نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال دهم، شماره سه، بهار ۱۴۰۰

ISSN 2251-7480

برآورد نیاز رطوبتی گونه‌های اقاقیا (*Robinia pseudoacania*) و آسمان‌دار (*Ailanthus altissima Mill*) به منظور جنگلکاری تحت تنش‌های مختلف آبی (مطالعه موردی شهرستان رباط‌کریم)

محمد عسگری[۱]، وحید اعتماد[۲*]، عبدالمجید لیاقت[۳]، پدرام عطارد[٤]، محسن جوانمیری‌پور[٥]

۱) دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲*) دانشیار، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳) استاد، گروه آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

٤) استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

٥) دانش‌آموخته دکتری جنگل، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

ایمیل نویسنده مسئول مکاتبات: vetemad@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰٦/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۲/۱۵

چکیده:

ممنوعه‌شدن تمام مساحت دشت‌های استان مرکزی و عدم امکان برداشت جدید آب و رخداد فرونشست، باعث اهمیت پایش فرونشست شده است. از طرفی تداخل‌سنجی تفاضلی راداری (D-InSAR)، روشی کارآمد در پایش فرونشست به‌صورت پیوسته، با دقت بالا و در گستره وسیع می‌باشد. در این پژوهش، از روش تداخل‌سنجی تفاضلی راداری در بررسی فرونشست زمین در شهر اراک استفاده شد. بدین‌منظور ۱۴ تصویر مختلط منفردنگر از سنجنده ASAR ماهواره ENVISAT در محدوده C-Band توسط نرم افزار EOLi-sa دریافت گردید. تصاویر مذکور از فریم ۲۹۲۵ مسیر پایین‌رونده ۴۲۱ با قطبیدگی VV و با مود IMS بودند. ده مرحله پردازش توسط افزونه SARscape 4.3 نرم‌افزار ENVI 4.8 بر مبنای چهار تداخل نما که هر دو معیار زمانی و مکانی را داشتند، صورت گرفت. از طرفی سازمان نقشه‌برداری کشور، مشاهدات ترازیابی شبکه درجه یک کشور را برای شهر اراک واقع در مسیر BHBT (بروجرد–سلفچگان) در سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۸۳ تکرار نموده است و در این ۱۹ سال، 190mm ± 0.8 mm/km فرونشست را اندازه‌گیری کرده است. برمبنای چهار تداخل‌نمای بازیابی‌شده مسطح زمین‌مرجع برای مناطق مرکزی شهر اراک (حوالی میدان شهدای اراک)، نرخ فرونشست کمابیش یک سانتی‌متر در سال بدست آمد. همچنین مناطق شهری، نرخ فرونشست تقریبا یکسان داشتند. لذا نتایج اعتبارسنجی روش تداخل‌سنجی تفاضلی راداری با استفاده از مشاهدات ترازیابی سازمان نقشه‌برداری کشور، دقت مناسب روش تداخل‌سنجی تفاضلی راداری را تأیید نمود. نتایج این پژوهش، تاثیرپذیری پدیده فرونشست از عوامل زمین‌شناسی و منابع آب و لزوم حفاظت از منابع آب و خاک در طرح‌های توسعه در شهر اراک را نشان داد.

کلید واژه‌ها: افزونه SARscape 4.3؛ فرونشست زمین؛ ماهواره ENVISAT؛ نرم‌افزار EOLi-sa

مقدمه

گونه اقاقیا (*Robinia pseudacacia*) از خانواده Leguminosae و بومی قسمت خاوری ایالات متحده آمریکا است که از قدیم به ایران وارد شده و چون با شرایط آب و هوایی ایران به خوبی سازگار بوده، جزو گیاهان اهلی ایران شده است. از نظر خواهش‌های

اکولوژیکی گونه‌ای مقاوم به گرما، سرما و خشکی است و در زمستان خزان می‌کند. خاک‌های لیمونی، قوی و عمیق را در کنار نور شدید و گرم ترجیح می‌دهد (نوروزی‌هانی و پیله‌ور، ۱۳۹۷). درخت آسمان‌دار (*Ailanthus altissima*) بومی چین و جنوب کره و ژاپن است. امروزه در همه قاره‌ها با آب و هوای گرم تا معتدل یافت می‌شود که جزء خانواده (Simaroubaceae) می‌باشد. این دو گونه به وفور در جنگل‌کاری‌های مربوط به مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند (اعتماد و همکاران، ۱۳۹۹). اطلاع از مقدار آب مورد استفاده به‌وسیله این گیاهان یا نیاز روزانه آن‌ها برای تبخیرتعرق (ET) به‌عنوان اجزای سازنده برنامه‌ریزی آبیاری یا تأمین نیاز آبی اهمیت خاصی دارد. استقرار بلندمدت و کارایی مؤثر در اهداف کاشت این گونه‌های گیاهی، از اجزای مهم عملکردی آنها محسوب می‌شود. رابطه بین عملکرد و میزان تبخیر تعرق، می‌تواند تابع تولید تبخیر تعرق را برای گیاه تعریف کند (Al- Jamal *et al.*, 2002؛ راد، ۱۳۹۷).

رطوبت خاک، غلظت نمک‌ها، مواد غذایی و تنش‌های ناشی از حمله آفات و بیماری‌ها بر میزان تبخیر تعرق تأثیر گذاشته و با وارد کردن تنش خشکی به گیاه، موجب کاهش عملکرد و تغییر در تابع تولید آن خواهد شد. گونه‌های چوبی و به‌ویژه گونه‌های بومی مناطق خشک و نیمه‌خشک، می‌توانند در شرایط کمبود آب، بقای خود را از طریق دریافت مقدار حداکثری آب از قبیل بهره‌برداری مستمر از مخزن مناسب آب با توسعه ریشه یا به حداقل رساندن اتلاف آب بافت‌ها از طریق تغییر در ساختار مورفولوژیکی خود (از قبیل بستن روزنه‌ها، تغییر در ساختار ظاهری برگ و ریزش برگ‌ها) حفظ کنند (شبان و قدوسی، ۱۳۸۸). داشتن سلول‌های کوچک‌تر، سخت یا قابل انعطاف بودن دیواره سلوله‌ایی یا تطابق اسمزی سلوله‌ای و بهبود بهره‌وری تعرق از راه‌کارهای دیگر تحمل و سازگاری به خشکی در گونه‌های چوبی است که گیاه را قادر می‌سازد با وجود کمبود آب، ظرفیت آبی خود را بالا نگه داشته تا با حفظ تورژسانس سلوله‌ایی از اثرات ثانویه خشکی دوری گزینند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). نسبت بالای ریشه به اندام هوایی و افزایش نسبت سطح ریشه به سطح برگ در گیاهان، سازگاری به شرایط خشک را بهبود می‌بخشد. براساس این کارکردها باید گونه‌های چوبی مناسب را برای جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک انتخاب کرد (اخوان و همکاران، ۱۳۹۱).

مهم‌ترین مسئله در جنگل‌کاری و افزایش سطح جنگل‌ها انتخاب گونه مناسب جنگل‌کاری می‌باشد. انتخاب صحیح یک گونه در امر جنگل‌کاری می‌تواند بازدهی این عملیات را تا حد مشخصی افزایش داده و در صورت عدم انتخاب صحیح زیان‌های اقتصادی یا حتی اکولوژیکی نیز ممکن است روی دهد. انتخاب گونه یا گونه‌ها در یک طرح جنگل‌کاری از مسائلی است که در موفقیت یا شکست طرح نقش اساسی را ایفا می‌کند. از این‌رو لازم است تا عوامل مختلفی از قبیل نیاز آبی که در این زمینه مؤثر هستند به‌طور دقیق مورد بررسی قرار گیرند تا گونه‌های مناسبی که سازگار با هر رویشگاه هستند مورد استفاده قرار گیرند (امیری و همکاران، ۱۳۹٤). زهتابیان و فرشی (۱۳۷۸) به بررسی نیاز آبی گیاهان فضای سبز (شش گونه‌ی سرو نقره‌ای، آسمان‌دار، زبان گنجشک، نارون، بنه و کاج تهران) در مناطق خشک پرداختند. آنها با استفاده از داده‌های هواشناسی بلند مدت و رابطه‌ی تجربی پنمن مانتیث، با محاسبه و کم نمودن میزان بارندگی موثر از نیاز آبی، نیاز آبی گونه‌های فوق را برآورد کردند. راد و همکاران (۱۳۹۰) موفق به تعیین نیاز آبی تاغ (*Haloxylon aphyllum*) به روش آزمایش‌های لایسیمتری شدند. نتایج به دست آمده از محاسبه‌ی مقدار تولید به ازای مصرف هر واحد آب نشان داد که هر اصله درخت بالغ سیاه تاغ برای رشد مطلوب، به طور میانگین سالانه نیاز به ۲/٤ متر مکعب آب دارد. حوری و همکاران

(۱۳۹٤) در مطالعه‌ای با نام اثر کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر توزیع شوری خاک و رشد رویشی نهال‌های خرما نشان دادند که تأثیر میزان آب آبیاری بر تعداد و طول برگ و تعداد برگچه و شوری آب آبیاری بر تعداد و طول و عرض برگ، تعداد برگچه و محیط تنه نهال ها معنی‌دار بود و همچنین شوری خاک با افزایش عمق خاک کاهش یافت. گنجی خرم دل و کیخایی (۱۳۹۵) اشاره می‌کنند که بیش از ۹۰ درصد باغات پسته ایران به روش سطحی آبیاری می‌شوند که با توجه به روند کاهشی منابع آب تغییر یا به‌سازی سیستم‌های آبیاری باغ‌ها ضروری است. میانگین دو ساله عملکرد خشک در روش آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۷۳۹ و ۹۲۷ کیلوگرم در هکتار، میانگین آب مصرفی ٦۳۷۵ و ٤۱۱۰ متر مکعب در هکتار و میزان کارایی مصرف آب ۱۲۵ و ۱۹۰ گرم محصول خشک به ازای هر متر مکعب آب بدست آمد. نتایج پژوهش دلفان‌آذری و همکاران (۱۳۹٦) در بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی نهال‌های کاج تهران در فضای سبز شهر تهران در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹٦ نتایج نشان داد که بیشترین مقادیر آب مورد نیاز در هر دو سال مربوط به ماه خرداد (۲۰٤/٦ و ۲٤٦/٤٥ لیتر در ماه) و کمترین مقدار آب مورد نیاز در سال‌های اول و دوم (۱۳۹/۵ و ۱۱۷ لیتر در ماه) به ترتیب مربوط به ماه‌های اردیبهشت و مهر بود. همچنین تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی سبب کاهش معنی‌دار طول شاخه، قطر شاخه، ارتفاع، قطر تاج درخت و طوقهٔ کاج و افزایش درصد ماده خشک برگ و شاخه و پرولین نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج مطالعه موذن‌پور کرمانی و همکاران (۱۳۹٦) در اندازه‌گیری تبخیر تعرق و ضریب گیاهی پسته با استفاده از لایسیمتر بتنی زهکش‌دار در رفسنجان (ایستگاه شماره ۲ موسسه تحقیقات پسته کشور) نشان داد که تبخیر تعرق نهال پسته در چهار، پنج، شش، هفت، هشت و نه سالگی به ترتیب ۲۲۹۱/۲، ۲۵۰۷/۸، ۲۷۳۹/٤، ٤۵۱٦، ٤٦۰٤ و ۵٦۲۱ مترمکعب در هکتار با مقادیر متوسط Kc برابر با ۰/۱۰۸، ۰/۱۰٤، ۰/۱۵، ۰/۲۱، ۰/۲۸ و ۰/۳۳ به دست آمد. در این تحقیق مقدار متوسط ضریب گیاهی Kc در مراحل پنج‌گانه رشد پته به ترتیب ۰/۲، ۰/۱۷، ۰/۲۲، ۰/۱٦ و ۰/۱۹ محاسبه شد. نتایج مطالعه دابا و تادس (۲۰۱۷) در برآورد نیاز بهینه آب و فراوانی آبیاری برای نهال‌های مختلف درختی در محوطه نهالستانِ مرکز تحقیقات کشاورزی باکو نشان داد که عملکرد رشد *Moringa olifera* و *Grevillea robusta* بهتر است زمانیکه دو بار در روز با ۱/۵ لیتر در هر پلات آبیاری می‌شوند. همچنین این مطالعه توصیه می‌کند که نهال‌های *Moringa olifera* و *Grevillea robusta* دو مرتبه در روز با ۱/۵ لیتر آبیاری شوند و نهال‌های *Cordia aricanana* که دو روز در میان با ۲ لیتر در هر پلات با آب در دسترس آبیاری شوند. نتایج مطالعه اشتیاق‌رو و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی گونه‌هایی موز و پاپایا در پاکستان نشان داد که نیاز آبی موز در عمق ۱/۵ تا ۲/۵ متری ۲۵۸٤ میلی‌متر و ضریب گیاهی ۰/۷ تا ۱/۵ می‌باشد. نیاز آبی پاپایا در عمق ۱/۵ تا ۲/۵ متری ۱۷٦٦ میلی‌متر و ضریب گیاهی ۰/۵۵ تا ۱/۳۸ می‌باشد. بطور کلی تطابق الگوی آبیاری با مقدار نیاز آبی تعیین شده همواره می‌تواند نسبت به ذخیره‌ی آب عمل کند. میزان آب وارد شده به منطقه ریشه به‌عنوان مهم‌ترین شاخص رشد و استقرار طولانی مدت گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح است. برای استقرار اولیه گونه‌های چوبی ضروری است تا از آبیاری‌های مکمل استفاده کرده و برای استقرار پایدار آنها به نیازشان به آب توجه شده و برنامه‌ریزی شود. براین اساس می‌توان نیاز آبی روزانه گونه‌های مورد استفاده در جنگل‌کاری را به دو بخش مهم تقسیم کرد. بخش اول شامل میزان آب مصرف شده برای استقرار اولیه و بخش دوم شامل آب مصرف شده برای رشد پایدار و مؤثر در کارکرد تعریف شده (برداشت از طبیعت یا آبیاری‌های تکمیلی) است.

تا کنون موضوع بررسی نیاز آبی گونه‌های درختی برای استفاده در جنگل‌کاری‌ها و فضای سبز مورد توجه قرار نگرفته است. بنابراین با توجه مسائلی از قبیل تغییر اقلیم و خشکسالی‌های موجود ضروری است در این زمینه مطالعات جامعی انجام گیرد تا در مصرف آب صرفه‌جویی بیشتری صورت گیرد. در نتیجه هدف مطالعه حاضر برآورد نیاز رطوبتی گونه‌های اقاقیا و آسمان‌دار به منظور جنگل‌کاری تحت تنش‌های مختلف آبی در شهرستان رباط‌کریم است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، شهرستان رباط‌کریم یکی از شهرستان‌های استان تهران، با وسعتی معادل ۲۷۵ کیلومتر مربع و با متوسط طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ٠٤ دقیقه و متوسط عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه و ارتفاع متوسط از سطح دریا برابر ۱۰۵۰ متر است. منطقه مورد مطالعه بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن گسترش یافته دارای تیپ اقلیم خشک با میانگین بارش سالیانه ١٤٧/٦ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد است.

روش انجام مطالعه

این پژوهش در اراضی تحت جنگل‌کاری شهر رباط‌کریم به دو روش کاشت در عرصه طبیعی و به صورت کاشت گلخانه‌ای در مجاورت عرصه جنگلکاری شده به‌اجرا درآمد. به منظور انجام این پژوهش از گونه‌های اقاقیا (*R. pseudoacania*) و آسمان‌دار (*A. altissima*) که بیشتر در عرصه‌های جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک رایج هستند، استفاده شد. این پژوهش با همکاری شهرداری و شورای اسلامی شهر رباط‌کریم به انجام رسید. بدین ترتیب که قطعه‌ای از زمین‌های تحت جنگل‌کاری در مجاورت دانشگاه آزاد اسلامی و بخشی از گلخانه‌ی شهرداری رباط‌کریم در اختیار پروژه مذکور قرار گرفت. این پژوهش با توجه به اهداف آن در دو فاز جداگانه صورت گرفت.

چاله‌کنی و کاشت نهال‌ها در اسفند ماه صورت گرفت که بلافاصله پس از کاشت، قطر نهال‌های کاشته شده توسط کولیس (میلی‌متر) و ارتفاع نهال‌های کاشته شده توسط متر (سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. سپس نهال‌ها تا هفته‌ی اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۷ به صورت هفتگی تحت آبیاری سنگین و مراقبت قرار گرفته تا باعث استقرار هر چه بهتر نهال‌ها شود.

کاشت نهال‌ها در داخل گلدان در گلخانه در نیمه فروردین صورت گرفت. پس از خارج کردن نهال‌ها از پلاستیک، نهال‌ها در داخل آب قرار داده شدند تا خاک‌های مجاور ریشه شسته شوند و از همان خاکی که شهرداری برای پر کردن چاله‌های کاشت خود استفاده می‌کند، استفاده شد تا عملا بافت خاک در عرصه و گلخانه یکسان باشد.

به منظور مطالعه تعیین نیاز آبی گونه‌های مورد نظر از هر گونه تعداد ۲۰ عدد نهال در چهار تکرار در قالب طرح کاملا تصادفی کاشته شد. نهال‌های مورد استفاده از نهالستان بزرگ کرج تهیه گردید. مبدا بذر نهال‌های تهیه شده مربوط به خود کرج بوده و تلاش گردید که از نظر ابعاد (قطر و ارتفاع) به یکدیگر نزدیک باشند. ابعاد چاله‌های کاشت ۷۵×۵۰×۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و فاصله کاشت آنها ۳×۳ متر لحاظ گردید. خاک حاصل از چاله‌کنی از منطقه خارج شده و از خاکی که در گلخانه‌ی شهرداری رباط‌کریم با کود حیوانی ترکیب شده بود و همواره در جنگل‌کاری‌ها از آن استفاده می‌شود، و دارای خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی می‌باشد، جایگزین گردید که بافت خاک در مثلث بافت خاک برابر با لوم- سیلت –رس[1] می‌باشد سپس از هر گونه به تعداد ۲۰ عدد نهال کاشته شد (چهار تکرار پنج تایی). در این پژوهش هر نهال به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر

[1] Loam- Silt- Clay

گرفته شده و با توجه به خطر خشک شدن نهال‌ها و یا هر اتفاق دیگری تعداد هر واحد آزمایش به ۵ اصله نهال افزایش داده شد.

فاز اول مطالعه شامل تعیین نیاز آبی، تعیین دور آبیاری مناسب برای گونه‌ها و ارزیابی روش‌های محاسباتی تبخیر تعرق گردید. به منظور تعیین نیاز آبی و تعیین دور آبیاری برابر با برنامه پیش‌بینی شده، مراحل زیر به اجرا درآمد:

۱- تعیین ظرفیت زراعی [1] (FC)

که غالباً از روش گلدانی استفاده می‌شود. در این روش ابتدا تعداد سه عدد گلدان که هر کدام حاوی دو کیلوگرم خاک بود، انتخاب و در مکان سایه‌دار قرار داده شد. گلدان‌ها را از آب اشباع نموده و روی گلدان‌ها با پلاستیک پوشانده شد تا هیچ آبی از آنها تبخیر نشود سپس چند سوراخ بر روی پلاستیک‌ها ایجاد شد تا فرآیند مکش و تخلیه‌ی آب ثقلی به راحتی اتفاق بیفتد. بعد از گذشت ٢٤ ساعت، خاک حاوی هر گلدان را کاملا مخلوط نموده و به هم زده و نمونه‌ای از آن را داخل یک قوطی فلزی گذاشته و وزن قوطی و خاک تر یادداشت شد و سپس قوطی در آون در دمای ۱۰۵درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد ازگذشت ٢٤ ساعت نمونه از آون بیرون آورده شده و توزین گردید، بعد از تفاضل وزن خاک خشک از وزن خاک تر که قبلا توزین شده، مقدار آب موجود در خاک بدست آمد. مقدار آب بدست آمده بر وزن خشک خاک تقسیم شد و در عدد ۱۰۰ ضرب شد و درصد آب خاک یا ظرفیت زراعی بدست آمد.

۲- محاسبه‌ی حد مجاز تقلیل رطوبت [2] (MAD)

برای تعیین محاسبه‌ی حد مجاز تقلیل رطوبت هم در گلخانه و هم در عرصه اقدامات لازم به شرح زیر صورت گرفت: در این مرحله برای محاسبه‌ی حد مجاز تقلیل 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 می‌باشد تا اطلاعات حاصله صحت بالاتری داشته باشد. کلیه‌ی نهال‌های انتخاب شده مورد آبیاری سنگین قرار گرفتند به طوری‌که رطوبت در روز دوم با توجه به آزمایش مرحله اول به اندازه‌ی 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 به آنها آبی اضافه شود (آبیاری شوند) توزین شدند و هر روز از نظر ویژگی‌های ظاهری، آناتومی، شادابی و سلامتی نهال‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. این اقدام تا روزی که اولین نشانه‌ها یا واکنش‌های گیاه به کاهش آب مشاهده شود (علائم اولیه شامل لوله‌ای شدن برگ یا تغییر زاویه برگ نسبت به افق می‌باشند) ادامه یافت. در این حالت داده‌های مربوط به وزن گلدان در آن روز، تعداد روزهای سپری شده از اولین روز آبیاری و وضعیت ظاهری نهال‌ها به منظور محاسبه‌ی 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 زرد شدن و پژمردگی پیش می‌روند. به منظور تعیین حد مجاز تقلیل رطوبت در عرصه نیز از هر گونه، پنج نهال انتخاب شد. در روز اول یک آبیاری سنگین صورت گرفت و به تعبیری رطوبت در روز دوم به اندازه‌ی ظرفیت زراعی قرار داشت. در داخل عرصه به دلیل وجود محدودیت مبتنی بر عدم امکان توزین رطوبت نهال‌ها، تنها 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 مشاهده شود که این علائم اولیه شامل لوله‌ای شدن برگ یا تغییر زاویه برگ نسبت به افق می‌باشند. در حقیقت در آن وضعیت در نقطه‌ی MAD

[1] Field Capacity
[2] Management Allowable Deplation

قرار گرفته‌ایم. در این حالت داده‌های مربوط به رطوبت حجمی در آن روز و تعداد روزهای سپری شده 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- مرحله سوم: محاسبه‌ی تبخیر تعرق (ETc) و تعیین نیاز آبی

به واسطه‌ی 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 می‌باشد را محاسبه نمود.

بر روی نهالی که به عنوان شاهد در مرحله اول در نظر گرفته شده بود (پس از استقرار گیاه در یک بازه‌ی زمانی ۱۵ تا ۳۰ روزه) یک آبیاری سنگین صورت گرفت و پس از ٢٤ ساعت نسبت به توزین گلدان‌های آبیاری شده، اقدام شد. وزن کردن گلدان‌ها به صورت روزانه در ساعت معینی انجام گرفته و وزن هر گلدان در هر روز از وزن همان گلدان در روز قبلی کسر شد (رابطه ۱) که با انجام این کار مقدار تبخیر تعرق (ETc) محاسبه گردید. این محاسبه از رابطه (۲) بدست می‌آید:

$$ETc = W1 - W2$$ رابطه ۱

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

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

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

ETc بدست آمده می‌تواند به صورت وزنی یا حجمی به شرح زیر محاسبه گردد به نقل قربانیان و همکاران (۱۳۹٤):

رابطه ۳ رطوبت وزنی= وزن خاک گلدان/ ETc رطوبت حجمی = حجم خاک / ETc

در داخل عرصه نیز مجدداً 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 مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و درصد رطوبت حجمی خاک در هر روز از درصد رطوبت حجمی خاک در روز قبلی کسر شد که با انجام این کار مقدار تبخیر تعرق (ETc) محاسبه گردد. با انجام مرحله سوم عملاً هم دور آبیاری و هم نیاز آبی نهال‌های کاشته شده تعیین گردید.

– فاز دوم مطالعه: اثر تنش آبی با افزایش دور آبیاری

برای انجام تیمارهای خشکی و تنش آبی تعداد ۳ نهال از هر گونه انتخاب شد. جمعاً تعداد ١٤٤ نهال شامل چهار تکرار و سه سطح خشکی (۲، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن نقطه MAD) برای دو گونه فوق هم به صورت گلخانه‌ای و هم در عرصه در نظر گرفته شد و مورد آزمایش قرار گرفتند. بدین صورت که نهال‌هایی که به نقطه MAD می‌رسیدند، بلافاصله آبیاری نمی‌شدند و تحت سه تنش خشکی ۲، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن نقطه MAD قرار گرفتند. عملا هدف از این مرحله آگاهی نسبت به مقاومت و سازگاری نهال‌ها با کم آبی می‌باشد به منظور اینکه آیا بلافاصله بعد از فرا رسیدن نقطه MAD باید نهال‌ها آبیاری شوند یا اینکه اگر چند روز بعد از تنش آبیاری شوند چه اتفاقی بر روی ظاهر نهال روی می‌دهد، به همین منظور ابعاد و اندازه نهال‌ها، ابعاد چاله کاشت، نوع خاک مورد استفاده به منظور به حداقل رسیدن خطا برای انجام کار پژوهش یکسان در نظر گرفته شد. البته تعداد نهال کاشته شده بخاطر تلفات احتمالی دو برابر مقدار ذکر شده در نظر گرفته شد.

اطلاعات جمع‌آوری شده که حاصل از اندازه‌گیری‌های انجام شده است در نرم‌افزار Excel ذخیره و با استفاده از نرم‌افزار SPSS پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولموگرف – اسمیرنوف)، مقایسه

میانگین‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج رویش قطری و ارتفاعی نهال ها در عرصه و گلخانه

نتایج رویش قطری و ارتفاعی نهال‌ها در عرصه و گلخانه در جدول (۱) ارائه شده است. میانگین قطر گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا در آغاز مطالعه عرصه به ترتیب برابر با ۵/۳۷ و ۷/۸ و در گلخانه به ترتیب برا بر با ٤/۸ و ۷ میلی‌متر می‌باشد در حالیکه برای پایان مطالعه برابر با ۹/۵ و ۱۲/۸ برای عرصه و ۷/۲ و ۱۳/۱ است (جدول ۱).

همانطور که از جدول ۲ مشخص است، برای گونه‌ی آسمان‌دار، سریع ترین زمان رسیدن به نقطه‌ی MAD 4 روز (از ٦ تا ۹ تیر ماه) در گلخانه و ۸ روز (از ٢٤ تا ۳۱ خرداد ماه) در عرصه است. در گونه آسمان‌دار بیشترین وزن اولیه گلدان (درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین) در گلخانه و عرصه به ترتیب برابر با ٤/٤٢ و ۵۰ کیلوگرم و وزن گلدان (درصد رطوبت حجمی در نقطه MAD) در گلخانه و عرصه به ترتیب برابر با ۳/۳ و ۷/۵ کیلوگرم است (جدول ۲).

همانطور که از جداول ۳ مشخص است، برای گونه‌ی اقاقیا ۳ روز (از ۲۹ تا ۳۱ تیر ماه) در گلخانه و ۷ روز (با ۲ مرتبه تکرار زمانی، ۱ تا ۷ مرداد و ١٦ تا ۲۲ مرداد ماه) محاسبه شد. در گونه اقاقیا بیشترین وزن اولیه گلدان (درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین) در گلخانه و عرصه به ترتیب برابر با ۸/٦۲ و ٤۸/٤ کیلوگرم و وزن گلدان (درصد رطوبت حجمی در نقطه MAD) در گلخانه و عرصه به ترتیب برابر با ٦/٤۲ و ۷/۸ کیلوگرم است (جدول ۳).

نمودار درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (**ETc**)) گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های مختلف در گلخانه مطابق شکل (۱) است.[1] بیشترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال آسمان‌دار در گلخانه و در طی ماه‌های مختلف در روز ٢٤ تا ۲۵ اردیبهشت ماه برابر با ۱۷/٦ درصد رطوبت حجمی؛ ١٤ درصد رطوبت وزنی یا ۳۵/۲ میلی‌متر بوده است و همچنین کمترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال آسمان‌دار در روز ۲۲ تا ۲۳ تیر ماه برابر با ۰/۵۷ درصد رطوبت حجمی؛ ۰/٤ درصد رطوبت وزنی یا ۱/۱۵ میلی‌متر بوده است.

جدول۱- تعداد، میانگین قطری و ارتفاعی گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا (± انحراف معیار) در عرصه و گلخانه در بدو کاشت و در زمان پایان مطالعه

مکان کشت		عرصه		گلخانه	
	نام گونه	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا
در بدو کاشت	تعداد گونه	۱۵	١٦	۲٦	۲۲
	میانگین قطر (میلی‌متر)	۵/۳۷ ±۱	۷/۸ ±۱/۳	٤/۸ ±۱/۱	۷ ±۱/۲
	میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)	۲٦/۲ ±۱۰/۵	۱۱۱/٦ ±۲۰/۷	۳۱/۱ ±٦/٤	۱۰۰/۵ ±۲۵/٤
در زمان پایان مطالعه	تعداد گونه	۱۵	۱۲	۲٦	۲۱
	میانگین قطر (میلی‌متر)	۹/۵ ±۲/٦	۱۲/۸ ±۳	۷/۲ ±۲/۱	۱۳/۱ ±۲/٦
	میانگین ارتفاع (سانتی‌متر)	۵۰ ±۱۱/۲	۱۲۵ ±۲۲/۳	٤۸/۲ ±۱۲/۸	۱۰۷/٤ ±۳٤/۵

[1] به دلیل محدودیت فضایی، تنها اشکال ماه‌های خرداد، شهریور و آبان به عنوان ماه‌های ابتدایی، میانی و انتهایی پژوهش در گلخانه ترسیم شدند.

جدول ۲ – محاسبه‌ی حد مجاز تقلیل رطوبت در گلخانه و عرصه برای گونه‌ی آسمان‌دار

ردیف	روزهای سپری شده		وزن اولیه گلدان/ درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین (کیلوگرم)		وزن گلدان/ درصد رطوبت حجمی در نقطه MAD (کیلوگرم)		مشاهدات ظاهری	
	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه
۱	۱۱ *	–	٤	–	۳	–	تغییر زاویه	–
۲	۸	–	٤/٤۲	–	۲/۰۵	–	تغییر زاویه	–
۳	۱۰	–	۳/۲۵	–	۱/۸۵	–	تغییر زاویه	–
٤	۹	۹ **	۳/۲۵	٤٦	۱/۹۵	۳/٤	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۵	۱۰	۱۱	٤/۱۵	۵۰	۱/۹۷	۵/۲	تغییر زاویه	تغییر زاویه
٦	۷	۱۰	۳/۲۷	٤۵	۱/۸۷	۳/٦	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۷	۵	۹	۳/۸	٤۳/۳	۲	۷/۲	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۸	٤	۱۱	۳/۸	٤۸/۹	۲/٤۷	٦	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۹	۵	۱۲	٤	٤۵/٤	۲/۹۲	۷/۵	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۰	٦	۱۱	۳/۸۷	٤٦	۳/۱۲	۵/۵	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۱	۵	۱۳	۳/۵۷	٤٤	۲/۵	٦/٤	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۲	٦	۱۳	۳/٦۷	٤۵	۲/۱۵	٦/۱	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۳	۵	۱۳	۳/۸۷	٤٦	۳/۳	۵/۸	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱٤	۵	۱۳	٤	٤٤/٤	۲/۹۲	۵/۵	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۵	۵	۱٤	۳/۹۵	٤۳	۲/۷۲	۵/۱	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱٦	۵	۱۳	٤	٤۵	۲/۹۲	٤/۹	تغییر زاویه	تغییر زاویه
۱۷	۵	–	۳/۹	–	۲/۷۲	–	تغییر زاویه	–
۱۸	۵	–	٤	–	۲/۹۵	–	تغییر زاویه	–
۱۹	۵	–	٤	–	۲/۹۲	–	تغییر زاویه	–
۲۰	٦	–	٤	–	۲/۸	–	تغییر زاویه	–
۲۱	٦	–	٤/۰۲	–	۲/٦۷	–	تغییر زاویه	–
۲۲	۷	–	۳/۸۲	–	۱/۹	–	تغییر زاویه	–
۲۳	۱۰	–	٤/۱۵	–	۱/۹۷	–	تغییر زاویه	–
۲٤	۱۰	–	٤	–	۲	–	تغییر زاویه	–
۲۵	۱۱	–	٤	–	۱/۹	–	تغییر زاویه	–
۲٦	۱۲	–	٤/۱۵	–	۲	–	تغییر زاویه	–
۲۷	۱۲	–	٤/۱۵	–	۱/۹۵	–	تغییر زاویه	–
۲۸	۱۳	–	٤/۳	–	۱/۹۵	–	تغییر زاویه	–

*از هشتم تا هجدهم اردیبهشت **از اول تا نهم تیر ماه

جدول ۳ – محاسبه‌ی حد مجاز تقلیل رطوبت در گلخانه و عرصه برای گونه‌ی اقاقیا

ردیف	روزهای سپری شده		وزن اولیه گلدان/ درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین (کیلوگرم)		وزن گلدان/ درصد رطوبت حجمی در نقطه MAD (کیلوگرم)		مشاهدات ظاهری	
	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه
۱	۱۱ *	–	۸	–	۵/۱۲	–	لوله‌ای شدن و	–
۲	۸	–	۸/٦۲	–	٤/۲۷	–	لوله‌ای شدن و	–
۳	۱۰	–	٦/٦۲	–	٤/۳۷	–	لوله‌ای شدن و	–
٤	۹	–	۵/۷۵	–	٤/۳	–	لوله‌ای شدن و	–
۵	۱۰	۹ **	۷/۸۲	۳۹	۵	۸/۷	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
٦	۷	۱۰	۷/۳	٤٤/٤	۵/٦۳	٦/۵	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۷	۵	۱۱	۷/۵۵	٤۱/۳	۵/۱۷	۷/٤	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۸	٤	۷	۷/٦	٤۷	۵/۱۷	۵	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و

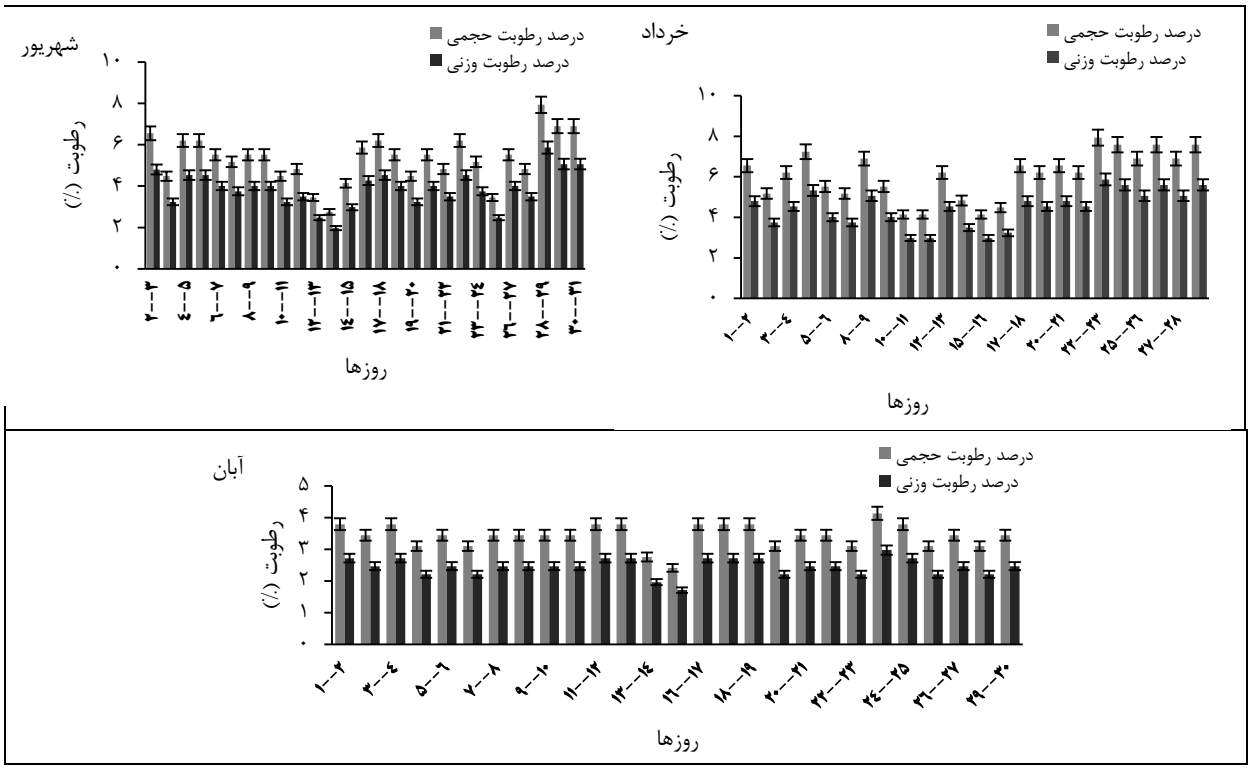
ردیف	روزهای سپری شده		وزن اولیه گلدان/ درصد رطوبت حجمی پس از آبیاری سنگین (کیلوگرم)		وزن گلدان/ درصد رطوبت حجمی در نقطه MAD (کیلوگرم)		مشاهدات ظاهری	
	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه
۹	٤	۸	۸	۳۸/۹	٦	٤/٦	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۰	٦	۷	۸	۳٦/٤	٦/٤	٦/۱	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۱	٤	۹	۷/۳۲	٤۳/۷	٥/٤	٥/٥	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۲	٥	۹	۸/۱۷	٤۲/۸	۷/۱	٥/٦	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۳	۳	۹	۸/۰۷	٤٥	٥/۷۲	٦/۲	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱٤	٥	۱۲	۷/۳۲	٤۸/٤	٤/۹٥	٥/۹	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱٥	٥	۱۳	۸	٤۷	٦/٤۷	٥/۷	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱٦	٥	۹	۷/٥٥	٤٤/٤	٥/۱۷	٦	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۷	٥	۱۲	۸	٤۳	٦/٤۲	۷/۳	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۸	٥	۱۳	۷/۳٥	٤۸	٥/۱	٥/٥	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۱۹	٥	۱۳	۸	٤۷	٦/۱۷	٦/٥	لوله‌ای شدن و	لوله‌ای شدن و
۲۰	٥	–	۷/۳٥	–	٥/۱	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۱	٥	–	۷/۳٥	–	٥/۱	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۲	٥	–	۷/۳٥	–	٤/۹۷	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۳	٥	–	۸	–	٦/۳۲	–	لوله‌ای شدن و	–
۲٤	٥	–	۸	–	٦/۰۷	–	لوله‌ای شدن و	–
۲٥	٥	–	۸	–	٥/۹٥	–	لوله‌ای شدن و	–
۲٦	٦	–	۷	–	٥/۲٦	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۷	۷	–	۷/۳	–	٥/۲٦	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۸	۸	–	۷/۰٥	–	٤/٤٥	–	لوله‌ای شدن و	–
۲۹	۸	–	۷	–	٤/٥٥	–	لوله‌ای شدن و	–
۳۰	۱۰	–	۷/۸۲	–	٤/٦۷	–	لوله‌ای شدن و	–
۳۱	۱۰	–	۷/۸۲	–	٤/٦۷	–	لوله‌ای شدن و	–
۳۲	۱۱	–	۷/۸۲	–	٤/٤۷	–	لوله‌ای شدن و	–

*از ۸ الی ۱۸ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ **از ۱ الی ۹ تیر ماه ۱۳۹۷

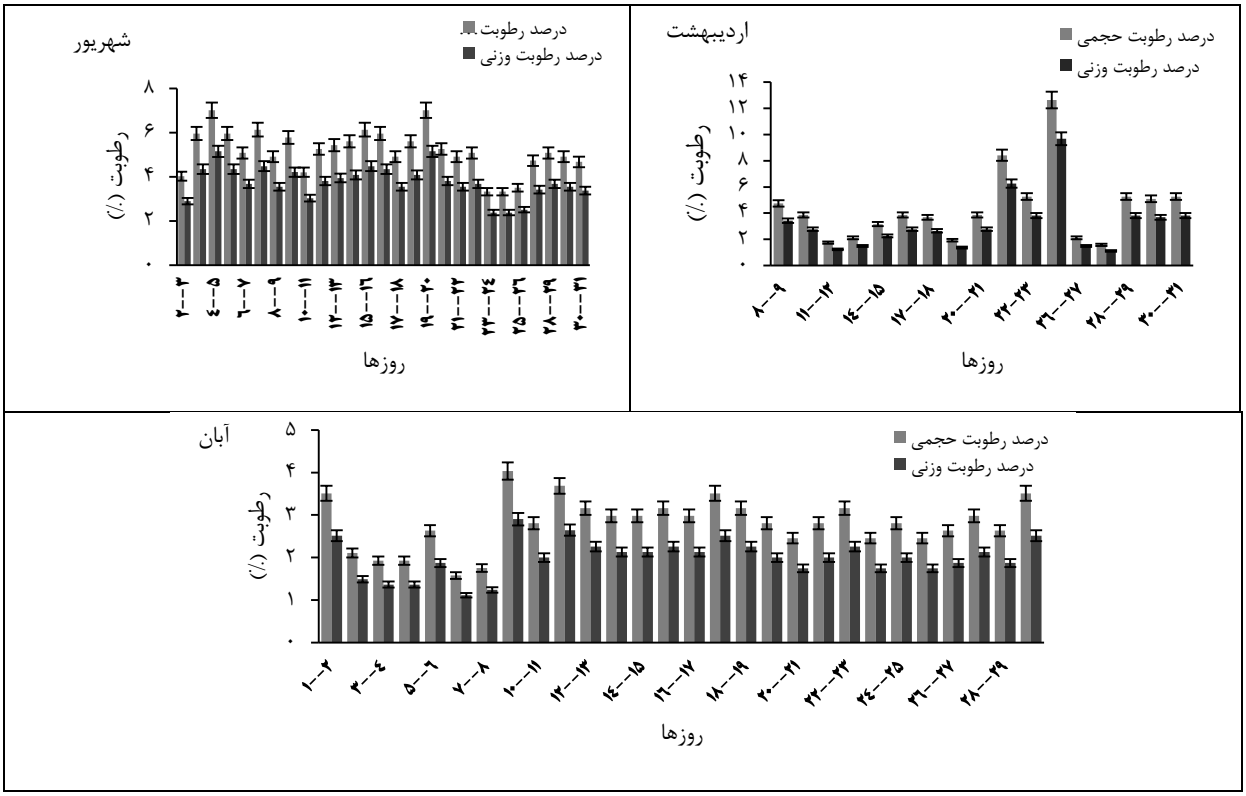
نمودارهای درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (**ETc**)) گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در طی ماه‌های مختلف مطابق شکل‌های (۲) است. بیشترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال اقاقیا در گلخانه و در طی ماه‌های مختلف در روز ٢٤ تا ٢٥ اردیبهشت ماه برابر با ۱۲/٦۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۹/۷ درصد رطوبت وزنی یا ۳۱/٦ میلی‌متر بوده است و همچنین کمترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال اقاقیا در روز ۳۱ تا ۱ شهریور ماه برابر با ۱/۲۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۰/۸۷ درصد رطوبت وزنی یا ۳ میلی‌متر بوده است.

نمودار درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (**ETc**)) گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های مختلف در عرصه مطابق شکل (۳) است.[1] بیشترین رطوبت مصرفی مورد

[1] به دلیل محدودیت فضایی، تنها اشکال ماه‌های تیر، شهریور و آبان به عنوان ماه‌های ابتدایی، میانی و انتهایی پژوهش در گلخانه ترسیم شدند.



شکل ۱- درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های اردیبهشت الی آبان در گلخانه

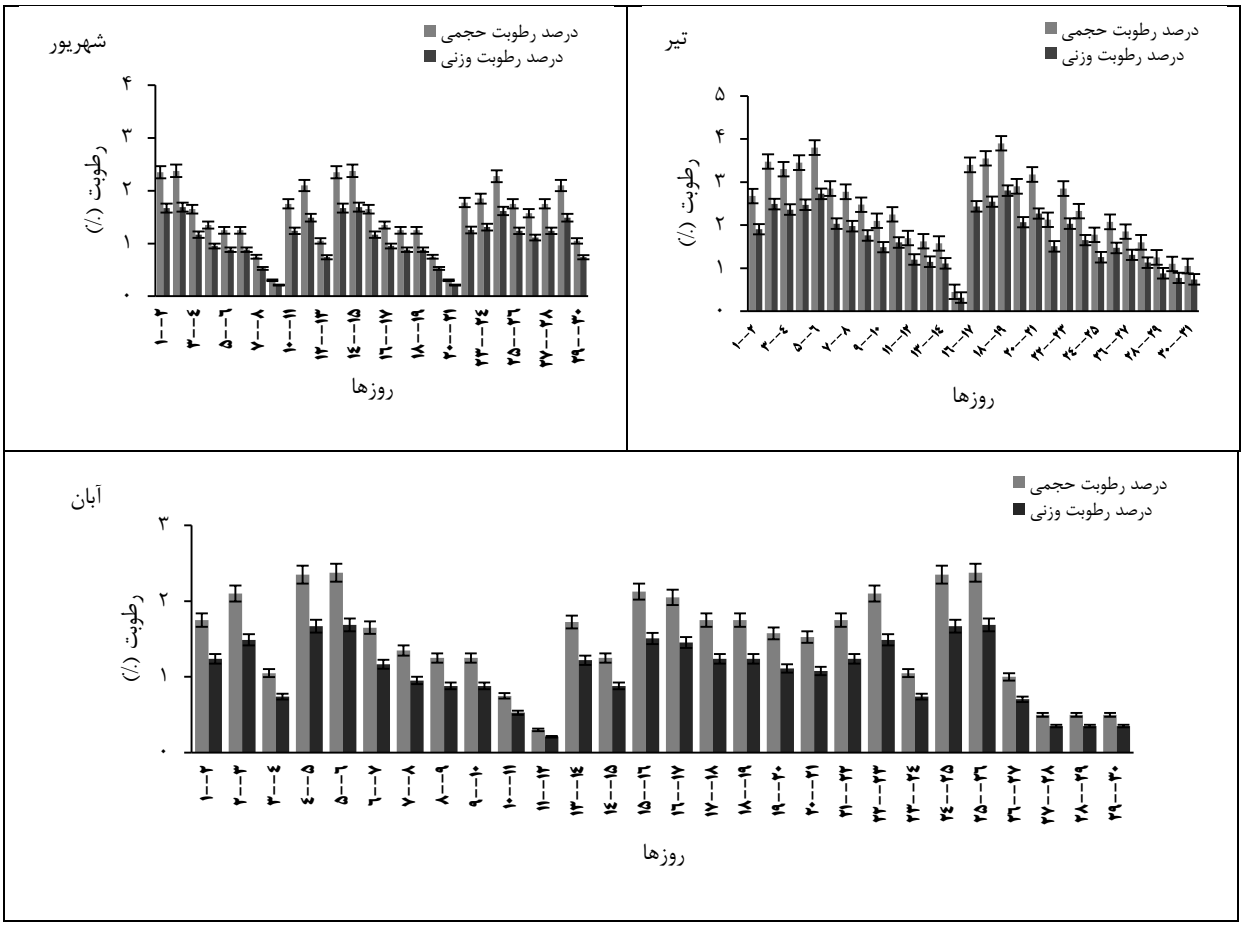


شکل ۲- درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی اقاقیا در ماه‌های اردیبهشت الی آبان در گلخانه

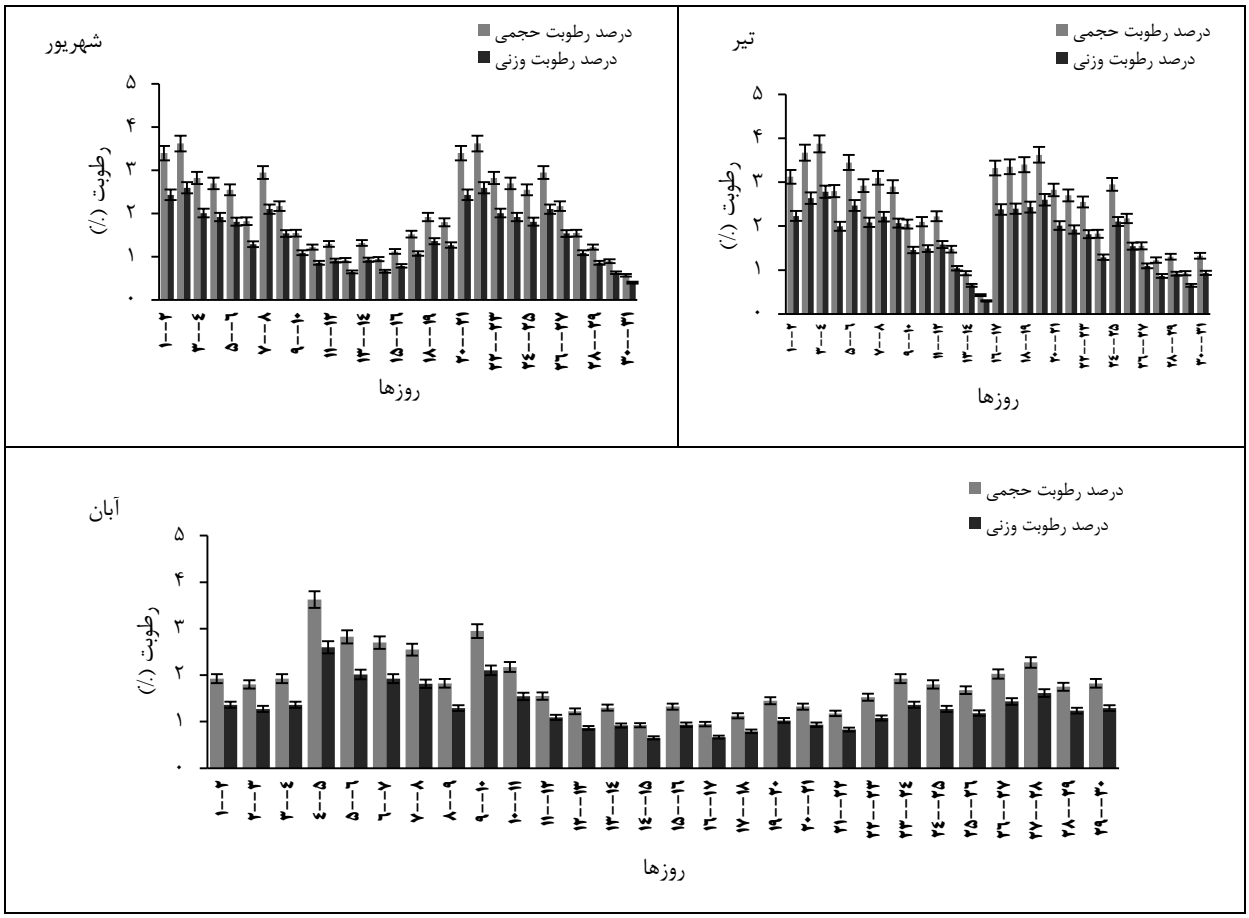
استفاده قرار گرفته‌ی نهال آسمان‌دار در عرصه و در طی ماه‌های مختلف در روز ۱۸ تا ۱۹ تیر ماه برابر با ۳/۹ درصد رطوبت حجمی؛ ۲/۸ درصد رطوبت وزنی یا ۳/۹ میلی‌متر در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست خاک بوده است و همچنین کمترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال اقاقیا در روز ۲۲ تا ۲۳ مهر ماه برابر با ۰/۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۰/۲۱ درصد رطوبت وزنی یا ۰/۳ میلی‌متر در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست خاک بوده است.

نمودار درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیرتعرق (ETc)) گونه‌ی اقاقیا در ماه‌های مختلف در عرصه مطابق شکل (٤) است. بیشترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال اقاقیا در عرصه و در طی ماه‌های مختلف در روز ۷ تا ۸ مهر ماه برابر با ٤/۱ درصد رطوبت حجمی؛ ۲/۹۵ درصد رطوبت وزنی یا ٤/۱ میلی‌متر در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست خاک بوده است و همچنین کمترین رطوبت مصرفی مورد استفاده قرار گرفته‌ی نهال اقاقیا در روز ١٤ تا ١٥ تیر ماه برابر با ۰/٤۳ درصد رطوبت حجمی؛ ۰/۲۱ درصد رطوبت وزنی یا ۰/٤۳ میلی‌متر در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست خاک بوده است.

جدول (٤) مربوط به تنش آبی گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا در بازه زمانی معین (۷ اردیبهشت الی ۳۰ آبان ماه) در سه سطح خشکی ۲، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن نقطه MAD در گلخانه است.



شکل ۳- درصد رطوبت وزنی و حجمی تبخیر تعرق (ETc) گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های تیر الی آبان در عرصه



شکل ٤- درصد رطوبت وزنی و حجمی (تبخیر تعرق (ETc)) گونه‌ی اقاقیا در ماه‌های تیر الی آبان در عرصه

جدول٤- وزن گلدان‌های آسمان‌دار و اقاقیا در نقطه MAD (کیلوگرم) و در ۲، ٤ و ٦ روز بعد از نقطه MAD در گلخانه

تعداد بازه زمانی فرا رسیدن نقطه MAD		وزن گلدان در نقطه MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ۲ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٤ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٦ روز بعد از MAD (کیلوگرم)	
آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا
۱	۱	۳	٥/۱۲	۲/۸٥	٤/۹	۲/۷	٤/٦٥	۲/٦	٤/۳۷
۲	۲	۲/۰٥	٤/۲۷	۱/۹۷	٤/۰٥	۱/۸۲	۳/۷۷	۱/٦۷	۳/٥۲
۳	۳	۱/۸٥	٤/۳۷	۱/۷۲	٤/۱۷	۱/٦	۳/۸	۱/٤٥	۳/٤۷
٤	٤	۱/۹٥	٤/۳	۱/۸٥	٤/۰۲	۱/۷	۳/٦۷	۱/٥٥	۳/۳۲
٥	٥	۱/۹۷	٥	۱/۸۷	٤/۱	۱/۷٥	۳/۷۷	۱/٦٥	۳/٤۲
٦	٦	۱/۸۷	٥/٦۳	۱/۷۷	٥	۱/٦۷	٤/٦	۱/٥٥	٤/۳
۷	۷	۲	٥/۱۷	۱/۹۷	٤/۸۲	۱/۸٥	٤/٥	۱/۷	٤/۱۷
۸	۸	۲/٤۷	٥/۱۷	۲/۳۲	٤/۸	۲/۲	٤/٤۲	۲/۰۲	٤/۰٥
۹	۹	۲/۹۲	٦	۲/۸۲	٥/۷	۲/٦۷	٥/۳٥	۲/٥۲	٥
۱۰	۱۰	۳/۱۲	٦/٤	۳/۰۲	٦/۱	۲/۸٥	٥/٦۲	۲/۷	٥/۱۲
۱۱	۱۱	۲/٥	٥/٤	۲/۲۷	٥/۰۲	۲/۰۷	٤/٦	۱/۸٥	٤/۲۲
۱۲	۱۲	۲/۱٥	۷/۱	۲/۰٥	٥/٦٥	۱/۹٥	٥/۳٥	۱/۸۲	٤/۹۷

تعداد بازه زمانی فرا رسیدن نقطه MAD		وزن گلدان در نقطه MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ۲ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٤ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٦ روز بعد از MAD (کیلوگرم)	
آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا
۱۳	۱۳	۳/۳	٥/۷۲	۳	٥/٤٥	۲/۷	٥/۱٥	۲/۷	٤/۷۷
۱٤	۱٤	۲/۹۲	٤/۹٥	۲/۷۱	٤/۷٦	۲/٤۳	٤/۳٤	۲/۱۸	٤/۱۷
۱٥	۱٥	۲/۷۲	٦/٤۷	۲/٥	٥/۲٥	۲/۳٦	٥/۱۳	۲/۲۱	٤/۹۳
۱٦	۱٦	۲/۹۲	٥/۱۷	۲/۷۸	٥	۲/٥	٤/۷۸	۲/۳٤	٤/٥
۱۷	۱۷	۲/۷۲	٦/٤۲	۲/٥	٦/۱۸	۲/۳٤	٦	۲/۲۱	٥/۸۳
۱۸	۱۸	۲/۹٥	٥/۱	۲/۷۷	٤/٥	۲/٥۰	٤/۱۸	۲/۳۲	٤
۱۹	۱۹	۲/۹۲	٦/۱۷	۲/۷٤	٦	۲/٥٦	٥/۸۷	۲/۳٤	٥/٥٦
٤/۲۱	۲/٥	٤/۳۸	۲/٥	٤/٦۹	۲/٦	۲/٥	٥/۱	۲/۸	۲۰
٤/٦	۲/۳	٤/۸	۲/٤	٥	۲/٥	٤/۸	٥/۱	۲/٦۷	۲۱
٤/٤	۱/٥	٤/٦	۱/٥	٤/۸	۱/٦	٤/۹۷	۱/۹	۲۲	۲۲
٥/۸	۱/٥	٦	۱/٥	٦/۲	۱/۷	٦/۳۲	۱/۹۷	۲۳	۲۳
٥/٥	۱/٥	٥/۷	۱/٥	٥/۹	۱/۷	٦/۰۷	۲	۲٤	۲٤
٥/٥	۱/٦	٥/٦	۱/۷	٥/۸	۱/۸	٥/۹٥	۱/۹	۲٥	۲٥
٤/٦	۱/٦	٤/۸	۱/۷	٥	۱/۸	٥/۲٦	۲	۲٦	۲٦
٤/٥	۱/٦	٤/۷	۱/۷	٥	۱/۸	٥/۲٦	۱/۹٥	۲۷	۲۷
۳/۸	۱/٥	٤	۱/٦	٤/۳	۱/۸	٤/٤٥	۱/۹٥	۲۸	۲۸
٤	–	٤/۱٥	–	٤/۳۰	–	٤/٥٥	–	۲۹	–
٤	–	٤/۱٥	–	٤/٤	–	٤/٦۷	–	۳۰	–
٤	–	٤/۱	–	٤/٤	–	٤/٦۷	–	۳۱	–
٤	–	٤	–	٤/۲	–	٤/٤۷	–	۳۲	–

همانطور که جدول ٤ نشان می‌دهد تعداد بازه‌ی زمانی فرا رسیدن نقطه MAD برای گونه‌های آسمان‌دار اقاقیا در طول دوره‌ی مطالعه (۷ اردیبهشت ماه الی ۳۰ آبان ماه) در گلخانه به ترتیب، ۲۸ و ۳۲ دوره زمانی می‌باشد. وزن گلدان در نقطه MAD، اولین مرحله‌ای است که بیانگر آغاز تنش آبی می‌باشد. متوسط وزن گلدان‌ها پس از تنش‌های، ٤،۲ و ٦ روز پس از MAD در جدول ٥ درج شده است که کمترین متوسط وزن گلدان در تنش ٦ روزه برای گونه‌ی آسمان‌دار، ۱/٤٥ کیلوگرم و برای گونه‌ی اقاقیا ۳/۳۲ کیلوگرم می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که چون سطح معنی‌دار از ۰/۰۱ بزرگ تر است، بنابراین با اطمینان ۹۹ درصد، فرض H_0 تایید می‌شود، یعنی بین میانگین وزن گلدان در روزهای مختلف پس از فرا رسیدن نقطه MAD اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول (٥) مربوط به تنش آبی گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا در بازه زمانی معین (۱ خرداد الی ۳۰ آبان ماه) در سه سطح خشکی ۲، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن نقطه MAD در عرصه است.

همانطور که جدول ٥ نشان می‌دهد تعداد بازه‌ی زمانی فرا رسیدن نقطه MAD برای گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا در طول دوره‌ی مطالعه (۱ خرداد الی ۳۰ آبان) در عرصه به ترتیب، ۱٦ و ۱۹ دوره زمانی می‌باشد. درصد رطوبت حجمی نهال در نقطه MAD، اولین مرحله‌ای است که بیانگر آغاز تنش آبی می‌باشد. متوسط درصد رطوبت

حجمی پس از تنش‌های، ٤،٢ و ٦ روز پس از MAD در جدول ٥ درج شده است که کمترین متوسط درصد رطوبت حجمی در تنش ٦ روزه برای گونه‌ی آسمان‌دار، ٢/٥ درصد و برای گونه‌ی اقاقیا ٣/٧ درصد می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که چون سطح معنی‌داری از ٠/٠١ بزرگتر است، بنابراین با اطمینان ٩٩ درصد، فرض H_0 تایید می‌شود، یعنی بین میانگین درصد رطوبت حجمی در روزهای مختلف پس از فرا رسیدن نقطه MAD اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نیاز آبی درختان به شدت تحت تاثیر دما می‌باشد. به همین دلیل در فصل‌های زمستان و پاییز که دمای هوا کمتر است و از طرفی درختان در فصل خزان قرار دارند، نیاز آبی درختان و نهال‌ها به شدت کاهش می‌یابد. بدین صورت که با وجود همیشه سبز بودن، رشد نهال‌ها و فتوسنتز به شدت کاهش می‌یابد. از سویی دیگر با فرا رسیدن فصل رویش که همراه است با آغاز فتوسنتز نهال و افزایش دمای محیط، نیاز آبی نهال‌ها یا درختان به شدت افزایش می‌یابد و در فصل تابستان به حداکثر دما در آن محیط دست پیدا می‌کند که این موضوع رابطه مستقیم با افزایش نیاز آبی نهال‌ها و کمتر شدن دور آبیاری نهال‌ها دارد.

جدول٥- تنش آبی گونه‌های آسمان‌دار و اقاقیا در بازه زمانی معین (١ خرداد الی ٣٠ آبان) در سطوح خشکی ٢، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن نقطه MAD در عرصه

تعداد بازه زمانی فرا رسیدن نقطه MAD		وزن گلدان در نقطه MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٢ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٤ روز بعد از MAD (کیلوگرم)		وزن گلدان ٦ روز بعد از MAD (کیلوگرم)	
آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا	آسمان‌دار	اقاقیا
١	١	–	–	–	–	–	–	–	–
٢	٢	–	–	–	–	–	–	–	–
٣	٣	–	–	–	–	–	–	–	–
٤	٤	٣/٤	–	٣	–	٢/٧	–	٢/٥	–
٥	٥	٥/٢	٨/٧	٥	٨/٣	٤/٧	٧/٨	٤/٤	٧/٢
٦	٦	٣/٦	٦/٥	٣/٤	٦	٣/٢	٥/٧	٢/٩	٣/٧
٧	٧	٤/٤	٧/٤	٤/١	٧	٣/٧	٦/٧	٣/٤	٦/٣
٨	٨	٥/٣	٦/٤	٥	٦	٤/٧	٥/٧	٤/٥	٥/٢
٩	٩	٦	٦/٧	٥/٥٧	٦/٣	٥/٣٤	٥/٨	٥/١٣	٥/٤
١٠	١٠	٧/٥	٦/١	٧/٣	٥/٨٥	٧	٥/٤٧	٦/٨	٥/٣٠
١١	١١	٥/٥	٥/٥	٥/٣	٥/٣١	٥	٥/١٢	٥/٨	٥/٩٤
١٢	١٢	٦/٤	٥/٦	٦	٥/٤	٥/٨	٥/١٠	٥/٥	٤/٩
١٣	١٣	٦/١٠	٦/٢	٦	٦	٥/٧	٥/٧	٥/٥	٥/٥
١٤	١٤	٥/٨	٥/٩	٥/٦	٥/٧	٥/٤	٥/٥	٥/٢	٥/٣
١٥	١٥	٥/٥	٥/٧	٥/٣	٥/٥	٥	٥/٣	٤/٧	٥
١٦	١٦	٥/١٠	٦	٥	٥/٧	٤/٧	٥/٥	٤/٥	٥/٣
–	١٧	–	٧/٣	–	٧	–	٦/٨	–	٦/٦
–	١٨	–	٥/٥	–	٥/٣	–	٥	–	٤/٨
–	١٩	–	٦/٥	–	٦/٣	–	٦/١٠	–	٦

بطور کلی میزان رویش (قطری و ارتفاعی) در محیط عرصه به دلیل دسترسی بیشتر به عوامل غذایی و فضایی همواره از محیط گلخانه بیشتر است. از آنجایی که شرایط محیطی و غذایی برای تمامی گونه‌های موجود در محیط عرصه و گلخانه یکسان بوده است، رویش مضاعف یا بیش از حد انتظار، به نظر می‌رسد که تحت عامل توارث بوده و مرتبط با عوامل محیطی و غذایی نباشد. کاهش تعداد نهال‌ها در دو محیط عرصه و گلخانه در طول دوره مطالعه (جدول ۱) بدلیل خشک شدن نهال‌ها است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه اردیبهشت برابر با ۲۰۹/٦۹ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در اردیبهشت ماه برابر با ۹/۱۱ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه خرداد برابر با ۲۹۲/٤٦ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در خرداد ماه برابر با ۹/٤۳ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه تیر برابر با ۳٦۸/۱۱ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در تیر ماه برابر با ۱۱/۸۷ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه مرداد برابر با ۳۹۳/۸٦ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در مرداد ماه برابر با ۱۲/۷۰ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه شهریور برابر با ۲۲۸/۳۲ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در شهریور ماه برابر با ۹/۳ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه مهر برابر با ۲۸٤/۸۷ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در مهر ماه برابر با ۹/٤۹ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در ماه آبان برابر با ۱۸۵/۵۵ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در گلخانه در آبان ماه برابر با ٦/۱۸ میلی‌متر در روز است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در ماه اردیبهشت برابر با ۱۸٦/٤۳ میلی‌متر است به بیانی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در اردیبهشت ماه برابر با ۸/۱ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در ماه خرداد برابر با ۳۳۳/۳۸ میلی‌متر است به عبارتی میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در خرداد ماه برابر با ۱۰/۷۵ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در تیر ماه برابر با ۳۸٦/٤٦ میلی‌متر است به عبارتی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در تیر ماه برابر با ۱۲/٤٦ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در مرداد ماه برابر با ۳۳۸/۲۱ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در مرداد ماه برابر با ۱۰/۹۱ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در شهریور ماه برابر با ۳٤۹/۹ میلی‌متر است به بیانی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در شهریور ماه برابر با ۱۱/۲۸ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در مهر ماه برابر با ۲۳۹/٤۲ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در مهر ماه برابر با ۷/۹۸ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در آبان ماه برابر با ۱۹٦/۵۲ میلی‌متر است به عبارتی میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در گلخانه در آبان ماه برابر با ٦/۵۵ میلی‌متر در روز است.

جدول ٦- نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های مختلف در گلخانه

نیاز آبی / ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)	۲۰۹/٦۹	۲۹۲/٤٦	۳٦۸/۱۱	۳۹۳/۸٦	۲۲۸/۳۲	۲۸٤/۸۷	۱۸۵/۵۵
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)	۹/۱۱	۹/٤۳	۱۱/۸۷	۱۲/۷۰	۹/۳	۹/٤۹	٦/۱۸

جدول ۷- نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در ماه‌های مختلف در گلخانه

نیازآبی / ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)	۱۸۶/۴۳	۳۳۳/۳۸	۳۸۶/۴۶	۳۳۸/۲۱	۳۴۹/۹	۲۳۹/۴۲	۱۹۶/۵۲
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)	۸/۱	۱۰/۷۵	۱۲/۴۶	۱۰/۹۱	۱۱/۲۸	۷/۹۸	۶/۵۵

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در تیر ماه برابر با ۶۹/۴۲ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در تیر ماه برابر با ۲/۲۳ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در مرداد ماه برابر با ۷۲/۶۷ میلی‌متر است به بیانی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در مرداد ماه برابر با ۲/۳۴ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در شهریور ماه برابر با ۴۱/۵۷ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در شهریور ماه برابر با ۱/۳۴ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در مهر ماه برابر با ۴۱/۷۷ میلی‌متر است به عبارتی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در مهر ماه برابر با ۱/۳۹ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در آبان ماه برابر با ۴۲/۰۵ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در عرصه در آبان ماه برابر با ۱/۴۰ میلی‌متر در روز است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در تیر ماه برابر با ۷۰/۱۰ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در عرصه در تیر ماه برابر با ۲/۲۶ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در مرداد ماه برابر با ۷۳/۹۰ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در عرصه در مرداد ماه برابر با ۲/۳۸ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در شهریور ماه برابر با ۶۰/۱۷ میلی‌متر است به عبارتی میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در عرصه در شهریور ماه برابر با ۱/۹۴ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در مهر ماه برابر با ۴۹/۸ میلی‌متر است به بیانی دیگر میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در عرصه در مهر ماه برابر با ۱/۶۶ میلی‌متر در روز، نیاز آبی گونه‌ی اقاقیا در عرصه در عمق ۱۰ سانتی‌متری نخست در آبان ماه برابر با ۵۱/۴۵ میلی‌متر است به تعبیری میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در عرصه در آبان ماه برابر با ۱/۷۱ میلی‌متر در روز است.

بنابراین نتایج این پژوهش مشخص نمود که نیاز آبی نهال‌ها در گلخانه و عرصه در روزهای ماه‌های مختلف (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان) به چه میزان (میلی‌متر) است. بر طبق نتایج این تحقیق توصیه می‌گردد تا دور آبیاری نهال‌ها در ماه‌های اردیبهشت و خرداد در گلخانه به شرح زیر باشد:

جدول ۸- نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی آسمان‌دار در ماه‌های مختلف در عرصه

نیاز آبی / ماه	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)	۶۹/۴۲	۷۲/۶۷	۴۱/۵۷	۴۱/۷۷	۴۲/۰۵
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)	۲/۲۳	۲/۳۴	۱/۳۴	۱/۳۹	۱/۴۰

جدول ۹- نیاز آبی کل و میانگین نیاز آبی روزانه گونه‌ی اقاقیا در ماه‌های مختلف در عرصه

نیاز آبی / ماه	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
نیاز آبی کل در ماه (میلی‌متر)	۷۰/۱۰	۷۳/۹۰	٦۰/۱۷	٤۹/۸	٥۱/٤٥
میانگین نیاز آبی روزانه در ماه (میلی‌متر)	۲/۲٦	۲/۳۸	۱/۹٤	۱/٦٦	۱/۷۱

جدول ۱۰- میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری نهال‌ها در دورهای مشخص آبیاری در ماه‌های مختلف در گلخانه

ردیف	نوع گونه	دور آبیاری (چند روز یکبار)		میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری نهال‌ها (میلی‌متر)		ماه
		گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	
۱	آسمان‌دار	۱٤	–	۱۲۷/٥٤	–	اردیبهشت
۲	اقاقیا	۹	–	۷۲/۹	–	اردیبهشت
۳	آسمان‌دار	۱٤	–	۱۳۲/۰۲	–	خرداد
٤	اقاقیا	۹	–	۹٦/۷٥	–	خرداد
٥	آسمان‌دار	۷	۱۲	۸۳/۰۹	۲٦/۷٦	تیر
٦	اقاقیا	٦-٥	۹	۷٤/۷٦	۲۰/۳٤	تیر
۷	آسمان‌دار	۷	۱۲	۸۸/۹	۲۸/۰۸	مرداد

ردیف	نوع گونه	دور آبیاری (چند روز یکبار)		میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری نهال‌ها (میلی‌متر)		ماه
		گلخانه	عرصه	گلخانه	عرصه	
۸	اقاقیا	٦-٥	۹	٦٥/٤٦	۲۱/٤۲	مرداد
۹	آسمان‌دار	۱۱	۱۳	۱۰۱/۲	۱۷/٤۲	شهریور
۱۰	اقاقیا	۹	۱۰	۱۰۱/٥۲	۱۹/٤	شهریور
۱۱	آسمان‌دار	۱۳	۱٤	۱۲۳/۳۷	۱۹/٤٦	مهر
۱۲	اقاقیا	۱۰	۱۱	۷۹/۸	۱۸/۲٦	مهر
۱۳	آسمان‌دار	۱٥	۱٥	۱٤۲/۳٥	۲۱	آبان
۱٤	اقاقیا	۱۱	۱۲	۷۲/۰٥	۲۰/٥	آبان

گونه‌ی آسمان‌دار با وجود آنکه گونه‌ای خزان کننده است، مقاومت بسیار زیادی در برابر کمبود آب دارد که این امر با مطالعه زهتابیان و فرشی (۱۳۷۸) مطابقت دارد. در مطالعه‌ی مذکور شش نوع پوشش گیاهی برای فضای سبز در نظر گرفته شد که کاج تهران در کنار سرو شیراز و سرو نقره‌ای در گروه درختان سوزنی برگ همیشه سبز قرار گرفت که در این گروه نیاز آبی کاج تهران از همه کمتر بود. در گروه دیگری تحت عنوان پهن برگان خزان کننده به خشکی، مقاوم‌ترین گیاه به کمبود آب آسمان‌دار بود. نتایج این تحقیق نشان داد که کم آبی بر بیشتر ظواهر مورد مطالعه نهال‌ها اثر معنی‌دار دارد، به طوری‌که می‌توان گفت کمبود آب بر تعداد برگ‌ها، ابعاد برگ‌ها، رویش قطر و ارتفاع، شادابی برگ‌ها و سلامت نهال‌ها تاثیر گذار است که این امر با مطالعه‌ی روکی و همکاران (۱۳۹٦) همخوانی دارد. زارعی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی تنش خشکی و نیاز آبی گونه‌های *Atriplex lentiformis, Tamarix aphylla, Zizyphus spina- Christi, Acasia victoria* پرداختند و نشان دادند که از نظر نیاز آبی به ازای واحد حجم تاج پوشش آتریپلکس کمترین نیاز آبی و کنار بیشترین نیاز آبی را دارد و گونه‌ی کنار مقاوم‌ترین گونه در برابر کمبود آب است. اثر آبیاری بر ارتفاع نهال‌ها معنی‌دار بوده است، با کاهش آبیاری از ارتفاع نهال‌ها کاسته شده است، که این امر با مطالعه‌ی حسنوند و همکاران (۱۳۹۰) هم راستا است. نتایج مشابه نیز موید این موضوع است. از جمله ناگاکورا و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که خشکی سبب کاهش رشد اندام هوایی نهال می‌شود و همچنین درایسچ و همکاران (۲۰۰۳) در کانادا نشان دادند که تاثیر توام آبیاری منظم و کوددهی سبب افزایش ارتفاع می‌گردد و حتی کود دهی بدون آبیاری تاثیری روی رویش نهال ندارد. کاسترو دایز و همکاران (۲۰۰٥) در تحقیقی اثر متقابل سایه و رژیم‌های آبیاری را روی نهال‌های سه گونه بلوط مدیترانه‌ای بررسی کردند و نتیجه گرفتند که آبیاری روزانه می‌تواند رشد را افزایش دهد.

اثر آبیاری بر قطر نهال‌ها معنی‌دار بوده است، با کاهش آبیاری از قطر نهال‌ها کاسته شده است که این امر با مطالعه‌ی حسنوند و همکاران (۱۳۹۰) هم راستا است. عصری و همکاران (۱۳۸۳) طی تحقیقاتی بر روی

نهال‌های بلند مازو در سواحل نوشهر دریافتند که هر چه خشکی بیشتر باشد، قطر نهال‌ها کمتر می‌شود. تیمر و میلر (۱۹۹۱) اشاره کرد که استرس رطوبتی سبب کاهش قطر یقه نهال‌ها می‌شود.

اثر آبیاری بر میانگین مساحت برگ معنی‌دار بوده به طوری‌که زمانی که نهال‌ها در تنش خشکی قرار گرفته بودند (۲ ، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن حد مجاز تقلیل رطوبت) مساحت برگ‌ها کوچکتر شد، که این امر با مطالعه‌ی ناصری و همکاران هم‌خوان است. هس و همکاران (۱۹۹۸) کاهش رطوبت را باعث کاهش سطح برگ دو گونه راش غربی و بلوط مدیترانه‌ای دانستند. فوتیل و همکاران (۲۰۰۰) نیز افزایش آبیاری را موجب افزایش سطح برگ بلوط‌های مدیترانه‌ای دانستند.

اثر آبیاری بر طول و عرض برگ معنی‌دار بوده به طوریکه زمانی که نهال‌ها در تنش خشکی قرار گرفته بودند (۲ ، ٤ و ٦ روز پس از فرا رسیدن حد مجاز تقلیل رطوبت) طول و عرض برگ‌ها کوچکتر شد، که این امر با مطالعه‌ی ناصری و همکاران (۱۳۹۱) هم راستا است. اسعدی (۱۳۹۱) اثر تیمار آبیاری بر طول و عرض برگ را معنی‌دار گزارش کرده و بیشترین مقدار در تیمار شاهد مشاهده شد.

اثر آبیاری بر زنده‌مانی نهال‌ها معنی دار بوده است و با کاهش آبیاری زنده‌مانی نهال‌ها کاهش یافته است. Marice (۱۹۸۲) نشان داد که آبیاری سبب افزایش زنده‌مانی و رشد نهال می‌شود. طبری و همکاران (۱۳۸۳) نیز گزارش کردند که اثر آبیاری روی زنده‌مانی نهال‌های زربین در نوشهر معنی‌دار است. کلری و همکاران (۱۹۷۸) گزارش می‌کنند که رطوبت خاک چه به صورت آبیاری و چه نشات گرفته از محیط، به‌ویژه در فصل خشک باعث افزایش زنده‌مانی نهال می‌گردد. بطور کلی با انتخاب گونه‌ی مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک و با توجه به تعیین نیاز آبی، دور آبیاری و اثر تنش آبی بر نهال‌ها، علاوه بر صرفه جویی اقتصادی در مصرف آب، می‌توان به توسعه‌ی سیستم‌های نوین آبیاری در این مناطق اهتمام ورزید. شایسته است متوسط نیاز آبی گونه‌های موجود در مناطق خشک و نیمه‌خشک در طی ماه‌های مختلف محاسبه شده و آبیاری گونه‌ها بر اساس آن الگو توسط سازمان فضای سبز شهرداری‌ها صورت پذیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان از همکاری مجموعه‌ی شهرداری و شورای اسلامی شهر رباط‌کریم، پرسنل محترم سازمان فضای سبز شهرداری رباط‌کریم، آقای دکتر الیاس حیاتی، آقای رضا سعادتمندی و خانم اعظم اسکندری‌راد عضو وقت شورای اسلامی شهر رباط‌کریم نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

منابع مورد استفاده

۱. اخوان، س.، شعبان پور، م.، اصفهانی، م. ۱۳۹۱. اثر تراکم و بافت خاک بر رشد ریشه و اندام های هوایی گندم. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۷۳۵-۷۲۷: (۳) ۲٦.

۲. امیری، ن.، غفاری، م.، یزدیان، ف.، پیرو، ص. ۱۳۹٤. تعیین گونه‌های مناسب جنگل‌کاری و فضای سبز (مرور مطالعات انجام شده)، دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۳-۱۲ اسفند، دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۷ ص.

۳. اسعدی، ف، ۱۳۹۱. مطالعه اثر سطوح مختلف آبیاری و سایه بر نهال‌های گونه تادار (*Celtis caucasica*) در نهالستان. (مطالعه موردی: نهالستان شوراب خرم آباد). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

٤. اعتماد، و.، خزایی، م.، شیروانی، ش.، جوانمیری‌پور، م. ۱۳۹۹. مقایسه میزان ترسیب گرد و غبار در چهار گونه درختی در دو دامنه پارک جنگلی چیتگر. مجله پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران). پذیرفته شده برای چاپ.

۵. حسنوند، ش. اعتماد، و. نمیرانیان، م. عطارد، پ. ۱۳۹۰. اثر سطوح آبیاری بر طول ریشه و زنده‌مانی نونهال های اوری و مقایسه مقاومت به خشکی نهال‌هال تولیدی. (مطالعه موردی: نهالستان کنتیا در شمال تهران). مقالات کامل نخستین همایش باغ گیاه‌شناسی ملی ایران آبان ماه ۱۳۹۰.

٦. دلفان آذری، ن.، رستمی شاهراجی، ت.، غلامی، و. و هاشمی گرم دره س. الف.، ۱۳۹۷. برآورد نیاز آبی و ارزیابی سطوح مختلف آبیاری بر پارامترهای رشدی نهال‌های کاج تهران، (مطالعهٔ موردی: تهران)، مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال دهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص ۲۵۰-۲۳۷.

۷. راد، م.ه. ۱۳۹۷. نیاز آبی برخی گونه‌های مورد استفاده در جنگل‌کاری مناطق خشک و نیمه‌خشک. طبیعت ایران، ٤٧-٤١: (٤) ٣.

۸. روکی، م. طبری کوچکسرایی، م. ساداتی، الف. ۱۳۹٦. اثر کم‌آبی بر زنده‌مانی، رشد، تبادلات گازی و روابط آبی نهال‌های سرو نقره ای و سرو شیراز. دو فصلنامع علمی پژوهشی خشکبوم. جلد ۸، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷.

۹. زارعی، ع. ۱۳۹۳. تعیین ضریبKc و بررسی اثر تنش خشکی و شوری در گونه‌های *Atriplex lentiformis, Tamarix aphylla, Zizyphus spina- Christi, Acacia vivtoria* به منظور انتخاب گیاه مناسب جهت احیا مناطق خشک. احیا مناطق خشک و کوهستانی. دانشگاه تهران. رساله دکتری.

۱۰. زهتابیان، غ.، فرشی، ع. ۱۳۷۸. برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز در مناطق خشک (مطالعه موردی : کاشان). مجله منابع طبیعی ایران. ٧٤-٦٣: (٢) ٥٢

۱۱. شبان، م.، قدوسی، ج. ۱۳۸۸. بررسی و مطالعه گونه های درختی و درختچه ای سازگار با شرایط آب و هوایی شهر آباده. همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی). گرگان-ایران. ۱۲ ص.

۱۲. طبری، مسعود، محمدرضا پورمجیدیان و علیرضا علـی -زاده، ۱۳۸۳ .تأثیر نوع خاک، رژیم آبیاری و وجین روی تولید نهال سرو زربین در نهالستان شهر پـشت نوشـهر، مجلهٔ پژوهش و سازندگی، ۷۰ :٦٥-٦٩

۱۳. عصری، م، ۱۳۸۷. بررسی رشد و توسعه نهال بلندمازو در سطوح مختلف آبیاری. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۸، صفحه، صفحه ۱۷٦-۱٦۸.

۱٤. قمرنیا، ه. و موسی بیگی، ف.، ۱۳۹۳. برآورد نیاز آبی، ضرایب گیاهی یک جزیی و دوجزیی نعناع فلفلی (*Mentha pipertia*) نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۸ ،شماره ٤. ٦٧٨ -٦٧٠.

۱٥. علی‌حوری، م.، ناصری، ع.، برومندنسب، ع. و کیانی، ع.، ۱۳۹٤. اثر کم آبیاری و شوری آب آبیاری بر توزیع شوری خاک و رشد رویشی نهال‌های خرما، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال چهارم، شماره ۳، بهار ۱۳۹٤، ص ۳٤۰-۳۲۹.

۱٦. قربانیان، م.، لیاقت، ع.، نوری، ح.، ۱۳۹٤. بررسی اثر افزودن کود بر ضریب گیاهی، رشد ریشه و اندام هوایی ذرت علوفه‌ای، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ٦، جلد ۹، ص ۸٥۳ الی ۸٤۲.

۱۷. کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنشهای محیطی در گیاهان، چاپ اول ،انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۸. گنجی خرم‌دل، ن. و کیخایی، ف.، ۱۳۹٥. مقایسه تغییرات رشد و عملکرد محصول درختان بارور پسته درگذر از آبیاری سطحی به آبیاری قطرهای در ساوه، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد،۳۰، شماره ۳.

۱۹. موذن‌پور کرمانی، م.، محمدی محمد آبادی، الف.، بادیه نشین، ع.، نوری، ح.، ۱۳۹٦. اندازه‌گیری تبخیر تعرق و ضریب گیاهی پسته در منطقه رفسنجان، نشریه هواشناسی کشاورزی، جلد ٥، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹٦، ص ٤۷ الی ٥٥.

۲۰. ناصر نوروزی هارونی،ن.، پیله‌ور، ب. ۱۳۹۷. اثرات تنش شوری روی نرخ تبادلات گازی و پتانسیل آبی برگ دو گونه ارغوان (*Cercis siliquastrum L.*) و اقاقیا(*Robinia pseudoacacia L.*). مجله پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران). ۳۱ (٤): ۸٦۳-۸۷۷.

21. Al-Jamal, M. S. & Sammis, T. W. & Mexal, J. G. & Picchioni, G. A. & Zachritz, W. H., 2002. "A growth-irrigation scheduling model for wastewater use in forest production," Agricultural Water Management, Elsevier, vol. 56(1), 57-79.
22. Castro Diez, P., Navarro, J., 2006. Water relation of seedlings of three Quercus species: variation across and within species grown in contrasting light and water regims. Tree physiology. 27: 101-110.
23. Cleary, B.D., Greaves, R.D. and Hermann, R.K., 1978. Regenerating Oregon's forests: a guide for the forest generation. Oregon State Universiy Extension Serivece Corvallis, Oregon.
24. Driessche, V.R., Rudo, W., Martens, L., 2003. Effect of fertilization and irrigation on growth of Aspen. Forest Ecology and management. 186:368-389.
25. Fotelli, M.N. R., Aadoglou, K.M, Constaintinidou H.I.A., 2000. Water stress of seedlings four Medeterranean oaks species. Tree physiology. 20: 1065-1075.
26. Hees, T., Wenclawiak, B., Lustig, S., Schramel. P., Schwarzer, M., Schuste, M., Verstraete, D., Dams, R., Helmers, E., 1998. 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 volume 5, pages105–111(1998)
27. Ishtiaque Rao, M., Abdul Salam, H., Gul, N., Ashraf, M., 2019. Water Requirements of Banana and Papaya in Sindh, Pakistan Council of Research in Water Resources, Islamabad, ISBN: 978-969-8469-68-9.
28. Marice, C.R., 1982. Comprative performance of a paper pot and bare roots trees in project NO. 545044. Matcan Forestry Consultants. Inc. Update Rep, 147p
29. Mc Donald, K. P., Mc laren., 2000. The effect of misture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. Forest Ecology and manajmen. 183: 173-181.
30. Mekonnen Habtemariam Daba, Adisu Eba Tadese, (2017). Estimation of Optimum Water Requirement and Frequency of Watering for Different Tree Seedlings at Bako Agricultural Research Center Nursery Site, Journal of Health and Environmental Research, 2017; 3(6): 90-97.
31. Nagakura J, Shigenaga, H.A., Takahashi, M., 2004. Effect of simulated drought stress on the fine roots of Cedar Japanese in a plantation forest on the Kanto plain, Eastern Japan. Forest reaserch. 12: 143-151.
32. Timmer, V. R. and Miller, B. D., 1991; Effects of contrasting fertilization and moisture on biomass, nutrient and water relations of container grown red pine seedlings. New Forests, 5:335-348.

ISSN 2251-7480

Estimation of water requierments of *Robinia pseudoacania* and *Ailanthus altissima* Mill For afforestation under different water stresses (Case study: Robat Karim town)

M. Asgari[1], V. Etemad[2*], A. Liaghat[3], P. Attarod[4] and M. Javanmiri Pour[5]

1) Ph.D. Student of Forest Biological Sciences, University of Tehran, Faculty of Natural Resources.
2) Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
([*] Corresponding Author, Email: vetemad@ut.ac.ir)
3) Professor, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
4) Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.
5) Ph.D. Gratuated, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran.

Received: 21-09-2020 Accepted: 05-05-2021

Abstract

Since the creation of green space depends on the availability of water and dedicated water for irrigation of urban green space, green belts and afforestation in arid and semi-arid climates. Water availability has great value and should be used optimally with high efficiency. For this reason, in order to save water, planting species that need less water and at the same time have optimal growth efficiency has always been as an executive policy. The aim of current study is to estimate the water requirement of tree species in the field and greenhouse under different water stresses in Robat Karim town of Tehran province. This research has been done in both space of greenhouse and field by saplings of *Robinia pseudoacania* and *Ailanthus altissima* Mill and it was done in a completely random design in the field and greenhouse. This research has two stages and each stage consists of several phases. In the first stage, respectively soil field capacity, determining of MAD, determining water requirement of saplings through evapotranspiration were examined and in fact, by determining the water requirement of saplings, the irrigation cycle was determined. In the second stage, the studied saplings were subjected to water stresses 2, 4 and 6 days after reaching MAD and at each period, the physical characteristics data of the saplings were collected. Generally, the results of this study have shown that *Robinia pseudoacania* has a higher water requirement and more irrigation cycles in the field and greenhouse than *Ailanthus altissima* Mill.

Keywords: Irrigation Cycle, Management Allowable Depletion, Water Requirement, Water Stress.