Model Case Study: Tehran. Journal of Geographical Space, Islamic Azad University of Abhar. 2012; 13 (43): 65-81. [Persian].

[4]. Shahnazari, A., Karami, O. Green Belt, a new solution to combat drought and air pollution in urban areas. Second National Conference on Drought Impact and Management Strategies. 2009; Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center and Isfahan Provincial Emergency Headquarters. [Persian].

[5]. Khalilnejad, S.M., Kiani, V. Qualitative study of urban parks development and optimization of citizens' use of it in Birjand. Journal of geography and urban planning. 2012; 2 (5): 21-34. [Persian].

[6]. Mohammadi, J., Heydari Bakhsh, M. Investigating the role and position of parks and green space in Isfahan in allocating citizens' leisure time (Case study: Green space along the Zayandeh rood). Journal of Sepehr Geographical Information.2013; 22 (85): 87-97. [Persian].

[7]. Salehi Fard, M., Alizadeh, S. D. An investigation of social and psychological dimensions of urban green spaces (with an urban management approach). Quarterly journal of Urban Management. 2008; 6 (21): 19-33. [Persian].

[8]. Irani Behbahani, H., Razi Moftakhar, N. Sustainable design of Sheikh Tappeh Forest Park in Urmia. Journal of Environmental Science. 2005; (37): 89-104. [Persian].

[9].Mass, P., Spreeuwenberg, S., Vries De., P. P., Groenewegen. A. R., Verheij. J. M. The relation is strong how: health and, ityurban, space Green. Journal of Epidemiology and Community Health. 2006: 7(60): 592-587.

[10]. Rajab Beigi, M. Guide for policy makers for sustainable crop consolidation in the peasant system. 1nd ed. Karaj: Publication of agricultural education; 2012. [Persian].

[11]. Kafi, M. Xeriscape, Readout a Tradition in Art of Iranian Gardening. Internet journal of Landscape. 2014; 6 (26): 12-17. [Persian].

[12]. Zehtabian, G. & Farshi A. An estimate of water requirement of green areas plants in arid zones (case study: Kashan). Iranian Journal of Natural Research. 1999; 52 (2): 63-75. [Persian].

[13]. Rad, M. H., Jaimand, K., Assareh, M.H., Soltani, M. Effects of drought stress on the quantity and quality of essential oil and water use efficiency in Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 2013; 29 (4): 772-782. [Persian].

[14]. Shokrollah Zadeh, M. R., Miri H. R., Abbasi Zadeh, M. Determination of water requirement of Ulmus carpinifolia and Nerium oleander using WUCOLS III method in green space of Shiraz. Iranian Scientific Conference on Agriculture, Genetic Engineering and Plant Protection, electronically, Aseman Science Centers Company.2016. https://www.civilica.com/Paper-EMACONF01-EMACONF01_041.html. [Persian].

[15]. Delfan Azari, N., Rostami Shahraji, T., Gholami, V., Hashemi Garmdareh, S. E. The effect of different irrigation levels on growth parameters of ash (*Fraxinus rotundifolia* Mill) seedlings in green space of Tehran city. Journal of Forest Research and Development. 2019: 5 (2): 229-244. [Persian].

[16]. Sojoodi, Z., Mirzaei, F. Determination of Water Requirement of Urban Landscape Plants. Journal of Water and Irrigation Management. 2020: 10 (1): 131-141. [Persian].

[17]. Rahimi, H., Estimation of water requirement of purple and bitter olive seedlings under soil texture and drought stress treatments, M.Sc Thesis, Faculty of Natural Resources, 2019, University of Tehran. [Persian].

[18]. Zareie, A. Determination of Kc coefficient and the effect of drought and salinity stress in *Atriplex lentiformis*, *Acasia victoria*, *Zizyphus spina-Christi* and *Atriplex lentiformis* species in order to select a suitable plant for regenerating arid areas. 2014; PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. [Persian].

[19]. Hasanvand, Sh, Etemad, V, Namiranian, M, Attarod, P. 2011. Effect of irrigation levels on root length and variability of oak juvenile and comparison of drought resistance of produced seedlings (a case study: Kentia nursery, Tehran). 1th national botany conference, November, Tehran-Iran. [Persian].

[20]. Nagakura J, Shigenaga, H.A., Takahashi, M. Effect of simulated drought stress on the fine roots of Cedar Japanese in a plantation forest on the Kanto plain, Eastern Japan. Forest reaserch. 2004: 12: 143-151.

[21]. Driessche, V.R., Rudo, W., Martens, L., Effect of fertilization and irrigation on growth of Aspen. Forest Ecology and management. 2003: 186:368-389.

[22]. Castro Diez, P., Navarro, J. Water relation of seedlings of three Quercus species: variation across and within species grown in contrasting light and water regims. Tree physiology. 2006: 27: 101-110.

[23]. Asri M., Tabari M., Alavipanah S.K., Mahdavi R. Growth and development of *Quercus castaneifolia* seedlings at different irrigation treatments. Journal of Pajouhesh-Va-Sazandegi. 2008; 21 (1): 167-176. [Persian].

[24]. Timmer, V.R., Miller, B.D. Effect of contrasting fertilization and moisture regims on biomass, nutrients and water relations of container grown red pine seedlings. New forests. 1991: 5: 335-340.

[25]. Hees, T., Wenclawiak, B., Lustig, S., Schramel. P., Schwarzer, M., Schuste, M., et al. Distribution of platinum group elements (Pt, Pd, Rh) in environmental and clinical matrices: Composition, analytical techniques and scientific outlook. Springer Publisher, Environmental Science and Pollution Research. 1998: 5: 105–11.

[26]. Fotelli, M.N. R., Aadoglou, K.M, Constaintinidou H.I.A. Water stress of seedlings four Medeterranean oaks species. Tree physiology. 2000: 20: 1065-1075.

[27]. Asgharpour E., Azadfar D. and Saeedi Z. Evaluation of *Acer cappadocicum* Gled seedlings to drought stress. The Journal of Plant Research. 2017; 30 (1): 1-11. [Persian].

[28]. Asadi, F. Study of the effect of different levels of irrigation and shade on seedlings of *Celtis caucasica* in the nursery. (Case study:

Khorramabad Shurab Nursery). Master Thesis. University of Tehran. [Persian].

[29]. Mc Laren, K. P., Mc Donald, M. A. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. Forest Ecology and Management. 2003; 183, (1–3), 61-75.

[30]. Tabari, M., Pourmajidian, M.R., Alizadeh A.R. Effect of soil, irrigation and weeding on production of cypress (*Cupressus sempervirens* L.) seedling in shahrposht nursery, Nowshahr. Journal of Pajouhesh-Va-Sazandegi. 2006; 19 (1): 65-69. [Persian].

[31]. Cleary, B.D., Greaves, R.D., Hermann, R.K., 1978. Regenerating Oregon's Forests: a guide for the forest generation. Oregon State Universiy Extension Serivece Corvallis, Oregon.

[32]. Setayesh,R., Kafi, M., Nabati, J. Evaluation of Drought Stress Thresholds in Ornamental Barberry (*Berberis thunbergii* cv. Atropurpurea) Shrub in Mashhad Condition. Journal of horticulture science. 2016: 10 (4): 714-722. [Persian].