Journal of Medicinal Plants Biotechnology
JMPB

Original Article

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

ARTICLEINFO

Article history

Submitted: 2021-06-25
Revised: 2021-07-15
Accepted: 2021-08-20

KEYWORDS

Drought stress, vegetative ,growth, survival, *rosa dam*

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.

* Corresponding author: ***Keyvan Aghaei***
✉ E-mail: *m.mahmoudip@areeo.ac.ir*
Journal homepage:

مجله زیست فناوری گیاهان دارویی

JMPB

اثر نانوزئولیت بر خواص مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل محمدی

مجتبی محمودی [۱]

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

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 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 تیمار۱۰ 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 اندازه گیری شده به غیر از وزن خشک اندام هوایی، تعداد ریشه، ارتفاع گیاه و محتوای نسبی آب برگ اثر معنی‌داری نشان داد. در مجموع می‌توان نتیجه گیری کرد که استفاده از نانوزئولیت در غلظت های پایین باعث بهبود شاخص‌های رشدی شده و کاربرد فراتر از حد مطلوب بدست آمده برای گیاه گل محمدی که مقاوم به خشکی می‌باشد اثرات نامطلوب به همراه دارد

اطلاعات مقاله

تاریخ

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹
بازنگری: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸
پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۷

کلید واژه

تنش خشکی، رشد رویشی، زنده‌مانی، گل محمدی

* نویسنده مسئول: **مجتبی محمودی**

ایمیل: *m.mahmoudip@areeo.ac.ir*

آدرس اینترنتی: *mpb.znu.ac.ir*

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 محدودکننده‌ی رشد و عملکرد گیاهان بوده که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌طوری‌که کاهش رشد در اثر تنش خشکی به‌مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی دیگر است. گیاهان با تغییرات مورفولوژیک، 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 گزارش‌شده 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 گزارش‌شده 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 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 غده‌ای 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 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 قابل‌کشت‌اند (کدوری و همکاران، ۱۳۹۵).

مواد و روش‌ها

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.

مشخصات آب و هوایی

از لحاظ 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.

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 به‌صورت 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 کشت می‌شود تهیه و برای انجام آزمایش اختصاص یافت.

نتایج

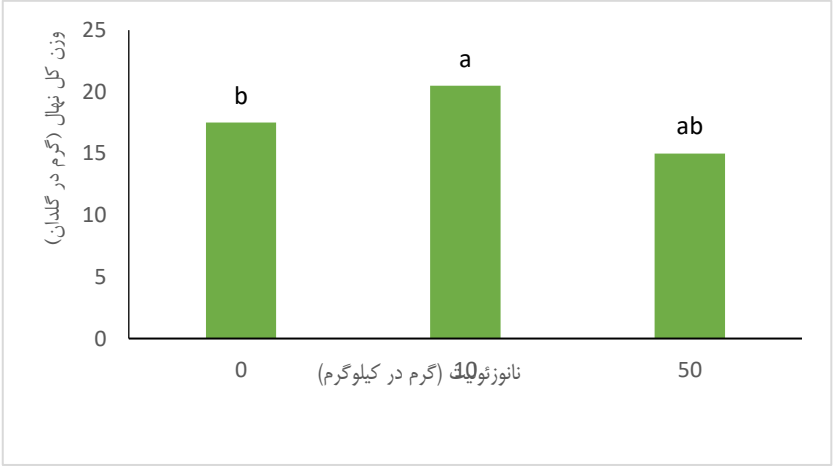
وزن کل نهال گل محمدی

بر اساس داده‌های جدول شماره ۴-۱ اثر تیمار نانوزئولیت بر وزن کل گل محمدی (وزن اندام هوایی و وزن ریشه) تأثیرگذار بوده و بین تیمارها اختلاف معنی‌دار 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 مشاهده‌شده است (شکل ۱).

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

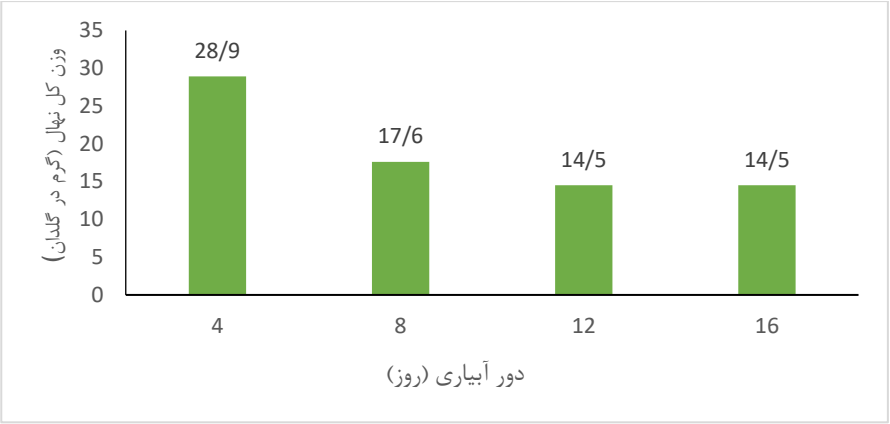
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تازه کل	وزن خشک کل اندام هوایی
تکرار	۲	۱۸۵/۰۷*	۳۵/۸۸ n.s
دور آبیاری	۳	۹۰۴/۵۲**	۱۶۷/۷۶**
نانوزئولیت	۲	۳۴۵/۰۴**	۷۱/۶۸**
اثر متقابل	۶	۱۰۴/۰۵ n.s	۳۶/۴۱۹ n.s
خطا	۲۲	۵۰/۴۵	۱۲/۸۸

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



شکل ۱- اثر نانوزئولیت بر وزن کل نهال گل محمدی

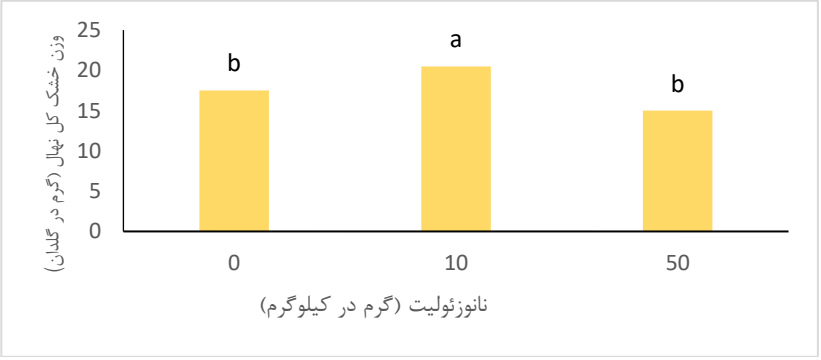
همچنین داده‌های جدول ۴-۱ نشان می-دهند که اثر دور آبیاری بر وزن کل گل محمدی معنی‌دار بوده و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در سه گروه مختلف قرار دارد و بیشترین میزان وزن آبیاری با دور ۴ روز بوده است (شکل ۲).بر اساس داده های جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل تیمارهای نانوزئولیت و دور آبیاری معنی‌دار نبود (جدول ۴-۱).



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

وزن خشک اندام هوایی نهال گل محمدی

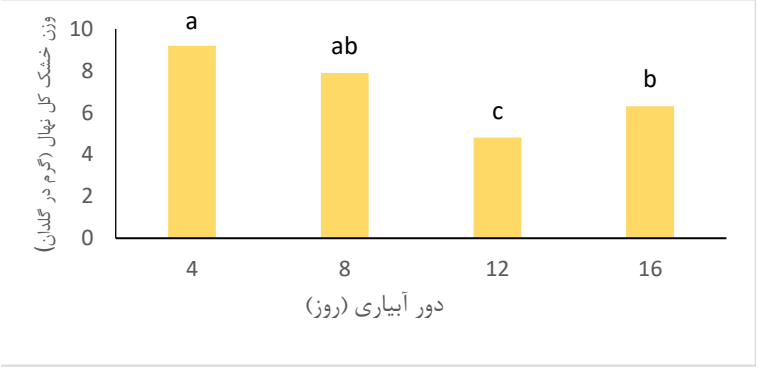
بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت بر وزن خشک اندام هوایی در سطح یک در درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشته و جدول مقایسه میانگین‌ها، تیمارها را در دو گروه قرار داده و بیشترین مقدار وزن اندام هوایی در مقدار ۱۰ گرم نانوزئولیت دارد (جدول ۴-۱ و شکل ۳).



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

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 خاک شده است و گیاه رز ماری تحت تنش خشکی بالاترین وزن‌تر 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).



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

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت 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 معنی داری تحت تأثیر تیمارهای نانوزئولیت قرار گرفت. تیمار ۱۰ گرم در کیلوگرم نانوزئولیت با تولید ۳/۵ گرم در گلدان بیشترین وزن تازه برگ را تولید کرد. این تیمار نسبت به شاهد اختلاف معنی داری 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 نانوزئولیت و دور آبیاری بر وزن تازه برگ معنی‌داری بود (جدول ۴-۲).

وزن خشک برگ نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مقدار نانوزئولیت 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).

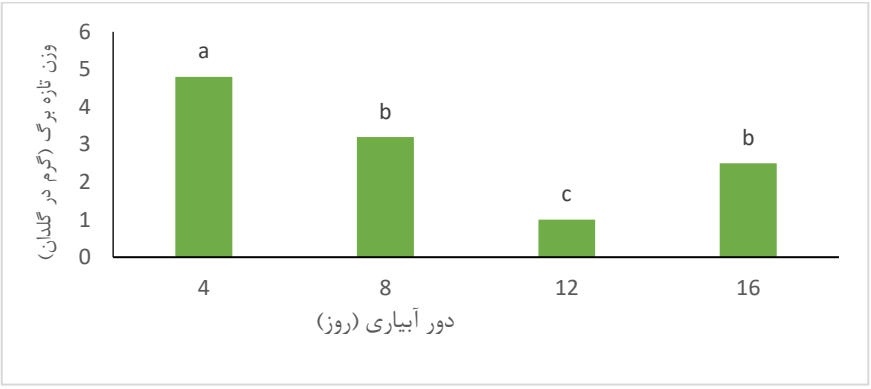
تیمار ۱۰ گرم در کیلوگرم نانوزئولیت بیشترین وزن خشک برگ را نشان داد ولی این تیمار با تیمار شاهد در یک گروه قرار گرفتند. اثر تیمار دور آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد و جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در سه گروه قرار داده است (جدول ۳-۴، شکل ۸). تیمارهای دور آبیاری 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 (جدول۴-۳).

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 معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح آماری پنج و یک درصد

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



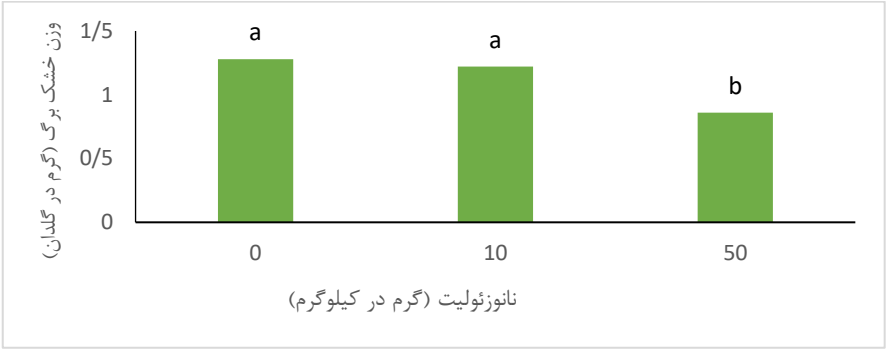
شکل ۶- اثر تیمارهای دور آبیاری بر وزن تازه برگ نهال گل محمدی

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

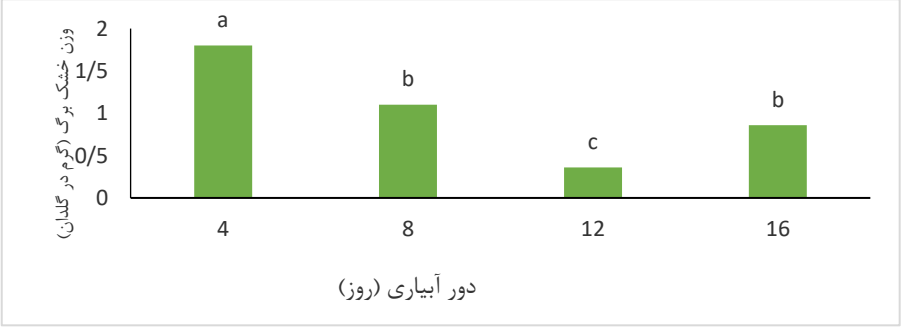
نانوزئولیت (گرم در کیلوگرم)	دور آبیاری (روز)	وزن تازه برگ (گرم در گلدان)	وزن خشک برگ (گرم در گلدان)
۰	۴	۵/۸۹ab	**۲/۰۸a**
	۸	۳/۰۹b	**۱/۰۰a**
	۱۲	۰/۵۴d	**۰/۱۱d**
	۱۶	۲/۵۱bc	**۰/۹۲bc**
۱۰	۴	۶/۱۴a	**۲/۳۰a**
	۸	۳/۴۶b	**۱/۱۴b**

	۱۲	۱/۳۹c	۰/۵۴c
	۱۶	۳/۱۷b	۰/۹۳bc
	۴	۲/۵۰bc	۱/۰۳bc
۵۰	۸	۳/۲۱b	۱/۲۲b
	۱۲	۱/۲۰c	۰/۴۰c
	۱۶	۲/۱۸bc	۰/۷۹bc

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



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

بین تیمارهای مختلف نانوزئولیت اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید بر تعداد ریشه گل محمدی ($p<0.01$) مشاهده شد. مقایسه میانگین داده ها (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 به‌تدریج آب را در اختیار ریشه گیاه قرار داده و تأثیر خشکی بر گیاه را کاهش و بنیه اولیه گیاهچه را تقویت می‌کنند (انجوی موسوی و همکاران، ۱۳۹۴).

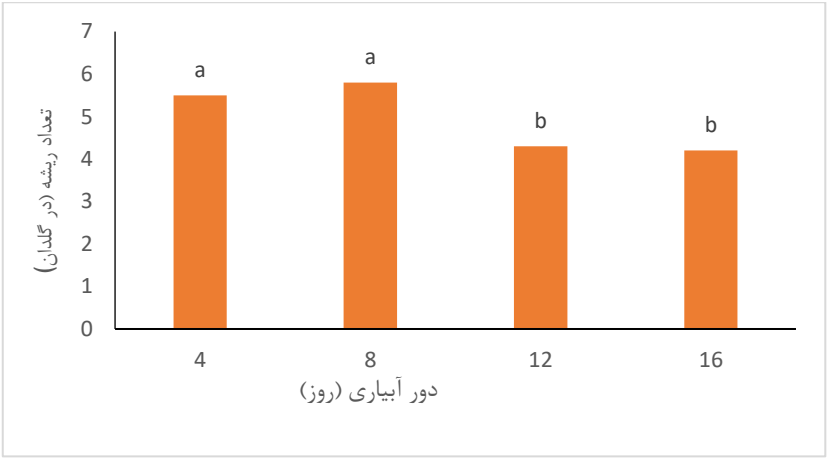
تیمار دور آبیاری بر تعداد ریشه گل محمدی تأثیر داشته و بین تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و همانند وزن خشک برگ، جدول مقایسه میانگین‌ها تیمارها را در دو گروه قرار داده است و تیمارهای دور آبیاری ۴ و ۸ روز با بیشترین تعداد ریشه در یک گروه و تیمارهای ۱۲ و ۱۶ روز در گروه دیگر قرار گرفتند(جدول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

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد ریشه	طول ریشه
تکرار	۲	۱۷/۵۰ n.s	۱۱۱/۱۱ n.s
دور آبیاری	۳	۲۶/۶۹**	۴۳۲/۸۴**
نانوزئولیت	۲	۳۰/۴۸**	۲۸/۹۷**
اثر متقابل	۶	۹/۱۱ n.s	۳۳/۲۵ n.s
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 نانوزئولیت بر تعداد ریشه نهال گل محمدی



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

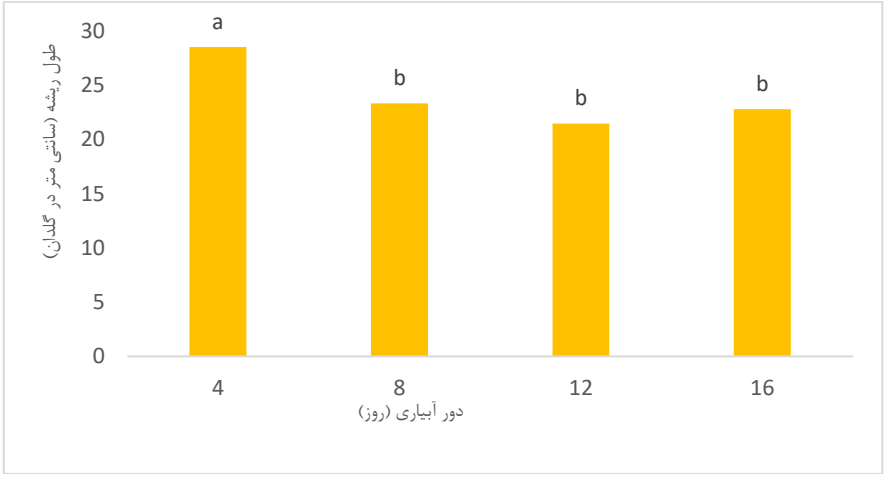
طول ریشه نهال گل محمدی

بر اساس جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و تیمار دور آبیاری بر طول ریشه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول۴-۴). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها، تیمارها را در دو گروه قرار داده است. طول ریشه در تیمار دور آبیاری ۴ روز نسبت به بقیه تیمارها اختلاف 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 معنی‌داری بین تیمارهای مقدار نانوزئولیت و دور آبیاری مشاهده نگردید (شکل ۱۱ و ۱۲).

شکل ۱۱- اثر نانوزئولیت بر طول ریشه نهال گل محمدی



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

حجم ریشه نهال گل محمدی

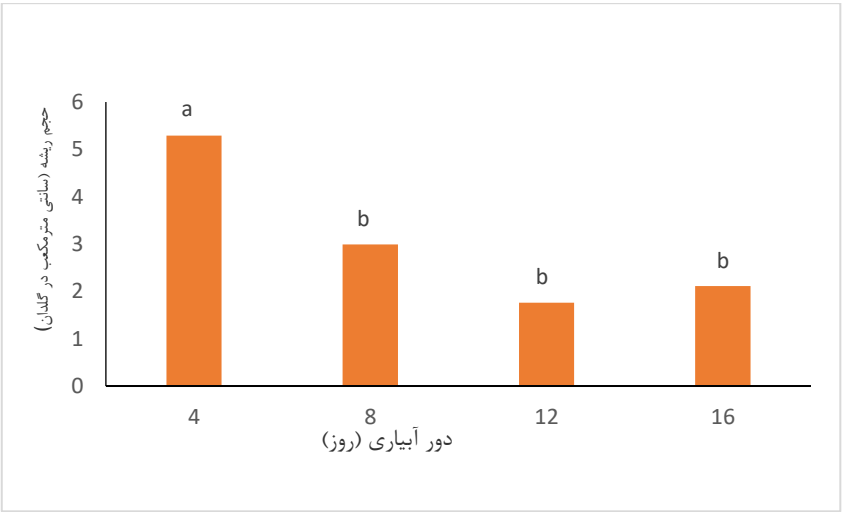
بین تیمارهای مختلف مقدار نانوزئولیت و دور آبیاری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری در حجم ریشه مشاهده گردید (جدول ۴-۵).

جدول مقایسه میانگین‌ها 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 معنی‌دار حجم ریشه شده است (شکل ۱۳). با توجه به روند مشاهدهشده 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 ریشه‌ای شده و مانع رشد و گسترش ریشه شده است. همانند طول ریشه، حجم ریشه نیز در تیمار دور آبیاری ۴ روز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۴).

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**	۱۰۴۳ns	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

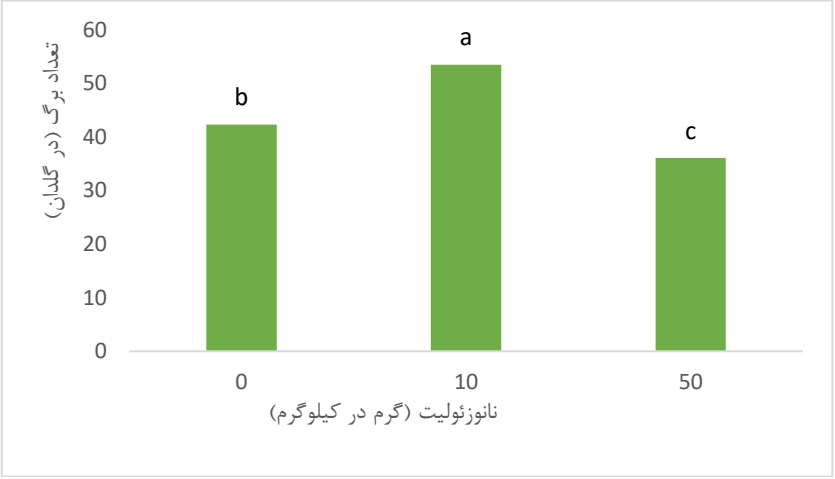


شکل ۱۴- اثر تیمار دور آبیاری بر حجم ریشه نهال گل محمدی

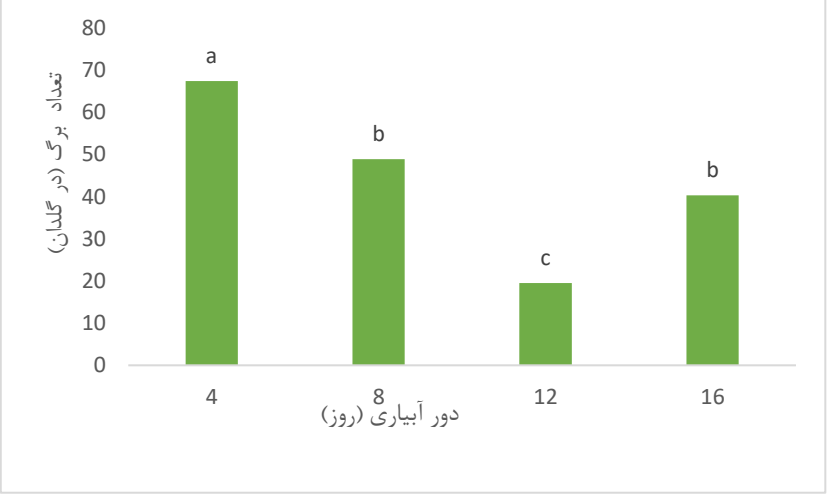
- **تعداد برگ نهال گل محمدی**

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

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

محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC) نهال گل محمدی

داده‌های جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۶) 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 ۴-۶-اثر متقابل نانوزئولیت و دور آبیاری بر محتوای رطوبت نسبی برگ نهال گل محمدی

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

نتیجه‌گیری

داده های تحقیق اخیر نشان دادند که نانو زئولیت در غلظت کم (۱۰ گرم در کیلوگرم خاک) تأثیر مثبت معنی داری روی اکثر شاخص‌های اندازه گیری شده گل محمدی بجای گذاشته است. این اثرات مثبت احتمالاً بواسطه نقش آن در افزایش ظرفیت زراعی خاک می‌باشد. چراکه با افزایش مصرف از ۱۰ به ۵۰ گرم در کیلوگرم خاک ، شاخص ها سیر نزولی پیدا کردند و این می‌تواند ناشی از نگهداشت بیش از حد آب در حوزه فعالیت ریشه و کاهش تهویه خاک باشد. زئولیت از مواد معدنی اصلاح‌کننده خاک است که از آن برای بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش ظرفیت ذخیره رطوبتی خاک استفاده می‌شود (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 آن‌را 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 شاخص‌های اندازه گیری شده به غیر از وزن خشک لندام هوایی، تعداد ریشه، ارتفاع گیاه و محتوای نسبی آب برگ، در تیمار ۴ روز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها موجب افزایش شاخص‌های رشد رویشی گل محمدی گردید. اثر متقابل تیمارهای نانوزئولیت و دور آبیاری بر وزن تازه و خشک برگ و نیز وزن خشک ریشه معنی‌دار شد. در هر سه شاخص کاربرد ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک و آبیاری با دور ۴ روز باعث بهبود شاخص‌های اندازه گیری شده نسبت به سایر تیمارها بود. در مجموع می‌توان نتیجه گیری کرد که استفاده از نانوزئولیت در غلظت‌های پایین باعث بهبود شاخص‌های رشدی شده و کاربرد فراتر از حد مطلوب بدست آمده برای گیاه گل محمدی که مقاوم به خشکی می‌باشد اثرات نامطلوب به همراه دارد.

ملاحظات اخلاقی:

حامی مالی: این پژوهش هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع: طبق اظهار نویسنده، این مقاله تعارض منافع ندارد.

برگرفته از پایان نامه/رساله: این مقاله برگرفته از پایان نامه/رساله نبوده است.

منابع

- امیدبیگی، ر. (۱۳۹۴). تولید و فرآوری گیاهان دارویی آستان قدس رضوی، به نشر. ۳۴۸ص.
- انجوی موسوی، ف.، تقوایی، م.، صادقی، ح. و حسنلی، ع. م. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سوپرجاذب بر بنیه اولیه و بازده مصرف آب گیاهچه استبرق (Calotropis procera L) در شرایط تنش خشکی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران ۲۲۲ (پیاپی ۵۹.
- تنگو، ا.، مهدوی، ع. و صیاد، ا. (۱۳۹۳.) تأثیر پلیمر سوپرجاذب آکوازورب بر رشد، استقرار و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی نهال آکاسیا (Acacia victoriae)تحت تنش خشکی. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۸ شماره ۵. ۹۶۳-۹۵۱.
- ثابتی، ح. ا. (۱۳۸۷). جنگل ها، درختان و درختچه های ایران. یزد، دانشگاه یزد. ۸۸۶ص.
- زنگویی نسب، ش.، امامی، ح.، آستارایی، ع. و یاری، ع. (۱۳۹۲). اثرات هیدروژل استاکوزرب و دور آبیاری بر برخی خصوصیات خاک و رشد نهال تاغ. مدیریت خاک و تولید پایدار ۳۱. ۱۸۲-۱۶۷.
- سفیدکن، ف.، اکبری، ز.، عصاره، م. و خانیکی، غ. ب. (۲۰۰۷.) مقایسه کمیت و کیفیت ترکیبهای معطر حاصل Rosa damascena Millاز روش های مختلف استخراج. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲۴: ۳۵۱.
- ضیایی، ع.، مقدم، م. کاشفی، ب.(۱۳۹۵.)تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب بر خصوصیات مورفولوژیک گیاه رزماری (Rosmarinus officinalis)در شرایط تنش خشکی. علوم و فنون کشت های گلخانه ای ۷۲۶.
- 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.
- عماد، م.، غیبی، ف.، رسولی، س.، خانجانزاده، ر. و جوزانی، س. م. ۱۳۹۱. گل محمدی. تهران، پونه. ۸۰ص.
- قضاوی، ر.، ولی، ع.، محمد اسمعیلی، م.،(۱۳۹۲.)بررسی اثرات کاربرد زئولیت بر مراحل اولیه رشد گونه های مرتعی کنارو آکاسیا تحت تنش

خشکی، دوفصلنامه علمی پژوهشی خشک بوم، ۸۹-۸۴..

- کافی، م .، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی ،ع.، معصومی،ع.، نباتی،ج.،(۱۳۸۸.)فیزیولوژی تنش های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد : ۵۰۲ص
- 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. ۱۵۳-۱۶۶.
- مردانی، ح.، بیات، ح. و عزیزی، م.(۱۳۹۰.) تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال‌های خیار (Cucumis sativus cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۵. شماره ۳. ۳۲۶-۳۲۰.
- مظفریان، و. ا. ۱۳۸۹. درختان و درختچه های ایران. تهران، انتشارات فرهنگ معاصر. ۱۰۵۴ص.
- مقبلی مهنی درودی، 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.
- 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.
- Akhzari, D. and Pessarakli, 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.
- 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.
- Blum, A. (2011). Plant water relations, plant stress and plant production. Plant breeding for water-limited environments, Springer: 11-52.

- Chevallier, A. 1996. The encyclopedia of medicinal plants.
- Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. Nature climate change 31: 52-58.
- . 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.
- 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.
- 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.
- 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.