

اثر نانوزئولیت بر خواص مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل محمدی

مجتبی محمودی*

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران،

نشانی: ساری، جاده قائمشهر، کیلومتر ۶، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
* نگارنده مسئول :

[Email: m.mahmoudip@areeo.ac.ir](mailto:m.mahmoudip@areeo.ac.ir)

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر رشد رویشی و خصوصیات فیزیولوژیکی گل محمدی، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل با ۱۲ تیمار (سه سطح نانوزئولیت و چهار تیمار رطوبتی) در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط فضای مسقف با نور کافی به اجر درآمد. پس از تعیین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی خاک، بر اساس رطوبت خاک، وزن مرجع در شرایط ظرفیت زراعی تعیین و تیمار خشکی اعمال شد. پس از اعمال تنش، فاکتورهای مختلف مورفولوژی: رشد قطری، ارتفاع نهال، تعداد برگ، سطح برگ، بیوماس اندام هوایی و زمینی اندازه‌گیری شد نتایج نشان داد که بیشترین وزن کل گیاه و وزن خشک اندام‌های هوایی گل محمدی در تیمار ۱۰ گرم نانو زئولیت و دور آبیاری ۴ روز بدست آمده است. اثر متقابل فاکتورهای نانوزئولیت و دور آبیاری بر وزن تازه و خشک برگ معنی‌دار و در تیمار ۱۰ گرم نانو زئولیت و دور آبیاری ۴ روز به حداکثر خود رسیدند. کاربرد نانوزئولیت بر تعداد، طول، حجم و وزن خشک ریشه گل محمدی معنی‌دار و مصرف ۱۰ گرم نانوزئولیت باعث بهبود این شاخص‌ها شد. دور آبیاری در تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده به غیر از وزن خشک اندام هوایی، تعداد ریشه، ارتفاع گیاه و محتوای نسبی آب برگ اثر معنی‌داری نشان داد. در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از نانوزئولیت در غلظت‌های پایین باعث بهبود شاخص‌های رشدی شده و کاربرد فراتر از حد مطلوب به‌دست آمده برای گیاه گل محمدی که مقاوم به خشکی می‌باشد اثرات نامطلوب به همراه دارد.

کلیدواژه‌ها: تنش خشکی، رشد رویشی، زنده‌مانی، گل محمدی

مقدمه

حدود یک سوم سطح قاره‌های زمین دچار کمبود باران هستند و حدود نیمی از آن‌ها (حدوداً ۱۲ درصد سطح زمین) دارای بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشند که حتی یک چهارم تبخیر بالقوه هم نیست. کشور ما ایران با داشتن متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر که از یک سوم متوسط بارندگی دنیا کمتر است، جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود که بر این اساس بیش از ۹۰ درصد از سطح کشور ما تحت تنش خشکی قرار دارد (کافی و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه مسئله تغییر اقلیم و گرم شدن زمین و کم آبی مهم‌ترین معضل بشری محسوب می‌گردد که بالأخص سیستم‌های تولید در عرصه‌های باغبانی و حتی تکثیر و کشت گیاهان دارویی را نیز با خطر جدی روبرو کرده است.

در خصوص رابطه بین تنش خشکی و گیاهان، عنوان شده است که خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان بوده که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که کاهش رشد در اثر تنش خشکی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی دیگر است. گیاهان با تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک و متابولیک در تمام اندام‌های خود نسبت به خشکی پاسخ می‌دهند (Blum 2011) در حقیقت منظور از خشکی همان کاهش در آب قابل دسترس در خاک برای گیاه است. اگر آب قابل دسترس برای ریشه گیاه محدود شود و یا سرعت تعرق بسیار زیاد شود، گیاه تنش خشکی را تجربه می‌کند که این شرایط معمولاً در مناطق و اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک مشاهده می‌شود (Dai, 2013). خشکی یکی از تنش‌های محیطی بوده که روی اکثر مراحل رشد، ساختار و فعالیت‌های گیاهی آثار مخرب و زیان‌آوری وارد می‌سازد که به دلیل کاهش جذب مواد غذایی توسط ریشه است، بنابراین تنش خشکی می‌تواند پتانسیل تولید را کاهش دهد (Akhzari and Pessarakli, 2016) تحقیقات زیادی در زمینه اثر تنش خشکی بر رشد گیاهان وجود دارد که همگی

اثرات تخریبی تنش خشکی را روی بسیاری از فرآیندهای رشد تأیید می‌کند. امروزه اهمیت آب در گیاهان برای نگهداری فشار آماس جهت رشد کاملاً اثبات شده است. در واقع حفظ فشار آماس موجب بازماندن روزنه‌ها، انجام فتوسنتز و جذب بیشتر آب خواهد شد. لذا طبیعی است که تحت شرایط کمبود آب فرآیندهای متابولیسمی گیاه کند و در نتیجه شاخص‌های رشدی کاهش پیدا کند (مردانی و همکاران، ۱۳۹۰).

خشکی باعث کاهش تولید گیاهان می‌شود. بسیاری از گیاهان دارای مکانیسم‌های خاصی جهت مقابله با شرایط کم آبی و افزایش کارایی مصرف آب می‌باشند. مکانیسم‌هایی مانند کاهش سطح برگ، ظرفیت بالای ذخیره آب، تراکم بالای روزنه‌ای و کاهش هدایت روزنه‌ای، به‌علاوه تحمل خشکی به‌وسیله تنظیم اسمزی و به حداقل رساندن ذخیره آب در فضای بین سلولی برای حفظ فعالیت‌های متابولیسمی هم گزارش شده است (Alizadeh et al., 2011).

تنش خشکی موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (عسگریان، ۱۳۸۲). با توجه موارد فوق گیاه جهت مقابله با تنش خشکی راهکارهایی را از جمله افزایش مواد اسمولیت‌ه اسمزی و کاهش پتانسیل اسمزی ایجاد می‌کند تا بتواند از حداقل آب موجود در خاک استفاده کند. تحقیقات گزارش شده روی گل محمدی در شرایط دارای تنش نظیر خشکی و شوری بسیار محدود است. با توجه به اینکه بخش وسیعی از کشور ایران را مناطق شور و یا مناطق با محدودیت آبی تشکیل می‌دهد، اهمیت تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. هدف از این تحقیق تعیین آستانه تحمل به خشکی و اثرات نانوزئولیت خاص در تقویت خاک در جهت حفظ رطوبت خاک روی گل محمدی و معرفی دوره آبیاری مناسب برای پرورش آن است.

گل محمدی از گونه‌های بسیار مهم معطر است که به صورت وحشی می‌روید و هنوز در کشورهای سوریه و مراکش و استرالیا به صورت خودرو رویش دارد

است. گواه این مسئله گلستان‌های مختلف در مناطق کاشان، فارس و کرمان است که در طول سال فقط ۲ الی ۳ بار و گاهی حتی مناطقی یک‌بار هم آبیاری نمی‌شوند همچنین به تجربه ثابت‌شده مناطقی که بارندگی بیش از ۲۵۰ میلی‌متر دارند قابل کشت‌اند (کدوری و همکاران، ۱۳۹۵).

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی محل اجرای طرح:

آزمایشی به صورت گلدانی در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر به اجرا درآمد. این ایستگاه در ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است و ارتفاع آن ۵۱/۲ متر از سطح دریا می‌باشد.

۳-۲- مشخصات آب و هوایی:

ازلحاظ آب و هوایی محل اجرای آزمایش در منطقه مدیترانه‌ای و معتدل خزری، تابستان گرم و مرطوب و زمستان‌های پر بارش قرار داشته و میانگین رطوبت نسبی آن تا ۸۲ درصد و حداکثر رطوبت نسبی ۹۶ درصد می‌باشد.

۳-۳- مشخصات اجرایی طرح:

در این تحقیق نهال‌های یک‌ساله گل محمدی از نهالستان بخش خصوصی تهیه شده، سپس در گلدان‌های پلاستیکی (ابعاد ۱۸ × ۲۰ سانتی‌متر) و حاوی خاک لوم کاشت شدند. از تعداد زیادی نهال، نهال‌های یک‌دست و سالم برای آزمایش انتخاب شدند. این نهال‌ها در فروردین‌ماه به گلدان‌ها منتقل شدند. در شروع تابستان عملاً تیمارهای تنش اعمال شد و آزمایش تا انتهای شهریور ادامه داشت.

آزمایش به صورت فاکتوریل در سه تکرار و با چهار سطح دور آبیاری: ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ (روز) و سه سطح نانوزئولیت با مقادیر ۰، ۱۰، ۵۰ گرم در کیلوگرم (۰، ۱ و ۵ درصد وزنی) انجام شد.

به منظور اعمال تنش تعداد ۱۸۰ اصله نهال یک‌دست و یکنواخت گل محمدی (از لحاظ قطر و ارتفاع) که به‌طور متعارف در منطقه دودانگه ساری

همچنین ایران را منشأ این گونه می‌دانند (Chevallier, 1996). در حال حاضر کشورهای تولید کننده گل محمدی در دنیا عبارت‌اند از: بلغارستان، ترکیه، هند، اوکراین، آمریکا، انگلستان، کانادا، فرانسه و ژاپن. گفتنی است که چهار کشور اول جزو پیشگامان تولید گل محمدی در جهان بوده‌اند (عماد و همکاران، ۱۳۹۱) این درختچه با عمر نسبتاً طولانی نسبت به کمبود آب و مواد غذایی مقاوم است. گل محمدی دارای گل‌های صورتی رنگ، نیم پرپر و معطر می‌باشد و در ایران برای تهیه گلاب بکار می‌رود و به نام گل محمدی و گل سرخ مشهور است و در نقاط مختلف کشور کشت می‌شود (ثابتی، ۱۳۵۵). درختچه‌ای به ارتفاع دو متر، ساقه‌ها معمولاً با خارهای قلاب مانند (سر عصایی) محکم و متعدد، گاهی مخلوط با کرک‌های موی ریش مانند غده دار، برگچه‌ها معمولاً پنج‌تایی، گاهی هفت‌تایی، تخم‌مرغی تا تخم‌مرغی - مستطیلی، به طول ۲-۶ سانتیمتر، ساده با سطوح فوقانی بدون کرک، سطح تحتانی کم‌وبیش کرک‌دار، دم‌برگ خاردار، گوشواره‌ها گاهی شانهای، گل‌ها سرخ تا قرمز دو ردیفی، در گل آذین دیهیمی با دمگل کرک موئی - کرک غده - ای دار یا خاردار. یکی از گیاهان با ارزشی است که به منظور تهیه گلاب در اغلب نقاط ایران دیده می‌شود در وسعت زیاد باغ‌های وسیعی در کاشان، کرمان، تبریز، میمند فارس ایجاد شده است و در نواحی دیگر معتدله، معتدله سرد ایران در استان‌های تهران، آذربایجان، یزد و اصفهان نیز کاشته شده است. همچنین با مبدأ آسیای صغیر در اغلب نقاط جهان کاشته شده است (مظفریان، ۱۳۸۹).

یکی از محصولات مهم در گیاهان دارویی، گل محمدی است که با کشت و کار آن در مناطقی که با محدودیت آب مواجه‌اند می‌توان در راستای افزایش بهره‌وری آب و توسعه پایدار بخش کشاورزی حرکت کرد. طبق آمارنامه وزارت کشاورزی در سال ۱۳۹۴ سطح زیر کشت گل محمدی کشور ۱۶۵۰۶ هکتار و عملکرد آن ۲/۲ هکتار بوده است. از شاخص‌ترین صفات در گل محمدی، بقاء و سازگاری این گیاه به خشکی

وزن ریشه) تأثیرگذار بوده و بین تیمارها اختلاف معنی دار در سطح یک درصد وجود دارد. جدول مقایسه میانگین، تیمارها را در دو گروه مختلف قرار داده است و بیشترین مقدار وزن کل در تیمار مصرف ۱۰ گرم نانوزئولیت مشاهده شده است (شکل ۱).

کشت می شود تهیه و برای انجام آزمایش اختصاص یافت.

۴- نتایج

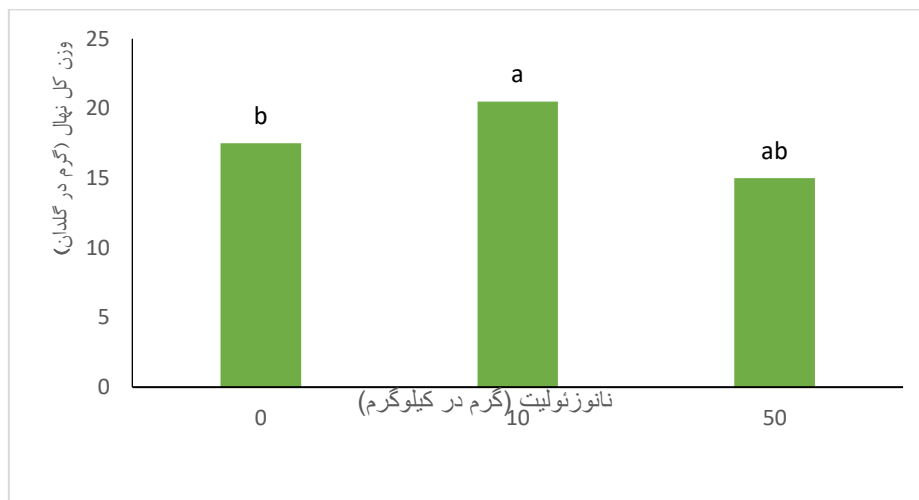
• وزن کل نهال گل محمدی

بر اساس داده های جدول شماره ۴-۱ اثر تیمار نانوزئولیت بر وزن کل گل محمدی (وزن اندام هوایی و

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای دور آبیاری و نانوزئولیت بر وزن کل و اندام هوایی نهال گل محمدی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تازه کل	وزن خشک کل
تکرار	۲	۱۸۵/۰۷*	۳۵/۸۸ n.s
دور آبیاری	۳	۹۰۴/۵۲**	۱۶۷/۷۶**
نانوزئولیت	۲	۳۴۵/۰۴**	۷۱/۶۸**
اثر متقابل	۶	۱۰۴/۰۵ n.s	۳۶/۴۱۹ n.s
خطا	۲۲	۵۰/۴۵	۱۲/۸۸

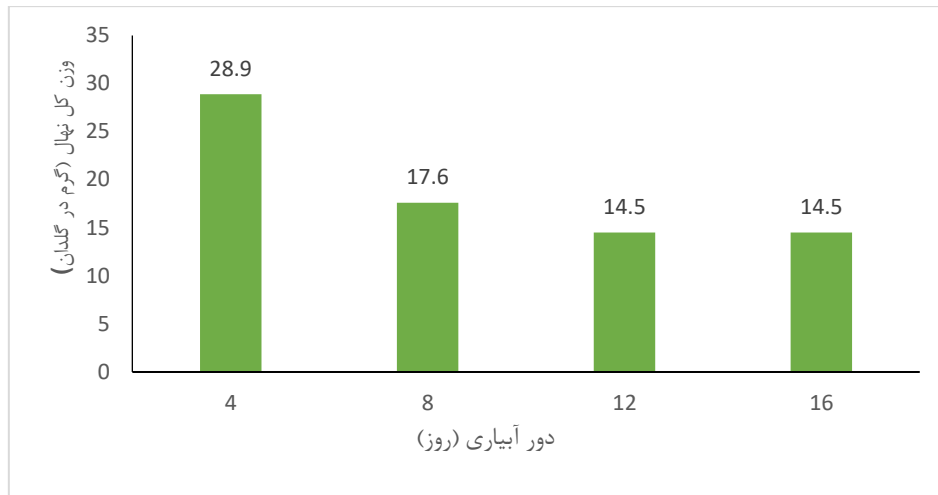
n.s غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح آماری پنج و یک درصد



شکل ۱- اثر نانوزئولیت بر وزن کل نهال گل محمدی

سه گروه مختلف قرار دارد و بیشترین میزان وزن آبیاری با دور ۴ روز بوده است (شکل ۲). بر اساس داده های جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل تیمارهای نانوزئولیت و دور آبیاری معنی دار نبود (جدول ۴-۱).

همچنین داده های جدول ۴-۱ نشان می دهند که اثر دور آبیاری بر وزن کل گل محمدی معنی دار بوده و بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت. جدول مقایسه میانگین ها تیمارها را در

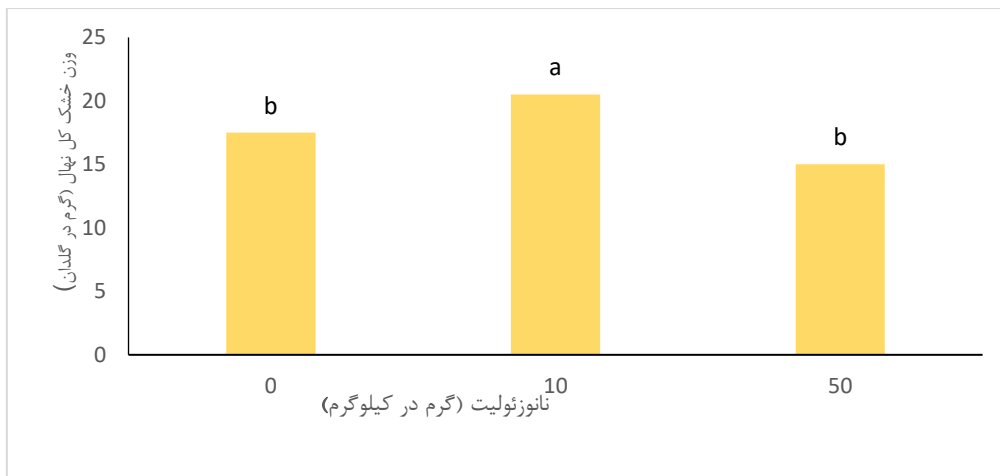


شکل ۲- اثر تیمار دور آبیاری بر وزن کل نهال گل محمدی

وجود داشته و جدول مقایسه میانگین‌ها، تیمارها را در دو گروه قرار داده و بیشترین مقدار وزن اندام هوایی در مقدار ۱۰ گرم نانوزئولیت دارد (جدول ۴-۱ و شکل ۳).

• **وزن خشک اندام هوایی نهال گل محمدی**

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت بر وزن خشک اندام هوایی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری

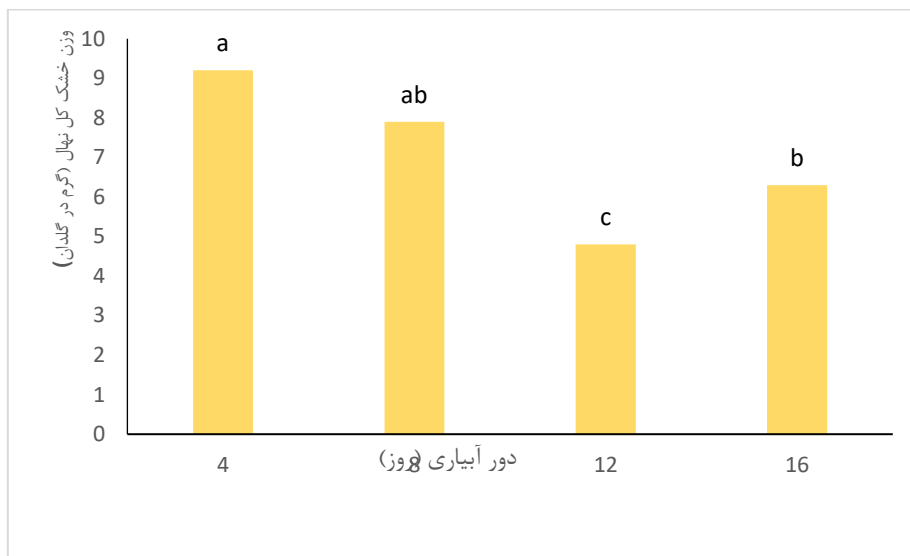


شکل ۳- اثر تیمار نانوزئولیت بر وزن خشک اندام هوایی نهال گل محمدی

خاک شده است و گیاه رز ماری تحت تنش خشکی بالاترین وزن تر ریشه، تعداد شاخه و وزن خشک کل گیاه را در شرایط بستر سوپر جاذب داشته است (ضیایی و همکاران، ۱۳۹۵).

بین تیمارهای نانوزئولیت و دور آبیاری در سطح ۵ درصد اثر متقابل معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴-۱).

وزن خشک اندام هوایی تحت تأثیر تیمار دور آبیاری قرار داشته و بین تیمارها در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشته و بیشترین مقدار وزن کل، در تیمار دور آبیاری ۴ روز قرار گرفت (شکل ۴). این نتایج در تطابق با تحقیق ضیایی و همکاران (۱۳۹۵) است. آنها نشان دادند که کاربرد سوپر جاذب یک گرم در هر کیلوگرم خاک موجب بهبود شرایط رطوبتی



شکل ۴- اثر تیمار دور آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی نهال گل محمدی

• وزن خشک برگ نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مقدار نانوذولیت بر وزن خشک برگ در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و تیمارها در دو گروه قرار داده شدند (جدول ۲-۴ و شکل ۷). تیمار ۱۰ گرم در کیلوگرم نانوذولیت بیشترین وزن خشک برگ را نشان داد ولی این تیمار با تیمار شاهد در یک گروه قرار گرفتند. اثر تیمار دور آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد و جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در سه گروه قرار داده است (جدول ۳-۴، شکل ۸). تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۸ روز با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روز بیشترین وزن خشک برگ را تولید کردند. بین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری اثر متقابل معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴-۳).

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوذولیت بر وزن تازه گل محمدی اختلاف معنی مشاهده شد. جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در دو گروه قرار داده است ولی دور آبیاری بر وزن تازه اختلاف معنی نداشته و جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در یک گروه قرار داده است؛ و همچنین بین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری اثر متقابل مشاهده نگردید (جدول ۲-۴، شکل ۵ و ۶).

• وزن تازه برگ نهال گل محمدی

وزن تازه برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای نانوذولیت قرار گرفت. تیمار ۱۰ گرم در کیلوگرم نانوذولیت با تولید ۳/۵ گرم در گلدان بیشترین وزن تازه برگ را تولید کرد. این تیمار نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. دور آبیاری ۴ روز با تولید ۴/۸ گرم در گلدان بیشترین وزن تازه برگ را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. اثر متقابل نانوذولیت و دور آبیاری بر وزن تازه برگ معنی‌داری بود (جدول ۴-۲).

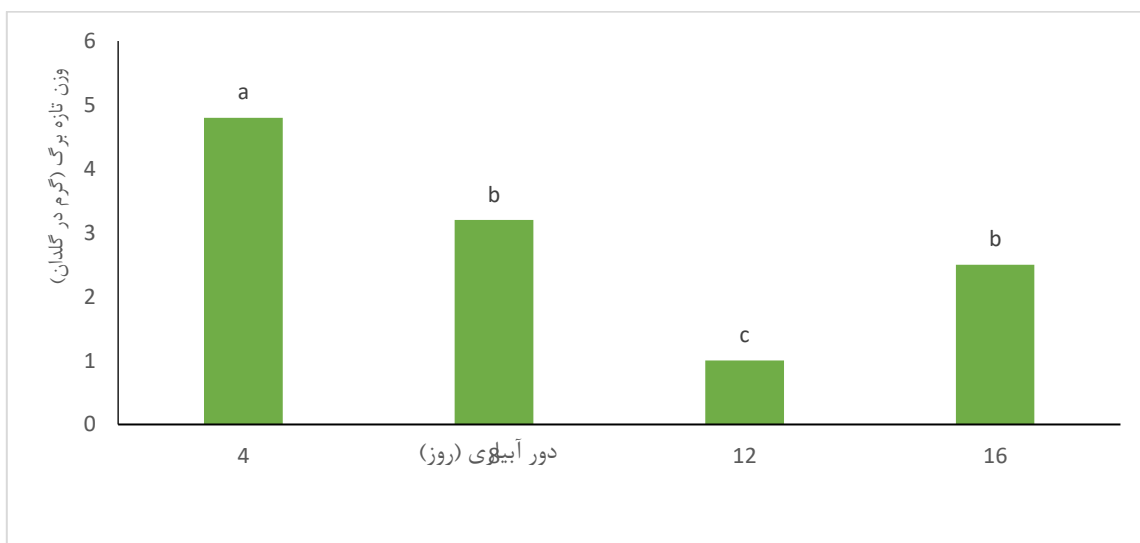
جدول ۴-۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای دور آبیاری و نانوزئولیت بر وزن تازه و خشک نهال گل محمدی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تازه برگ	وزن خشک برگ
تکرار	۲	۱/۶۳ n.s	۱/۷۷ n.s
دور آبیاری	۳	۹/۹۳**	۵/۴۶*
نانوزئولیت	۲	۲۸/۰۶ n.s	۴۶/۸**
اثر متقابل	۶	۵/۷۶۱*	۰/۹۸*
خطا	۲۲	۵/۲۰۳	۱/۴۹

n.s غیر معنی دار و * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح آماری پنج و یک درصد



شکل ۵- اثر تیمارهای نانوزئولیت بر وزن تازه برگ نهال گل محمدی



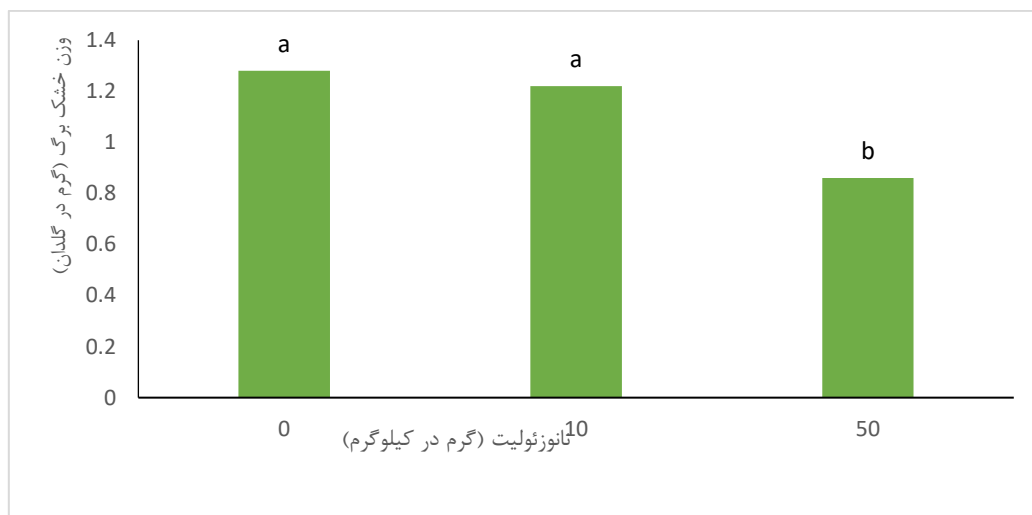
شکل ۶- اثر تیمارهای دور آبیاری بر وزن تازه برگ نهال گل محمدی

جدول ۳-۴ اثر متقابل نانوزئولیت و دور آبیاری بر وزن خشک ریشه نهال گل محمدی

وزن خشک برگ (گرم در گلدان)	وزن تازه برگ (گرم در گلدان)	دور آبیاری (روز)	نانوزئولیت در (گرم کیلوگرم)
۲/۰۸a	۵/۸۹ab	۴	۰
۱/۰۰a	۳/۰۹b	۸	
۰/۱۱d	۰/۵۴d	۱۲	
۰/۹۲bc	۲/۵۱bc	۱۶	
۲/۳۰a	۶/۱۴a	۴	۱۰
۱/۱۴b	۳/۴۶b	۸	
۰/۵۴c	۱/۳۹c	۱۲	
۰/۹۳bc	۳/۱۷b	۱۶	
۱/۰۳bc	۲/۵۰bc	۴	۵۰
۱/۲۲b	۳/۲۱b	۸	
۰/۴۰c	۱/۲۰c	۱۲	
۰/۷۹bc	۲/۱۸bc	۱۶	

عدم مصرف نانوزئولیت و دور آبیاری ۴ روز در یک گروه قرار گرفتند.

با توجه به داده‌های جدول ۳-۴، بیشترین مقادیر وزن تازه و خشک برگ در تیمار ۱۰ گرم نانوزئولیت و دور آبیاری ۴ روز مشاهده شد. اگرچه این تیمار با تیمار



شکل ۷- اثر تیمار نانوزئولیت بر وزن خشک برگ نهال گل محمدی



شکل ۸- اثر تیمار دور آبیاری بر وزن خشک برگ نهال گل محمدی

تعداد ریشه نهال گل محمدی

خشکی بر گیاه را کاهش و بنیه اولیه گیاهچه را تقویت می‌کنند (انجوی موسوی و همکاران، ۱۳۹۴). تیمار دور آبیاری بر تعداد ریشه گل محمدی تأثیر داشته و بین تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و همانند وزن خشک برگ، جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در دو گروه قرار داده است و تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۸ روز با بیشترین تعداد ریشه در یک گروه و تیمارهای ۱۲ و ۱۶ روز در گروه دیگر قرار گرفتند (جدول ۴-۴، شکل ۱۰). اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری مشاهده نگردید (جدول ۳-۴).

بین تیمارهای مختلف نانوزئولیت اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید بر تعداد ریشه گل محمدی ($p < 0.01$) مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۹) نشان داد که تیمار ۱۰ گرم نانوزئولیت با ۲۶ درصد افزایش نسبت به شاهد بیشترین تعداد ریشه را ایجاد کرد. مطالعه قبلی نشان داد که پلیمرهای سوپر جاذب قادر به جذب آب برای مدت‌زمان طولانی بوده و به تدریج آب را در اختیار ریشه گیاه قرار داده و تأثیر

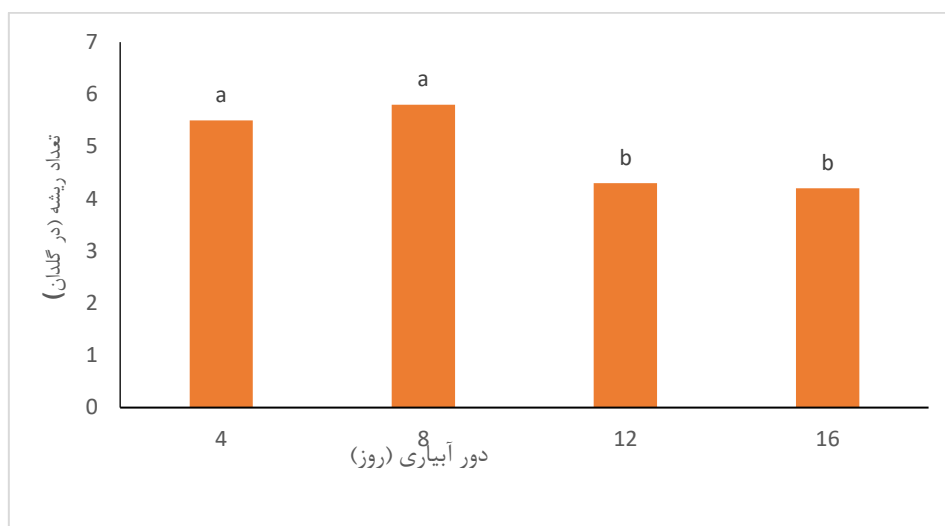
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای دور آبیاری و نانوزئولیت بر تعداد و طول ریشه نهال گل محمدی

منابع تغییرات آزاد	درجه	تعداد ریشه	طول ریشه
تکرار	۲	n.s ۱۷/۵۰	n.s ۱۱۱/۱۱
دور آبیاری	۳	** ۲۶/۶۹	** ۴۳۲/۸۴
نانوزئولیت	۲	** ۳۰/۴۸	** ۲۸/۹۷
اثر متقابل	۶	n.s ۹/۱۱	n.s ۳۳/۲۵
خطا	۲۲	۵/۰۸	۹۱/۷۶

n.s غیر معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح آماری پنج و یک درصد



شکل ۹- اثر نانوذلولیت بر تعداد ریشه نهال گل محمدی

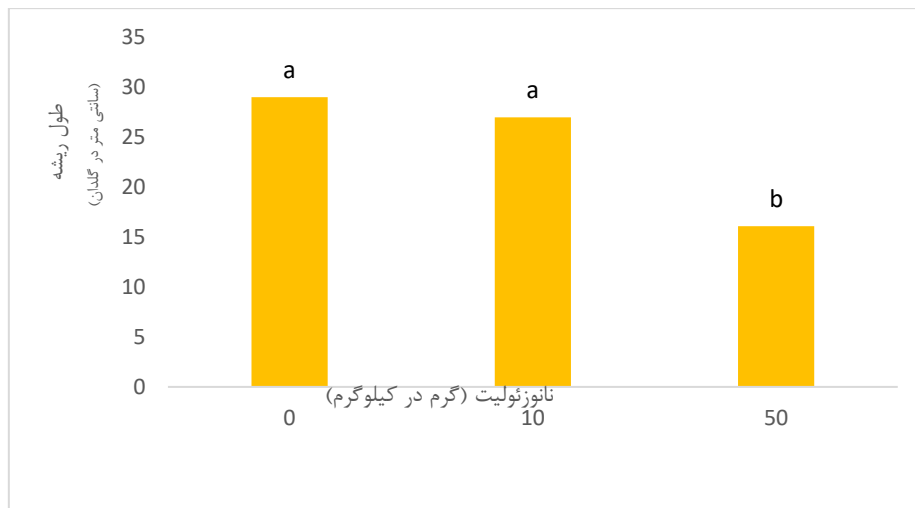


شکل ۱۰- اثر تیمار دور آبیاری بر تعداد ریشه نهال گل محمدی

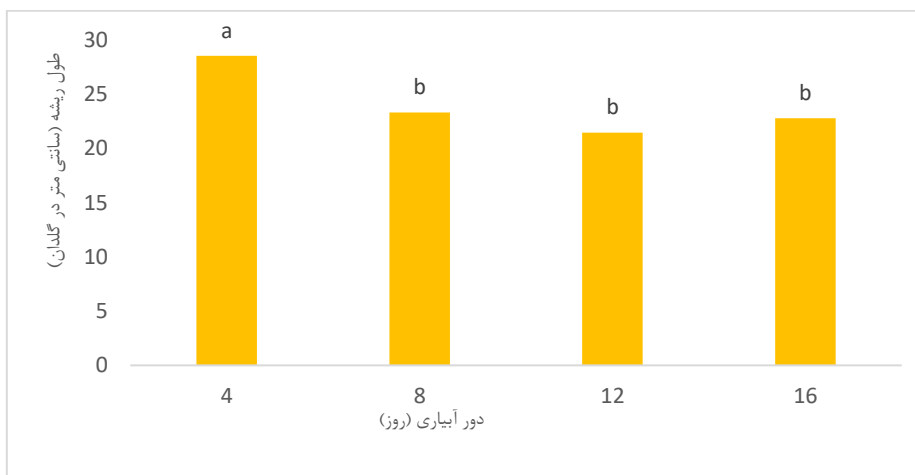
معنی داری نشان داده و این تیمار نسبت به تیمار دور آبیاری ۸ روز که در رتبه بعدی قرار دارد ۲۲ درصد افزایش طول ریشه نشان داد. اثر متقابل معنی داری بین تیمارهای مقدار نانوذلولیت و دور آبیاری مشاهده نگردید (شکل ۱۱ و ۱۲).

• طول ریشه نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوذلولیت و تیمار دور آبیاری بر طول ریشه در سطح یک درصد اختلاف معنی داری مشاهده گردید (جدول ۴-۴). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها، تیمارها را در دو گروه قرار داده است. طول ریشه در تیمار دور آبیاری ۴ روز نسبت به بقیه تیمارها اختلاف



شکل ۱۱- اثر نانوزئولیت بر طول ریشه نهال گل محمدی



شکل ۱۲- اثر تیمار دور آبیاری بر طول ریشه گل محمدی نهال گل محمدی

شده است (شکل ۱۳). با توجه به روند مشاهده شده در طول و حجم ریشه می توان چنین استنباط کرد که تیمار ۵۰ گرم در کیلوگرم نانوزئولیت احتمالاً باعث نگه داشت بیش از حد آب در حوزه سیستم ریشه ای شده و مانع رشد و گسترش ریشه شده است. همانند طول ریشه، حجم ریشه نیز در تیمار دور آبیاری ۴ روز با اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۴).

• حجم ریشه نهال گل محمدی

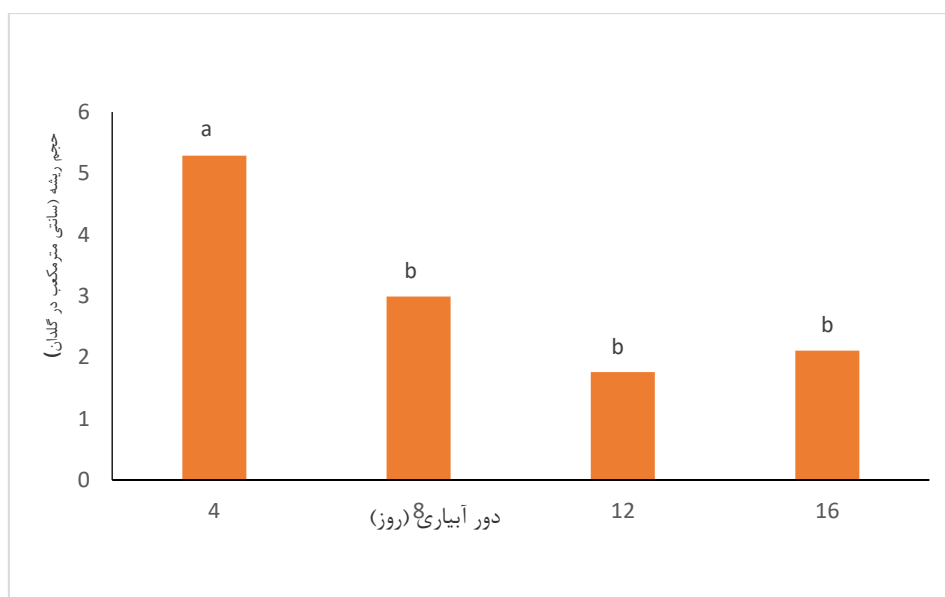
بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و دور آبیاری در سطح یک درصد اختلاف معنی داری در حجم ریشه مشاهده گردید (جدول ۴-۵). جدول مقایسه میانگین ها تیمارها را در دو گروه متفاوت قرار داده است. تیمارهای شاهد و ۱۰ گرم در کیلوگرم نانوزئولیت در یک گروه قرار گرفتند و تیمار ۵۰ گرم در کیلوگرم باعث کاهش معنی دار حجم ریشه

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای دور آبیاری و نانوزئولیت بر حجم و وزن خشک ریشه نهال گل محمدی

منبع تغییرات	درجه آزادی	حجم ریشه	وزن تازه ریشه	وزن خشک ریشه
تکرار	۲	۱۲/۱۶۹**	۸۰۲ ^{ns}	۲/۷۷ ^{ns}
دور آبیاری	۳	۱۱۳/۷۸۷**	۱۰۴۳ ^{ns}	۹/۵۴**
نانوزئولیت	۲	۱۵۲/۰۵۳**	۳۵۳ ^{ns}	۱۴/۵۵**
اثر متقابل	۶	۲۰/۵۴**	۱۰۵۴ ^{ns}	۱/۷۴**
خطا	۲۲	۲/۲۶	۸۹۹/۳	۰/۲۵



شکل ۱۳- اثر نانوزئولیت بر حجم ریشه نهال گل محمدی



شکل ۱۴- اثر تیمار دور آبیاری بر حجم ریشه نهال گل محمدی

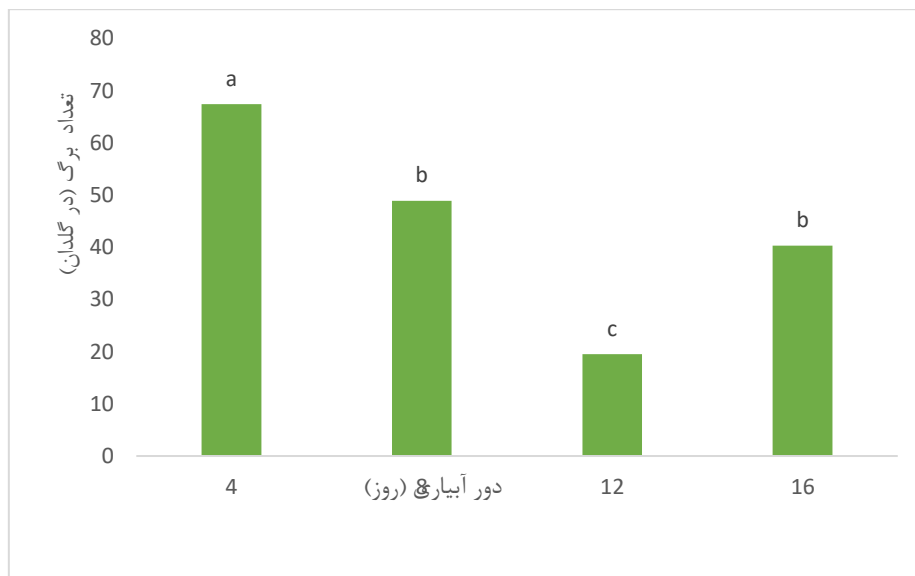
• تعداد برگ نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و تیمار دور آبیاری بر تعداد برگ در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارهای مختلف

مقدار نانوزئولیت بر تعداد ریشه را در دو گروه مختلف ولی تیمار دور آبیاری بر تعداد ریشه در سه گروه دسته‌بندی کرده است ولی بین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری بر هم اثر متقابل ندارند (شکل ۱۷ و ۱۸).



شکل ۱۵- اثر نانوزئولیت بر تعداد برگ نهال گل محمدی



شکل ۱۶- اثر تیمار دور آبیاری بر تعداد برگ نهال گل محمدی

• ارتفاع نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و تیمار دور آبیاری بر ارتفاع گل محمدی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و

جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در یک گروه قرار داده است و همچنین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری بر هم اثر متقابل هم نداشتند (جدول ۴-۷).

بر ارتفاع گل محمدی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در یک گروه قرار داده است و همچنین تیمارهای مقدار نانو و دور آبیاری بر هم اثر متقابل هم نداشتند.

• محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC) نهال گل محمدی داده‌های جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و تیمار دور آبیاری

جدول ۴-۶- اثر متقابل نانوزئولیت و دور آبیاری بر محتوای رطوبت نسبی برگ نهال گل محمدی

محتوای رطوبت نسبی برگ (%)	دور آبیاری (روز)	نانوزئولیت (گرم در کیلوگرم)
۶۰/۰۷ ^a	۴	
۸۱/۸۰ ^a	۸	۰
۸۱/۴۷ ^a	۱۲	
۷۱/۷۰ ^a	۱۶	
۸۶/۲۰ ^a	۴	
۸۰/۸۰ ^a	۸	۱۰
۸۱/۲۳ ^a	۱۲	
۷۳/۳۰ ^a	۱۶	
۸۷/۷۷ ^a	۴	
۸۳/۶۰ ^a	۸	۵۰
۷۸/۸۰ ^a	۱۲	
۷۱/۹۰ ^a	۱۶	

نتیجه گیری

داده های تحقیق اخیر نشان دادند که نانو زئولیت در غلظت کم (۱۰ گرم در کیلوگرم خاک) تأثیر مثبت معنی داری روی اکثر شاخص های اندازه گیری شده گل محمدی بجای گذاشته است. این اثرات مثبت احتمالاً بواسطه نقش آن در افزایش ظرفیت زراعی خاک می باشد. چراکه با افزایش مصرف از ۱۰ به ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک، شاخص ها سیر نزولی پیدا کردند و این می تواند ناشی از نگهداشت بیش از حد آب در حوزه فعالیت ریشه و کاهش تهویه خاک باشد. زئولیت از مواد معدنی اصلاح کننده خاک است که از آن برای بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ظرفیت ذخیره رطوبتی خاک استفاده می شود (Abedi Koupai et al., 2008). این ماده با خاصیت جذب شدید آب قادر است آب موجود در خاک را تا حد اشباع جذب نموده و آن را برای مدت طولانی درون خود نگهداری و به تدریج در اختیار گیاه قرار دهد (Polite et al., 2004). افزایش زندهمانی نهال با کاربرد زئولیت روی نهال آکاسیا (قضاوی، ۲۰۱۳) و نهال آتریپلکس (یوسفیان و همکاران، ۲۰۱۸) گزارش شد.

دور آبیاری در تمام شاخص های اندازه گیری شده به غیر از وزن خشک اندام هوایی، تعداد ریشه، ارتفاع گیاه و محتوای نسبی آب برگ، در تیمار ۴ روز با اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها موجب افزایش شاخص های رشد رویشی گل محمدی گردید. اثر متقابل تیمارهای نانوزئولیت و دور آبیاری بر وزن تازه و خشک برگ و نیز وزن خشک ریشه معنی دار شد. در هر سه شاخص کاربرد ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک و آبیاری با دور ۴ روز باعث بهبود شاخص های اندازه گیری شده نسبت به سایر تیمارها بود.

در مجموع می توان نتیجه گیری کرد که استفاده از نانوزئولیت در غلظت های پایین باعث بهبود شاخص-

های رشدی شده و کاربرد فراتر از حد مطلوب بدست آمده برای گیاه گل محمدی که مقاوم به خشکی می باشد اثرات نامطلوب به همراه دارد.

منابع:

۱. امیدبگی، ر. (۱۳۹۴). تولید و فرآوری گیاهان دارویی آستان قدس رضوی، به نشر. ۳۴۸ص.
۲. انجوی موسوی، ف.، تقوایی، م.، صادقی، ح. و حسینی، ع. م. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سوپرچاذب بر بنیه اولیه و بازده مصرف آب گیاهچه استبرق (*Calotropis procera* L) در شرایط تنش خشکی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۲۲۲ (پیاپی ۵۹).
۳. تنگو، ا.، مهدوی، ع. و صیاد، ا. (۱۳۹۳). تأثیر پلیمر سوپرچاذب آکوازورب بر رشد، استقرار و برخی ویژگی های فیزیولوژیکی نهال آکاسیا (*Acacia victoriae*) تحت تنش خشکی. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۸ شماره ۵. ۹۶۳-۹۵۱.
۴. ثابتی، ح. ا. (۱۳۸۷). جنگل ها، درختان و درختچه های ایران. یزد، دانشگاه یزد. ۸۸۶ص.
۵. زنگویی نسب، ش.، امامی، ح.، آستارایی، ع. و یاری، ع. (۱۳۹۲). اثرات هیدروژل استاکوزورب و دور آبیاری بر برخی خصوصیات خاک و رشد نهال تاغ. مدیریت خاک و تولید پایدار ۳۱. ۱۸۲-۱۶۷.
۶. سفیدکن، ف.، اکبری، ز.، عصاره، م. و خانیکی، غ. ب. (۲۰۰۷). مقایسه کمی و کیفی ترکیب های معطر *Rosa damascena* Mill حاصل از روش های مختلف استخراج. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲۴: ۳۵۱.
۷. ضیایی، ع.، مقدم، م.، کاشفی، ب. (۱۳۹۵). تأثیر پلیمرهای سوپرچاذب بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) در شرایط تنش خشکی. علوم و فنون کشت های گلخانه ای ۷۲۶.
۸. عسکریان، م. (۱۳۸۳). بررسی اثر شوری و خشکی بر جوانه زنی و استقرار نهال دو گونه مرتعی. پژوهش و سازندگی ۱۷۳ (پی آیند ۶۴) ۷۱-۷۷.
۹. عماد، م.، غیبی، ف.، رسولی، س.، خانجانه، ر. و جوزانی، س. م. (۱۳۹۱). گل محمدی. تهران، پونه. ۸۰ص.
۱۰. قضاوی، ر.، ولی، ع.، محمد اسمعیلی، م. (۱۳۹۲). بررسی اثرات کاربرد زئولیت بر مراحل اولیه رشد گونه های مرتعی

22. Polite, E., M. Karuca, H. Demire and N. Onus. (2004). Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. *Fruit and Ornamental Plant Research J.* 12: 183-189.
23. Saxton, K., Rawls, W. J., Romberger, J. and Papendick, R. (1986). Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil science society of America Journal* 504: 1031-1036.
24. Yousefian, M., Jafari, M., Tavili, A., Arzani, H. and Jafarian, Z. (2018). The effects of superabsorbent polymer on Atriplex lentiformis growth and soil characteristics under drought stress (Case Study: Desert Research Station, Semnan, Iran). *Journal of Rangeland Science* 81: 65-76.
25. Yousefian, M., Jafari, M., Tavili, A., Arzani, H. and Jafarian, Z. (2018). The effects of superabsorbent polymer on Atriplex lentiformis growth and soil characteristics under drought stress (Case study: Desert research station, Semnan, Iran). *Rangeland Science J.* 8: 1. 65-76.
- کنارو آکاسیا تحت تنش خشکی، دوفصلنامه علمی پژوهشی خشک بوم، ۸۹-۸۴.
۱۱. کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج.، (۱۳۸۸). فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد: ۵۰۲ ص
۱۲. کدوری، م.، صفی خانی، ف. ا.، رحمانی، غ.، شریفی یزدی، م. و درویشی زیدآبادی، د. (۱۳۹۵). بررسی و معرفی گونه های دارویی جهت کشت در دیم زارهای کم بازده منطقه کوه پنج بردسیر. مهندسی آبیاری و آب ایران. جلد ۶، شماره ۲۴. ۱۶۶-۱۵۳.
۱۳. مردانی، ح.، بیات، ح. و عزیز، م. (۱۳۹۰). تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال های خیار (Cucumis sativus cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۵. شماره ۳. ۳۲۶-۳۲۰.
۱۴. مظفریان، و. ا. ۱۳۸۹. درختان و درختچه های ایران. تهران، انتشارات فرهنگ معاصر. ۱۰۵۴ ص.
۱۵. مقبلی مهنی دررودی، ا.، دلبری، م. و کوهی، ن. (۱۳۹۳). تأثیر آبیاری قطره ای سطحی و زیرسطحی بر عملکرد گل محمدی تحت رژیم های مختلف آبیاری. تحقیقات آب و خاک ایران (علوم کشاورزی ایران). جلد ۴۵، شماره ۴. ۴۲۱-۴۰۵.
16. Abedi Koupai, J., Eslamian, S.S. and Asadkazemi, J. (2008). Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. *J. of Ecohydrology.* 8: 1. 67-75.
17. Akhzari, D. and Pessaraki, M. (2016). Effect of drought stress on total protein, essential oil content, and physiological traits of *Levisticum officinale koch*. *Journal of Plant Nutrition* 3910: 1365-1371.
18. Alizadeh, A., Alizade, V., Nassery, L. and Eivazi, A. (2011). Effect of drought stress on apple dwarf rootstocks. *Technical Journal of Engineering and Applied Science* 13: 86-94.
19. Blum, A. (2011). *Plant water relations, plant stress and plant production. Plant breeding for water-limited environments*, Springer: 11-52.
20. Chevallier, A. 1996. *The encyclopedia of medicinal plants*.
21. Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature climate change* 31: 52-58.

The effect of Nanozeolite on morphological and physiological properties of *rosa damascene*

Mojtaba Mahmoudi^{1*}

Research Assistant professor. Soil and Water Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Sari, Iran

*Corresponding Author: m.mahmoudip@areeo.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of drought stress on vegetative growth and physiological characteristics of Damask rose, a factorial potted experiment was conducted in a randomized complete block design with three replicates. Treatments include three levels of Nanozeolite and four Irrigation intervals, which were performed in a roofed space with sufficient light. After determining the field capacity and soil wilting point, the reference weight was determined in terms of field capacity, and drought treatments were applied based on soil moisture. Various morphological factors, including diameter growth, seedling height, leaf number, leaf area, and aerial and terrestrial biomass were determined after applying stress. The results indicated that the highest total plant weight and shoot dry weight were obtained in 10g Nanozeolite treatment and irrigation interval four days. The interaction effect of Nanozeolite and irrigation intervals on fresh and dry leaf weight was significant and reached its maximum in 10g

Nanozeolite and irrigation interval four days treatments. Nanozeolite affected the number, length, volume, and dry weight of Damask rose root significantly, and consumption of 10g of Nanozeolite improved these traits. Irrigation intervals significantly affected all measured traits except shoot dry weight, the number of roots, plant height, and leaf relative water content. In general, it can be concluded that the use of Nanozeolite in low concentrations has improved growth indices and the application beyond the desired limit for the drought-tolerant Damask rose plant has adverse effects.

Key words: Drought stress, vegetative ,growth, survival, *rosa dam*