نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره ششم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری بر شاخص‌های رویشی، برخی خصوصیات شیمیایی خاک و عناصر غذایی برگ دانهال‌های پسته بادامی زرند و قزوینی

نغمه باقری[۱]، *نجمه یزدان‌پناه[۲] و ناصر صداقتی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران،

[۲]دانشیار گروه مهندسی آب، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران،

[۳]استادیار پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: کیفیت آب آبیاری متأثر از شوری و غلظت بالای املاح محلول، از مسائل و مشکلات مهم مناطق پسته‌کاری در سال‌های اخیر است. در این زمینه، افزایش تدریجی غلظت منیزیم در خاک مناطق پسته‌کاری در پی آبیاری با آب‌های زیرزمینی با کیفیت نامناسب و شور، به یکی از چالش‌های جدی پیش‌رو تبدیل شده است. از آن‌جایی‌که پژوهش‌های بسیار اندکی در مورد تأثیر غلظت‌های بالای منیزیم بر خاک و صفات رویشی گیاه پسته انجام شده است، بنابراین این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات خاک و نیز شاخص‌های رشدی دو رقم پسته بادامی زرند و قزوینی، تحت‌تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم در آب آبیاری و نیز انتخاب رقم برتر و مقاوم‌تر در برابر غلظت بالای منیزیم، انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با دو فاکتور هر یک در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل پایه پسته در دو سطح بادامی زرند و قزوینی و فاکتور دوم شامل پنج سطح غلظت منیزیم در آب آبیاری (صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار از منبع سولفات منیزیم) بود. قبل از اعمال تیمارها (پایان هفته هشتم) و همچنین بعد از گذشت ٦ ماه از شروع اعمال تیمارها، شاخص‌های رویشی گیاه اندازه‌گیری شد و تغییرات آن‌ها در مدت اعمال تیمارها بررسی گردید، وزن خشک اندام‌های هوایی (برگ و ساقه) و ریشه، غلظت برخی از عناصر غذایی برگ گیاه و همچنین خصوصیات شیمیایی خاک گلدان‌ها مانند هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، pH، غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر محلول و نسبت کلسیم به منیزیم، در پایان آزمایش اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به‌طورکلی، با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری، میزان هدایت الکتریکی و غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم محلول خاک گلدان‌ها افزایش یافت. همچنین کاربرد غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم، باعث افزایش رشد گیاه پسته (رشد رویشی اندام‌های هوایی و وزن خشک اندام‌های هوایی به اضافه ریشه)

* مسئول مکاتبه: nyazdanpanah@gmail.com

گردید. در مقابل با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری (سطح ۲ به ۳ میلی‌مولار منیزیم)، رشد رویشی نهال‌ها و وزن خشک اندام‌های هوایی به اضافه ریشه نسبت به شاهد کاهش یافت. از طرفی، با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری، غلظت منیزیم برگ نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر منیزیم برگ گیاه پسته، در سطح غلظت‌های ۳ و صفر میلی‌مولار سولفات منیزیم مشاهده شد. همچنین نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک گلدان‌ها، تنها در سطح صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری نسبت به سایر تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری، نشان داد و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی خاک نیز نشان داد که تغییرات pH خاک و غلظت پتاسیم و فسفر قابل‌جذب خاک گلدان‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری در بین پایه‌ها، سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها ندارد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان داد که برای هر دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی، تحت‌تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری، بهترین وضعیت رشد نهال‌ها، در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم رخ داد. با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری از ۲ به ۳ میلی‌مولار، هر دو پایه روند کاهشی در رشد را نشان دادند. در مجموع، یافته‌های این پژوهش روشن ساخت که افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری به بیش از ۲ میلی‌مولار (حد آستانه تحمل)، می‌تواند باعث کاهش رشد گیاه پسته، ایجاد پیچیدگی در برگ‌ها و سوختگی حاشیه‌ها و نوک برگ‌ها شود که می‌تواند مدنظر پژوهشگران و کشاورزان قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: حد آستانه تحمل، منیزیم، رشد گیاه، محلول هوگلند، پسته

مقدمه

طی سال‌های اخیر، شوری و غلظت بالای برخی عناصر در آب آبیاری و در نتیجه افت کیفیت آن، به چالش جدی در مناطق پسته‌کاری استان کرمان تبدیل شده است. با توجه به برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در این مناطق، سطح آب سفره پایین افتاده که این موضوع علاوه بر کاهش کمیت، افت کیفیت آب را نیز در پی دارد (٦). این در حالی است که افزایش تدریجی غلظت منیزیم خاک در باغ‌های زیر کشت پسته که با استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب و شور آبیاری می‌شوند، در برخی منابع گزارش شده است (۳ و ۱۰). بررسی‌های آزمایشگاهی در چند استان کشور مانند یزد، فارس و کرمان نشان می‌دهد که هم‌زمان با افت سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب نیز در حال تغییر و یا زوال است که در این زمینه، یکی از تغییرات، مربوط به نسبت غلظت کلسیم به منیزیم است (١٦). تاکنون در ارتباط با تأثیر سمیت و یا غلظت بالای یون منیزیم بر گیاه، پژوهش‌هایی انجام شده است (۱۰، ۱۵ و ٤١). در این زمینه، تالوکدر و همکاران (۱۹۸۰) عنوان کردند که کیفیت نامناسب آب آبیاری باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک، تغییر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک و ایجاد سمیت در برخی گیاهان می‌شود (٤٠). نتایج بررسی حسینی‌فرد و همکاران (۲۰۰۸) نیز به کیفیت نامتعارف آب‌های مورد استفاده برای آبیاری باغ‌های پسته رفسنجان اشاره داشته و اثرات منفی آن را بر عملکرد پسته گزارش نموده است. این پژوهشگران دریافتند که به‌طورکلی با افزایش غلظت املاح در آب آبیاری، غلظت آن‌ها در خاک و نیز نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک افزایش می‌یابد (١٦). لازم به ذکر است که در برخی از پژوهش‌های مرتبط با کیفیت آب آبیاری، به‌جای غلظت یون منیزیم از نسبت کلسیم به

منیزیم به‌عنوان شاخص کیفی استفاده شده است (۱۰). از طرفی، در اراضی زیر کشت پسته با عملکرد پایین، کمبود عناصر منگنز، ازت، روی و مس وجود گزارش شده که این کمبودها در بیش‌تر موارد با بیش‌بود غلظت منیزیم هم‌زمان بوده است (۱۸). رحمان و روائو (۱۹۹۷) گزارش کردند که در برخی موارد، در خاک‌های دارای غلظت بالای منیزیم یا خاک‌هایی که با آب‌های دارای غلظت بالای منیزیم آبیاری می‌شوند، حتی در مواردی که محدودیت نفوذ آب در خاک نیز مطرح نباشد، عملکرد گیاه به‌طور قابل‌توجهی افت می‌کند (۳۱). در پژوهشی، خوشگفتارمنش و سیادت (۲۰۰۲) عنوان کردند که غلظت منیزیم تبادلی بالا در خاک به‌علت کمبود نسبی کلسیم ناشی از بیش‌بود منیزیم در فاز محلول رخ می‌دهد (۲۱). با وجود این‌که منیزیم در خاک بیش‌تر شبیه کلسیم عمل می‌کند تا سدیم، و این‌که شدت جذب آن کم‌تر از کلسیم و بیش‌تر از سدیم است، برخی پژوهشگران بر این باورند که آبیاری با آب‌های دارای غلظت بالای منیزیم، باعث مشکل نفوذپذیری خاک می‌شود (۱۶). علاوه بر این پایه‌های مختلف پسته، تأثیرپذیری متفاوتی در برابر غلظت‌های بالای منیزیم نشان می‌دهند (۵ و ۱۴). در این زمینه، حیدری (۲۰۰۱) اثر غلظت‌های صفر تا ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید منیزیم بر رشد چند پایه پسته شامل بادامی زرند، قزوینی و سرخس را مورد بررسی قرار داد و عنوان داشت که به‌طورکلی، میانگین جرم خشک ساقه، ریشه و برگ و همچنین ارتفاع ساقه و طول ریشه در پایه قزوینی در مقایسه با دیگر پایه‌ها، کم‌تر تحت‌تأثیر شوری قرار گرفته است (۱۴). بهرام‌پور و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر پنج سطح منیزیم (۰/۳۰۴، ۰/۸۰۵، ۱/۶۱، ۳/۲۲ و ۶/۴۴ گرم بر لیتر) را روی پایه پسته بادامی زرند مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش غلظت منیزیم به سطوح ۳/۲۲ و ۶/۴۴ گرم بر لیتر، باعث کاهش معنی‌دار جرم خشک اندام‌های هوایی و ریشه می‌شود (۴). در پژوهش دیگری، بهرام‌پور (۲۰۰۶) عنوان کرد که با افزایش غلظت منیزیم، طول اندام‌های هوایی و مجموع طول ریشه و جرم خشک اندام هوایی کاهش پیدا می‌کند (۵). نتایج مشابهی توسط زادصالحی و همکاران (۲۰۱۱) بر روی گیاه پسته گزارش شده که با افزایش غلظت منیزیم به بالاترین سطح (۲ میلی‌مولار)، ارتفاع ساقه ۰/۱۸ سانتی‌متر کاهش یافت (۴۲). کاهش جرم خشک و تر و جرم خشک ساقه و برگ در نتیجه افزایش غلظت منیزیم توسط ابید و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین رانی و جوز (۲۰۰۹) در مورد سایر گیاهان گزارش شده است (۱ و ۳۳). بناکا و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر آبیاری با آب شور بر اندام هوایی و ریشه دانهال‌های پنج رقم پسته استان یزد را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که صرف‌نظر از رقم پسته، اندام هوایی نسبت به ریشه، حساسیت بیش‌تری در برابر شوری دارد به‌طوری‌که در غلظت‌های کم‌تر (۰/۵ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر)، تأثیر معنی‌داری بر رشد ریشه‌ها مشاهده نشد ولی رشد اندام‌های هوایی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. این پژوهشگران بر این باورند که اگرچه ریشه اولین اندام گیاهی است که در معرض شوری خاک قرار دارد، ولی رشد آن در مقایسه با اندام‌های هوایی کم‌تر تحت‌تأثیر شوری آب آبیاری قرار می‌گیرد (۶). خوشگفتارمنش و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند که بین منیزیم، پتاسیم و کلسیم، یک نوع رقابت در قرارگیری روی محل‌های جذب غشاء ریشه وجود دارد (۲۰). علاوه بر این، کن و همکاران (۱۹۹۰) بر این باورند که غلظت بالای منیزیم در خاک ممکن است از طریق ایجاد کمبود کلسیم در گیاه، سبب کاهش تحمل آن به شوری شود (۱۹). هر چند به‌طور معمول، غلظت کلسیم در آب آبیاری بیش‌تر از غلظت منیزیم است، ولی در مواردی غلظت

بالاتر منیزیم نیز گزارش شده است و با این وجود، در مورد تأثیر غلظت بالای منیزیم بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ایجاد ناهنجاری‌های احتمالی تغذیه‌ای در گیاهان، مطالعه چندانی صورت نگرفته است (۳٦ و ۱۱). در بیش‌تر پژوهش‌هایی که به بررسی اثر اختصاصی یون‌ها روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز رشد گیاه پرداخته شده، به‌طور ویژه تأثیر سدیم، کلسیم، کلر و بر مورد توجه قرار گرفته، حال آن‌که در مورد تأثیر منیزیم مطالعه اندکی صورت گرفته و حتی در مدل‌های پیش‌بینی تغییرات شیمیایی خاک بر اساس کیفیت آب آبیاری نیز تأثیر منیزیم کاملاً روشن نیست (۱۰ و ۲۳). در سال‌های اخیر به‌دلیل استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، سطح و کیفیت آب به‌شدت کاهش یافته و تعادل میان عناصر منیزیم و کلسیم به نفع منیزیم بر هم خورده است (۳۷). طبق برخی گزارش‌ها، در حال حاضر بسیاری از مناطق پسته‌کاری استان کرمان با افزایش غلظت منیزیم در خاک و آب آبیاری مواجه هستند (٦). از آن‌جا که پژوهش‌های بسیار کمی در مورد تأثیر منیزیم و بالابودن غلظت آن بر روی ویژگی‌های خاک و رشد گیاه پسته انجام شده، پژوهش حاضر با هدف بررسی برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک و نیز شاخص‌های رشدی در دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی تحت‌تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم در آب آبیاری انجام شد. در این راستا، پایه مقاوم‌تر در برابر غلظت بالای منیزیم تعیین و تأثیرپذیری رویشی اندام‌های مختلف در برابر منیزیم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار در گلخانه پژوهشکده پسته کشور (رفسنجان)، به‌مدت ٦ ماه انجام شد. فاکتور اصلی، پایه پسته در دو سطح بادامی زرند و قزوینی و فاکتور فرعی، غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری در پنج سطح صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار از منبع سولفات منیزیم بود.

جهت کشت بذور، از گلدان‌های پلاستیکی که به مقدار یک کیلوگرم از خاک پر شده بودند، استفاده شد. به‌منظور جوانه‌دارکردن بذرها، ابتدا بذور به‌مدت ۲٤ ساعت در آب مقطر استریل خیسانده شده و سپس به‌مدت ۵ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد قرار داده شدند. پس از سه بار شستشو با آب مقطر، بذرها در پارچه متقال مرطوب و دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ تا ٤ روز قرار گرفته تا رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه مشخص شود. سپس از بین بذور سالم که وضعیت رشدی خوبی داشتند، تعداد ۵ عدد بذر در هر گلدان کاشته شد. گلدان‌ها تا زمانی که نهال‌ها به مرحله ٤ تا ۵ برگی برسند (پایان هفته هشتم)، با آب مقطر و دو روز یک‌بار آبیاری شدند. در انتهای این مرحله نیز در هر گلدان، ۳ نهال که وضعیت رشدی مطلوب‌تری داشتند حفظ شده و بقیه نهال‌ها حذف گردیدند. در مدت آزمایش، سعی شد تا دمای گلخانه بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در حدود ۳۵ درصد، حفظ شود (۳٤).

به‌منظور جلوگیری از کمبود عناصر غذایی در نهال‌ها در طی مراحل رشد گیاه، از محلول غذایی هوگلند تصحیح شده (محلول هوگلند حاوی عنصر منیزیم بود) و هر دو هفته یک بار به مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر تا پایان آزمایش استفاده گردید (۳۸). آبیاری گلدان‌ها تا قبل از شروع تیمارها (هفته هشتم)، با آب مقطر و از هفته هشتم به بعد تا پایان آزمایش، با آب مقطر و نمک سولفات منیزیم در غلظت‌های مختلف تیمارهای آزمایشی، هر دو روز یک‌بار، انجام شد. جهت ایجاد شرایط طبیعی و جلوگیری از تجمع بیش

از حد عناصر غذایی و به‌خصوص منیزیم آب آبیاری، گلدان‌ها با زهکشی آزاد بودند.

در پایان آزمایش پارامترهای رویشی شامل ارتفاع ساقه، قطر ابتدا و انتهای ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه اندازه‌گیری شده و تغییرات آن‌ها در مدت اعمال تیمارها و نسبت به مقادیر اولیه، بررسی شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های گیاهی، ابتدا گیاه از خاک بیرون آورده شده و سپس به سه قسمت برگ، ساقه و ریشه تقسیم گردید. پس از شستشوی ریشه‌ها، نمونه‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ٧٠ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس توزین شد (١٨).

برای تعیین غلظت یون‌های منیزیم، کلسیم و سدیم محلول خاک در گلدان‌های آزمایشی، ابتدا نمونه‌های خاک گلدان‌ها خشک و سپس عصاره اشباع برای هر یک از نمونه‌های خاک تهیه شد. در ادامه، غلظت کلسیم و منیزیم خاک گلدان‌ها به روش تیتراسیون، غلظت سدیم و پتاسیم قابل‌جذب با استفاده دستگاه فلیم‌فتومتر و میزان فسفر قابل‌جذب خاک با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید. همچنین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه EC متر و واکنش خاک با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد (٢٠).

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی خاک: نتایج مرتبط با شاخص‌های رویشی، با وضعیت غلظت منیزیم در خاک ارائه شده است. بنابراین ابتدا تغییرات خصوصیات شیمیایی خاک در اثر آبیاری با سطوح مختلف منیزیم، نشان داده شده و سپس به ذکر تغییرات شاخص‌های رویشی در اثر اعمال تیمارهای منیزیم آب آبیاری پرداخته می‌شود.

هدایت الکتریکی و واکنش خاک: نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر شوری و واکنش خاک تحت کشت دانهال‌های پسته در جدول ١ آمده است. بر اساس نتایج، بین شوری خاک گلدان‌ها در دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی اختلاف شوری خاک در تیمارهای سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و نیز اثر متقابل پایه و غلظت‌های منیزیم، به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد، معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٢) نیز نشان داد که هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و البته بین تمام غلظت‌های مختلف منیزیم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. تغییرات شوری خاک گلدان‌ها از ١/٦٨ دسی‌زیمنس بر متر با غلظت منیزیم صفر (شاهد) تا ٤/٧ دسی‌زیمنس بر متر در خاک متأثر از غلظت ٣ میلی‌مولار سولفات منیزیم متغیر بود. نتایج اثر متقابل پایه و سطوح مختلف غلظت‌های منیزیم آب آبیاری نیز نشان داد که با افزایش سطوح منیزیم آب آبیاری و رسیدن به سطح ٣ میلی‌مولار، شوری خاک گلدان‌ها در هر دو پایه پسته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین کم‌ترین شوری خاک مربوط به پایه بادامی زرند در سطح غلظت صفر (١/٦٣ دسی‌زیمنس بر متر) و بیش‌ترین شوری در سطح غلظت ٣ میلی‌مولار (٤/٧ دسی‌زیمنس بر متر) و مربوط به هر دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی بود. مقدار pH گل اشباع خاک بین پایه‌های پسته، سطوح مختلف غلظت منیزیم آب آبیاری و نیز ترکیب این دو عامل، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در مجموع pH گل اشباع خاک گلدان‌ها بین ٧/٨ تا ٨ متغیر بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و غلظت عناصر در برگ نهال‌های پسته تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری.

Table 1. Results of variance analysis of some soil chemical properties and elements concentration in leaf of pistachio seedlings influenced by different treatments of variety and magnesium concentration in irrigation water.

منابع تغییرات (Source of Variations)	درجه آزادی (Degree of Freedom)	میانگین مربعات (Mean Squares)									
		شوری خاک ECe	اسیدیته خاک pH	کلسیم خاک Ca^{2+}	منیزیم خاک Mg^{2+}	سدیم خاک Na^{+}	فسفر خاک P	پتاسیم خاک K	کلسیم به منیزیم خاک Ca^{2+}/Mg^{2+}	کلسیم برگ Ca^{2+}	منیزیم برگ Mg^{2+}
پایه Base (A)	1	0.040 ns	0.008 ns	0.616 ns	5.291 ns	0.133 ns	1.925 ns	200.300 ns	0.012 ns	0.150 *	0.104 *
خطا (Error)	2	0.016	0.010	2.181	1.039	1.545	0.110	79.6	0.040	0.047	0.004
غلظت منیزیم (B) Magnesium concentration	4	9.186 **	0.018 ns	32.466 **	101.410 **	20.118 **	0.469 ns	94.167 ns	0.521 **	0.150 ns	0.194 **
پایه و غلظت منیزیم (A*B)	4	0.011 *	0.019 ns	0.704 *	3.605 *	0.559 *	0.902 ns	154.633 ns	0.015 *	0.065 ns	0.007 *
خطا (Error)	16	0.020	0.019	1.038	1.238	0.533	1.747	247.6	0.017	0.063	0.003
ضریب تغییرات CV%		4.51	1.73	11.34	7.7	8.31	10.31	7.38	11.62	17.1	6.56

** و * به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

** and * respectively significant at 1% and 5% and ns is not significant at the 5% level.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک تحت کشت نهال‌های پسته.

Table 2. Mean comparison of the effect of Mg concentration of irrigation water and pistachio variety on some soil chemical properties.

میانگین Average	سطوح منیزیم (میلی‌مولار) Magnesium levels (mmol/l)					پایه‌ها Bases
	3	2	1	0.5	0	
	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر) Soil EC (ds/m)					
3.13 A	4.70 a	4.00 b	3.00 c	2.33 d	1.63 e	بادامی Badami
3.21 A	4.70 a	4.17 b	3.13 c	2.31 d	1.73 e	قزوینی Ghazvini
	4.70 A	4.08 B	3.07 C	2.32 D	1.68 E	میانگین Average
	اسیدیته خاک Soil pH					
7.9 5 A	7.90 a	7.88 a	7.90 a	8.00 a	8.07 a	بادامی Badami
7.91 A	8.00 a	7.93 a	7.80 a	7.93 a	7.90 a	قزوینی Ghazvini
	7.95 A	7.90 A	7.85 A	7.97 A	7.98 A	میانگین Average
	کلسیم محلول خاک (میلی‌اکی‌والان بر لیتر) Soluble Calcium (meq/l)					
8.84 A	12.47 a	10.33 bc	8.07 de	7.33 d-f	6.00 f	بادامی Badami
9.13 A	11.63 ab	10.83 a-c	9.00 cd	7.50 d-f	6.67 ef	قزوینی Ghazvini
	12.05 A	10.58 B	8.53 C	7.42 CD	6.33 D	میانگین Average
	منیزیم محلول خاک (میلی‌اکی‌والان بر لیتر) Soluble Magnesium (meq/l)					
14.02 A	23.50 c	20.17 b	13.47 d	9.80 e	3.17 f	بادامی Badami
14.86 A	23.63 a	21.33 b	16.83 c	9.17 e	3.33 f	قزوینی Ghazvini
	23.57 A	20.75 B	15.15 C	9.48 D	3.25 E	میانگین Average
	سدیم محلول خاک (میلی‌اکی‌والان بر لیتر) Soil Sodium (meq/l)					
8.85 A	11.33 a	9.80 b	9.00 bc	7.27 de	6.87 e	بادامی Badami
8.72 A	11.80 a	8.93 bc	8.30 cd	7.60 de	6.97 de	قزوینی Ghazvini
	11.57 A	9.37 B	8.65 B	7.43 C	6.92 C	میانگین Average

اعداد دارای حرف کوچک یا بزرگ مشترک، طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Values with similar letters have no significant difference statistically at the 5% level according to the Duncan's test.

کلسیم، منیزیم و سدیم محلول خاک: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که میانگین کلسیم، منیزیم و سدیم محلول خاک گلدان‌ها در دو پایه بادامی زرند و قزوینی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند، اما سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثرات متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری اثر معنی‌داری بر کلسیم، منیزیم و سدیم محلول خاک گلدان‌ها داشتند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، نشان داد که کلسیم محلول خاک با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری افزایش یافت و این افزایش در بین تمام غلظت‌های منیزیم معنی‌دار بود. تغییرات کلسیم محلول خاک از ٦/۳۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در خاک با سطح منیزیم صفر تا ۱۲/۰۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در خاک گلدان‌های با سطح منیزیم ۳ میلی‌مولار منیزیم متغیر بود. به‌طورکلی، با افزایش منیزیم محلول خاک، میزان کلسیم و پتاسیم محلول خاک نیز افزایش یافت که نتایج پژوهش حاضر با نتایج بهرام‌پور و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد (٤). نتایج اثر متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم بر کلسیم محلول خاک نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان کلسیم محلول خاک گلدان‌ها به‌ترتیب مربوط به پایه قزوینی در سطح غلظت صفر به‌میزان ٦/٦۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و پایه بادامی زرند در سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم به‌میزان ۱۲/٤۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود. بنابراین با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری، میزان کلسیم محلول خاک نیز افزایش یافت. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج حیدری (۲۰۰۱) بر روی پسته مطابقت دارد (۱٤).

نتایج مربوط به تأثیر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر منیزیم محلول خاک گلدان‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که منیزیم محلول خاک، با افزایش سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری روندی افزایشی داشت به‌طوری‌که بین تمام سطوح مختلف منیزیم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. میزان منیزیم محلول خاک نیز از ۳/۲۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در خاک تیمار شاهد تا ۲۳/۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر در خاک تیمار با سطح منیزیم ۳ میلی‌مولار، متغیر بود. احتمال می‌رود به‌دلیل وجود منیزیم زیاد در محلول خاک، مکان‌های جذبی که باید به کلسیم اختصاص یابد توسط منیزیم اشباع شده و مانع جذب کلسیم گردیده است. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج همایی (۲۰۰۳) بر روی پسته همخوانی دارد (۱۵). نتایج اثر متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان منیزیم محلول خاک به‌ترتیب مربوط به پایه بادامی زرند در غلظت صفر با مقدار ۳/۱۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و پایه بادامی زرند در سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم با مقدار ۲۳/٦۳ میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد.

نتایج موجود نشان داد که با افزایش منیزیم آب آبیاری از سطح صفر به ۳ میلی‌مولار منیزیم، سدیم محلول خاک گلدان‌ها با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان سدیم محلول خاک به‌ترتیب در پایه بادامی زرند در سطح صفر (شاهد) با میانگین ٦/۸۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و پایه قزوینی در سطح ۳ میلی‌مولار منیزیم با میانگین ۱۱/۸۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر اندازه‌گیری شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح مختلف منیزیم،

میزان سدیم محلول خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که با افزایش منیزیم اثر رقابتی پتاسیم کاهش یافته و سدیم می‌تواند بیش‌تر جذب گیاه شود (۲۷). در ارتباط با شوری آب و خاک که در اغلب موارد سبب کاهش رشد گیاهان از جمله پسته می‌شود، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است (۱۳، ۳٤ و ۳۹).

نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک گلدان‌ها در جدول (۱) آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین دو پایه پسته در نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثرات متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری اثر معنی‌داری بر نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد نسبت کلسیم به منیزیم خاک، تنها در سطح صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری با میانگین ۱/۹۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر، نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. به‌گونه‌ای که نسبت کلسیم به منیزیم خاک تنها در سطح صفر میلی‌مولار، بیش‌تر از یک شد. نتایج پژوهش حاضر، با نتایج پژوهش دهقانی (۲۰۱۳) بر روی پسته همخوانی دارد (۱۰). نتایج اثر متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر نسبت کلسیم به منیزیم خاک گلدان‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان نسبت کلسیم به منیزیم خاک به‌ترتیب مربوط به پایه قزوینی در سطح صفر میلی‌مولار و پایه بادامی زرند در سطح ۳ میلی‌مولار منیزیم به‌ترتیب به‌میزان ۰/۵۳ و ۲/۰۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود. ضمن این‌که هر دو پایه پسته، تنها در سطح صفر میلی‌مولار نسبت به سایر تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری، از نظر میزان نسبت کلسیم به منیزیم خاک نشان دادند و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هم‌زمان با افزایش منیزیم خاک گلدان‌ها، میزان کلسیم خاک گلدان‌ها به‌دلیل جذب کم‌تر توسط گیاه، افزایش پیدا کرده است و این مهم، باعث شده است که تغییرات زیادی در میزان نسبت کلسیم به منیزیم خاک، مشاهده نشود. حسینی‌فرد (۲۰۰۸) گزارش کرد که نسبت کلسیم به منیزیم بیش‌تر از یک، نشان‌دهنده وضعیت مناسب کلسیم در خاک است (۱٦).

پتاسیم و فسفر قابل‌جذب خاک: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین پایه‌ها و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثرات متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری، از نظر میزان غلظت پتاسیم و فسفر قابل‌جذب خاک گلدان‌های آزمایشی مشاهده نشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک تحت کشت نهال‌های پسته.

Table 3. Mean comparison of the effect of Mg concentration of irrigation water and pistachio variety on some soil chemical properties.

میانگین Average	سطوح منیزیم (میلی‌مولار) Magnesium levels (mmol/l)					پایه‌ها bases
	3	2	1	0.5	0	
	نسبت کلسیم به منیزیم خاک (میلی‌اکی‌والان بر لیتر) Ratio of calcium to magnesium in soil (meq/l)					
0.86 A	0.53 b	0.51 b	0.60 b	0.75 b	1.89 a	بادامی Badami
0.87 A	0.49 b	0.51 b	0.53 b	0.82 b	2.00 a	قزوینی Ghazvini
	0.51 B	0.51 B	0.57 B	0.76 B	1.95 A	میانگین Average
	فسفر قابل‌جذب خاک (پی‌پی‌ام) Absorbable Soil Phosphorus (ppm)					
13.07 A	12.23 a	13.47 a	13.27 a	12.73 a	13.67 a	بادامی Badami
12.57 A	12.90 a	12.60 a	12.00 a	12.60 a	12.73 a	قزوینی Ghazvini
	12.57 A	13.03 A	12.63 A	12.67 A	13.20 A	میانگین Average
	پتاسیم قابل‌جذب خاک (پی‌پی‌ام) Absorbable Soil potassium (ppm)					
216.3 A	202.3 a	216.7 a	221.0 a	215.7 a	224.7 a	بادامی Badami
210.1 A	209.7 a	214.0 a	204.3 a	214.3 a	208.0 a	قزوینی Ghazvini
	206.5 A	215.3 A	212.7 A	215.0 A	216.3 A	میانگین Average

اعداد دارای حرف کوچک یا بزرگ مشترک، طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Values with similar letters have no significant difference statistically at the 5% level according to the Duncan's test.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و غلظت عناصر در برگ نهال‌های پسته تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری.

Table 4. Results of variance analysis of some soil chemical properties and elements concentration in leaf of pistachio seedlings influenced by different treatments of variety and magnesium concentration in irrigation water.

منابع تغییرات (Source of Variations)	درجه آزادی (Degree of Freedom)	میانگین مربعات (Mean Squares)				
		ارتفاع نهال Seedling height	درصد ریزش برگ Leaves loss	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
پایه Base (A)	1	0.203 ns	49.846**	6.524**	0.807*	5.150**
خطا Error	2	0.075	0.485	0.032	0.161	0.034
غلظت منیزیم (B) Magnesium concentration	4	2.746**	180.458**	0.678*	0.643*	4.480**
پایه و غلظت منیزیم A*B	4	0.089*	10.347*	0.367*	0.046*	0.641**
خطا Error	16	0.059	3.529	0.248	0.193	0.092
درصد تغییرات CV%		10.01	3.56	11.89	10.73	11.36

** و * به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد است.

** and * respectively significant at 1% and 5% and ns is not significant at the 5% level.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری بر برخی مشخصات رویشی دانهال‌های پسته.

Table 5. Mean comparison of the effect of Mg concentration of irrigation water and pistachio variety on some growth characteristics of pistachio seedlings.

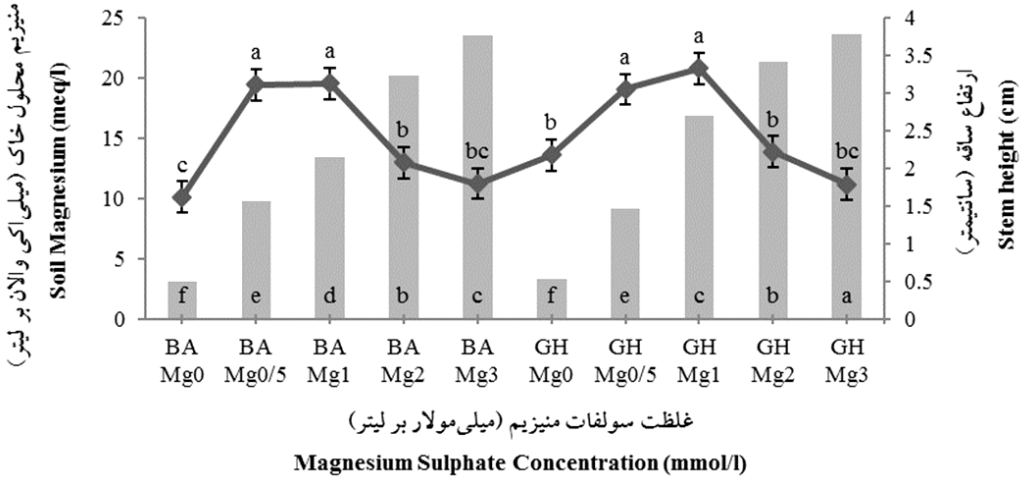
پایه‌ها Bases	سطوح منیزیم (میلی‌مولار) Magnesium levels (mmol/l)					میانگین Average
	0	0.5	1	2	3	
	ارتفاع نهال (سانتی‌متر) Seedling height (cm)					
بادامی Badami	1.62 c	3.11 a	3.13 a	2.08 b	1.80 bc	2.35 A
قزوینی Ghazvini	2.18 b	3.05 a	3.33 a	2.22 b	1.79 bc	2.51 A
میانگین Average	1.90 BC	3.08 A	3.23 A	2.15 B	1.79 C	
	ریزش برگ (درصد) Leaves loss (%)					
بادامی Badami	55.94 bc	46.34 d	48.51 d	56.87 b	62.94 a	54.12 A
قزوینی Ghazvini	53.28 c	46.75 d	47.23 d	54.21 bc	56.24 bc	51.54 B
میانگین Average	54.61 B	46.54 C	47.87 C	55.54 B	59.59 A	

اعداد دارای حرف کوچک یا بزرگ مشترک، طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Values with similar letters have no significant difference statistically at the 5% level according to the Duncan's test.

شاخص‌های رویشی پایه‌های پسته

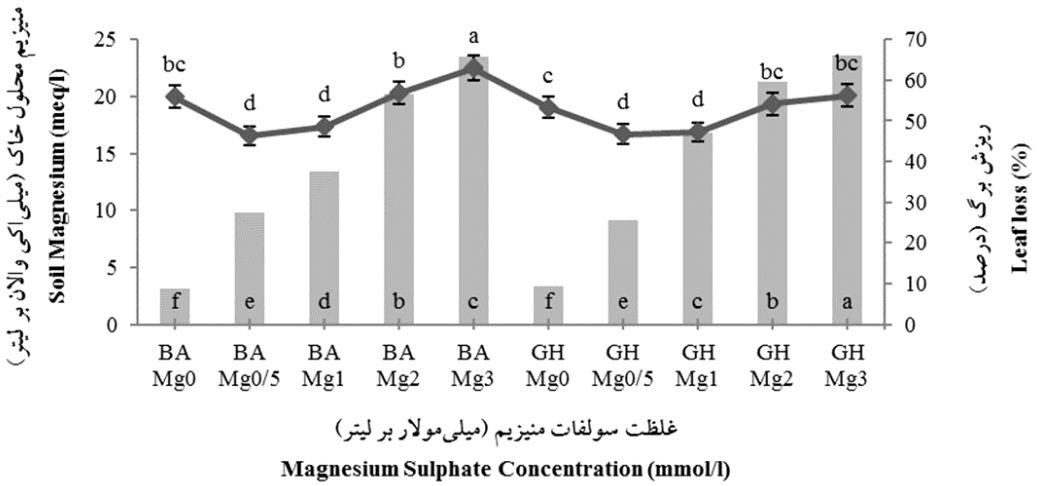
ارتفاع نهال‌های پسته: نتایج تجزیه واریانس تغییرات ارتفاع ساقه نهال‌ها (جدول ٤) نشان داد که بین پایه‌های پسته اختلاف معنی‌داری نبود ولی اثر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری و اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم، تأثیر معنی‌داری بر این پارامتر داشت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٥)، در هر دو پایه، بیش‌ترین و کم‌ترین رشد ساقه نهال به‌ترتیب در سطوح غلظت ۱ و ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (۱٥/۱٥ و ۲۳/٥۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک) و به‌میزان ۳/۲۳ و ۱/۷۹ سانتی‌متر مشاهده شد. در تیمارهای اثر متقابل نیز بیش‌ترین و کم‌ترین رشد ساقه نهال مربوط به پایه قزوینی با غلظت ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند با غلظت صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت‌های ۱٦/۸۳ و ۳/۱۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با ۳/۳۳ و ۱/٦۲ سانتی‌متر بود (شکل ۱). ضمن این‌که بین تیمارهای منیزیم با غلظت ۰/٥ و ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری، نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاهش رشد اندام‌های هوایی پسته می‌تواند مربوط به سمیت یون‌های کلر، سدیم و منیزیم (۲۹)، افزایش فشار اسمزی محلول خاک (۲٦) و نیز فعالیت آنزیمی (٤۱) باشد. یون‌های اصلی ایجادکننده شوری می‌توانند از طریق اثر رقابتی و یا تأثیر بر گزینش‌پذیری جذب عناصر توسط غشای سلولی بر جذب عناصر اثر بگذارند. به‌نظر می‌رسد با افزایش منیزیم (سطح ۲ به ۳ میلی‌مولار)، در جذب عناصر ضروری گیاه اختلال ایجاد نموده و سبب ایجاد تنش در گیاه و باعث کاهش رشد گیاه پسته شده است. این بخش از پژوهش حاضر، با نتایج بهرام‌پور (۲۰۰٦) و زادصالحی (۲۰۱۱)، بر روی پسته همخوانی دارد (٥ و ٤۲). کاهش رشد اندام‌های هوایی با افزایش شوری آب آبیاری بر روی سایر محصولات کشاورزی نیز گزارش شده است (۲۹، ۱۰ و ۳۷).



شکل ۱- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و ارتفاع ساقه دانهال‌های پسته.

Figure 1. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and stem height of pistachio seedlings.

درصد ریزش برگ پسته: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر درصد ریزش برگ نهال‌ها، در جدول ٤ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بین دو پایه پسته و سطوح منیزیم آب آبیاری بر درصد ریزش برگ نهال‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، در حالی‌که اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم آب آبیاری، اثر معنی‌داری بر درصد ریزش برگ نهال‌ها نداشت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٥) در هر دو پایه، کم‌ترین و بیش‌ترین درصد ریزش برگ نهال‌ها، به‌ترتیب در سطوح غلظت‌های ٠/٥ و ٣ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (٩/٤٨ و ٢٣/٥٧ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین‌های ٤٦/٥٤ و ٥٩/٥٩ درصد مشاهده شد. ضمن این‌که بین سطح غلظت ٠/٥ و ١ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در تیمارهای اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم نیز کم‌ترین و بیش‌ترین درصد ریزش برگ نهال‌ها مربوط به پایه قزوینی با غلظت ٠/٥ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند با غلظت ٣ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (٩/١٧ و ٢٣/٥٠ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ٤٦/٧٥ و ٦٢/٩٤ درصد مشاهده شد (شکل ٢). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پارسا و کریمیان (١٩٧٥)؛ سپاسخواه و مفتون (١٩٨٨) و پیکچونی و میاموتا (١٩٩١) بر رشد اندام‌های هوایی پسته تحت‌تأثیر شوری زیاد مطابقت دارد (٢٩، ٣٨ و ٣٠).



شکل ٢- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و ریزش برگ دانهال‌های پسته.

Figure 2. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and leaf loss of pistachio seedlings.

وزن خشک ساقه، برگ و ریشه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد که اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر وزن خشک ساقه نهال‌ها معنی‌دار بود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اثر نوع پایه بر وزن خشک ساقه نهال‌ها در سطح احتمال یک درصد و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری و اثر متقابل بین پایه و سطوح منیزیم آب آبیاری در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بین پایه‌های پسته، سطوح غلظت منیزیم آب آبیاری و نیز اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم بر وزن خشک برگ و ریشه به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد اختلاف معنی‌داری، مشاهده شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ساقه نهال‌ها به‌ترتیب در سطوح غلظت ۱ و ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (۹/٤۸ و ۲۳/۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ٤/۵۵ و ۳/۸۳ گرم مشاهده شد. ضمن این‌که سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری نسبت به سطح صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

در ارتباط با اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم، نتایج (جدول ٦) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ساقه نهال‌ها مربوط به پایه قزوینی با غلظت ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند با غلظت صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت‌های ۱٦/۸۳ و ۲۳/۵۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ۵/۲٤ و ۳/۷۳ گرم مشاهده شد (شکل ۳). نتایج پژوهش حاضر با نتایج نورمندی‌پور و همکاران (۲۰۱٤)؛ کاتیس و لاچلی (۱۹۸٦) و روزنده (۱۹۹۱) بر کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی پسته تحت‌تأثیری شوری زیاد مطابقت دارد (۲۸، ۹ و ۳۵).

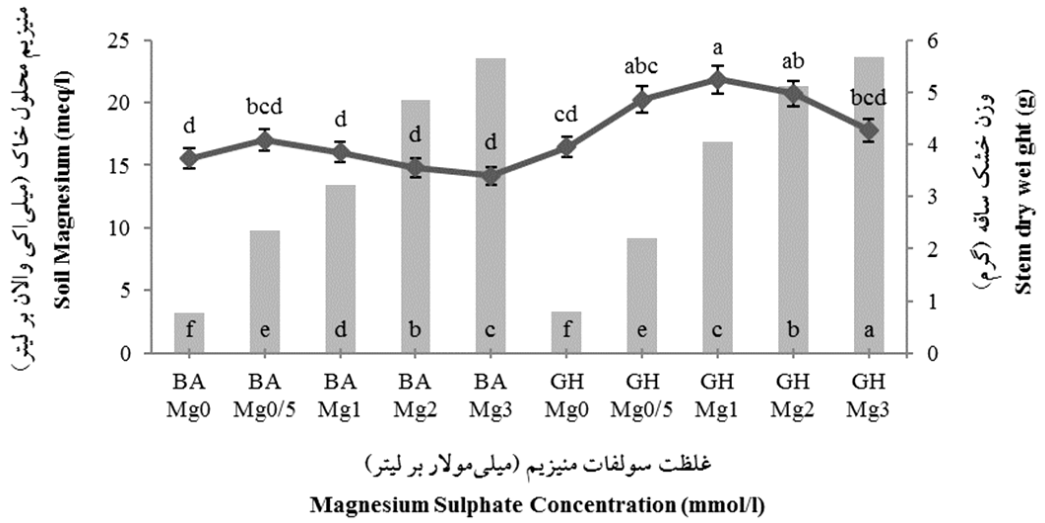
جدول ٦- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری بر برخی مشخصات رویشی دانهال‌های پسته.

Table 6. Mean comparison of the effect of Mg concentration of irrigation water and pistachio variety on some growth characteristics of pistachio seedlings.

میانگین Average	سطوح منیزیم (میلی‌مولار) Magnesium levels (mmol/l)					پایه‌ها bases
	3	2	1	0.5	0	
	وزن خشک ساقه (گرم) Stem dry weight (g)					
3.72 B	3.40 d	3.55 d	3.85 d	4.08 b-d	3.73 d	بادامی Badami
4.66 A	4.27 b-d	4.97 ab	5.24 a	4.86 a-c	3.95 cd	قزوینی Ghazvini
	3.83 B	4.26 AB	4.55 A	4.47 AB	3.84 B	میانگین Average
	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)					
3.93 B	4.00 a-c	4.11 a-c	4.07 a-c	4.08 a-c	3.40 c	بادامی Badami
4.26 A	4.31 ab	4.30 ab	4.70 a	4.32 ab	3.66 bc	قزوینی Ghazvini
	4.15 A	4.20 A	4.38 A	4.20 A	3.53 B	میانگین Average
	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)					
2.26 B	1.65 c	1.84 e	3.02 b	3.20 b	1.56 c	بادامی Badami
3.09 A	1.91 c	2.08 e	4.17 a	3.92 a	3.35 b	قزوینی Ghazvini
	1.78 C	1.96 C	3.60 A	3.56 A	2.46 B	میانگین Average

اعداد دارای حرف کوچک یا بزرگ مشترک، طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

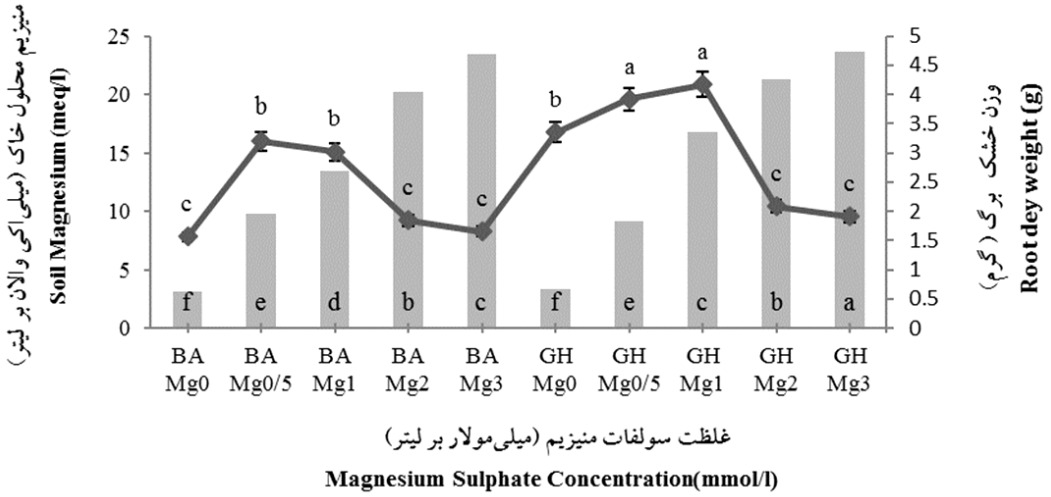
Values with similar letters have no significant difference statistically at the 5% level according to the Duncan.



شکل ۳- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و وزن خشک ساقه دانهال‌های پسته.

Figure 3. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and stem dry weight of pistachio seedlings.

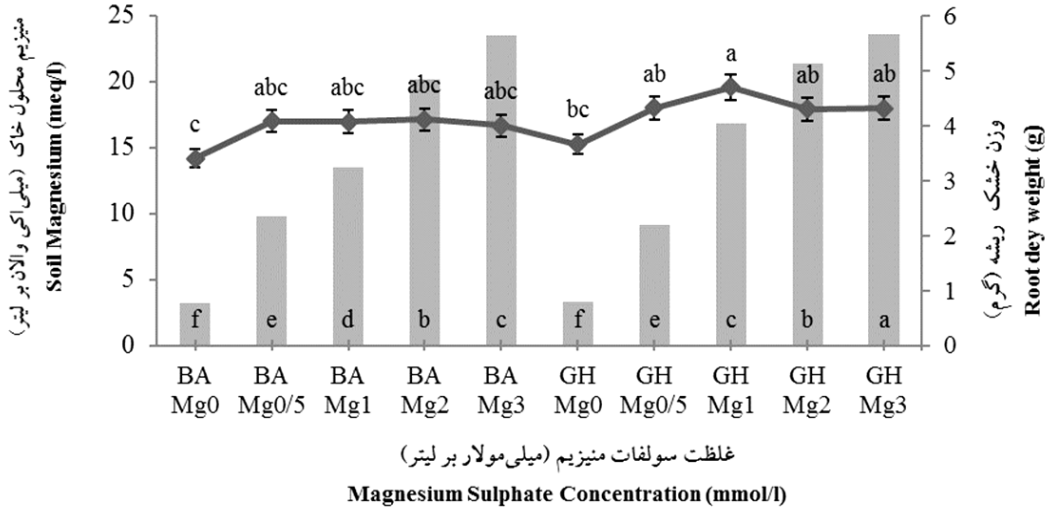
براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ٦)، بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک برگ نهال‌ها به‌ترتیب در سطوح غلظت ۱ و ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت‌های ۹/٤۸ و ۲۳/۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ۳/٦۰ و ۱/۷۸ گرم مشاهده شد. ضمن این‌که سطح غلظت ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری با سطح غلظت ۰/۵ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در تیمارهای اثر متقابل نیز بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک برگ نهال‌ها مربوط به پایه قزوینی در سطح غلظت ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند در سطح غلظت صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (۱٦/۸۳ و ۳/۱۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ٤/۱۷ و ۱/۵۷ گرم مشاهده شد (شکل ٤). در پژوهش حاضر، پایه قزوینی در بهترین سطح رشد (۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم)، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه بالاتری نسبت به پایه بادامی زرند تولید کرد. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج (حیدری، ۲۰۰۱؛ محمدخانی، ۱۹۹۷) نیز همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که رشد و وزن خشک اندام‌های هوایی با افزایش شوری کاهش معنی‌داری می‌یابد و در بین پایه‌ها، پایه قزوینی و بادامی نسبت به پایه سرخس و بنه کم‌تر تحت شوری قرار گرفتند (١٤ و ٢٥). نتایج پژوهش محمدی (۱۹۹۵) با نتایج این بخش از پژوهش همخوانی ندارد و عنوان کرد که افزایش شوری در اکثر سطوح (٤ تا ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر) باعث کاهش وزن خشک پایه قزوینی شده و افزایش شوری تأثیری بر وزن خشک اندام‌های هوایی سرخس و بادامی زرند ندارد (٢٤). به‌نظر می‌رسد شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته شده و با افزایش شوری، رشد ساقه و برگ کاهش یافته که در این میان برگ دارای حساسیت بیش‌تری نسبت به شوری می‌باشد (۵). نتایج پژوهش‌های مدوهوک و واکر (۱۹٦۹) نیز بر سایر محصولات کشاورزی نشان داد که افزایش منیزیم به بیش از ۲ میلی‌مولار، عملکرد کل به سرعت کاهش و برگ‌ها نشانه‌های اختلال و بی‌نظمی را نشان می‌دهند (۲۲).



شکل ٤- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و وزن خشک برگ دانهال‌های پسته.

Figure 4. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and leaf dry weight of pistachio seedlings.

وزن خشک ریشه تنها در سطح غلظت صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت ۳/۲۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک) با میانگین ۳/۵۳ گرم، نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد و بقیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. در تیمارهای اثر متقابل، بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ریشه مربوط به پایه قزوینی در سطح غلظت ۱ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند در سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت‌های ۱٦/۸۳ و ۲۳/۵۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ٤/۷۰ و ٤ گرم مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و وزن خشک ریشه دانهال‌های پسته.

Figure 5. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and root dry weight of pistachio seedlings.

آستانه کاهش در میزان وزن خشک ساقه نسبت به ریشه کمی پایین‌تر بوده و این نشان‌دهنده این است که ساقه نسبت به ریشه به سطوح مختلف منیزیم حساس‌تر بوده است. این کاهش رشد ریشه احتمالاً در اثر مسمومیت ناشی از یون‌های سمی می‌باشد. کاهش کم‌تر در میزان رشد ریشه در شرایط شوری یکی از شاخص‌های مقاومت به شوری فرض می‌شود با افزایش میزان شوری ریشه کم‌تر تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج بهبودیان و همکاران (۱۹۸٦)؛ جونز و لاسکو (۱۹۸۵) و ابطحی (۲۰۰۱) بر روی پسته همخوانی دارد (۷، ۱۷ و ۳). بن میمون و همکاران (۲۰۰٤) و ابطحی و کریمیان (۱۹۹۵) معتقدند که شوری تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی گیاه پسته داشت در حالی‌که رشد ریشه را کم‌تر تحت‌تأثیر قرار داد (۸ و ۲).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر رقم و غلظت منیزیم آب آبیاری بر درصد برخی عناصر در برگ دانهال‌های پسته.

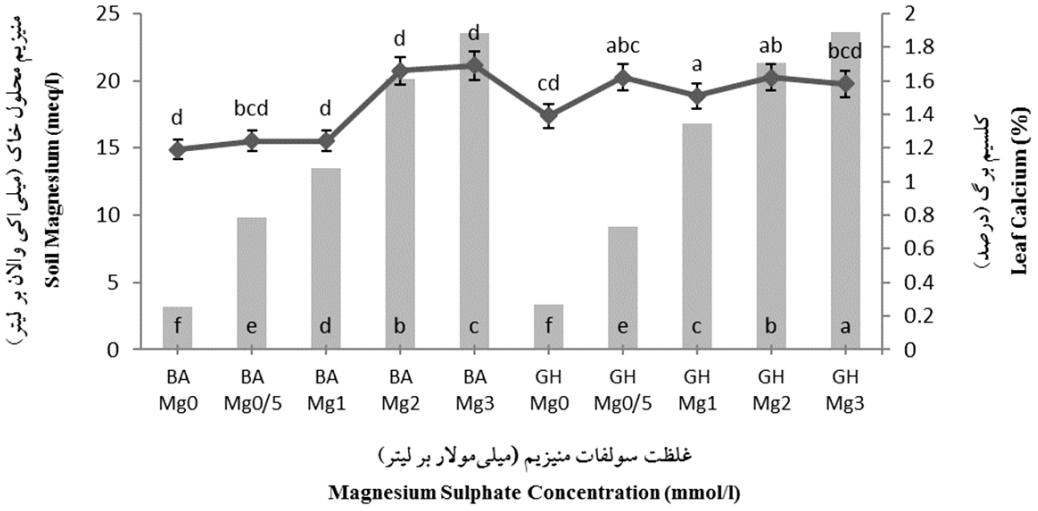
Table 7. Mean comparison of the effect of Mg concentration of irrigation water and pistachio variety on some elements concentration in leaf of pistachio seedlings.

میانگین Average	سطوح منیزیم (میلی‌مولار) Magnesium levels (mmol/l)					پایه‌ها bases
	3	2	1	0.5	0	
	کلسیم برگ (درصد) Leaf Calcium (%)					
1.40 A	1.69 ab	1.66 ab	1.24 ab	1.24 ab	1.19 b	بادامی Badami
1.54 A	1.58 ab	1.62 ab	1.51 ab	1.62 ab	1.39 ab	قزوینی Ghazvini
	1.64 A	1.64 A	1.38 AB	1.43 AB	1.29 B	میانگین Average
	منیزیم برگ (درصد) Leaf Magnesium (%)					
0.79 B	0.97 ab	0.89 bc	0.80 cd	0.80 d	0.51 f	بادامی Badami
0.91 A	1.05 a	1.07 a	1.00 ab	0.82 cd	0.63 e	قزوینی Ghazvini
	1.01 A	0.98 A	0.90 B	0.81 C	0.57 D	میانگین Average

اعداد دارای حرف کوچک یا بزرگ مشترک، طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Values with similar letters have no significant difference statistically at the 5% level according to the Duncan's test.

عناصر غذایی کلسیم و منیزیم برگ: نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر نوع پایه و اثرات متقابل پایه و سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر کلسیم برگ گیاه پسته معنی‌دار نشد و پایه‌ها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱). ولی اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر کلسیم برگ نهال‌های پسته معنی‌دار شد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کلسیم برگ نهال‌ها از سطح صفر به ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (غلظت‌های ۳/۲۵ و ۲۳/۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب به‌میزان ۱/۲۹ و ۱/٦٤ درصد افزایش یافت (شکل ٦).

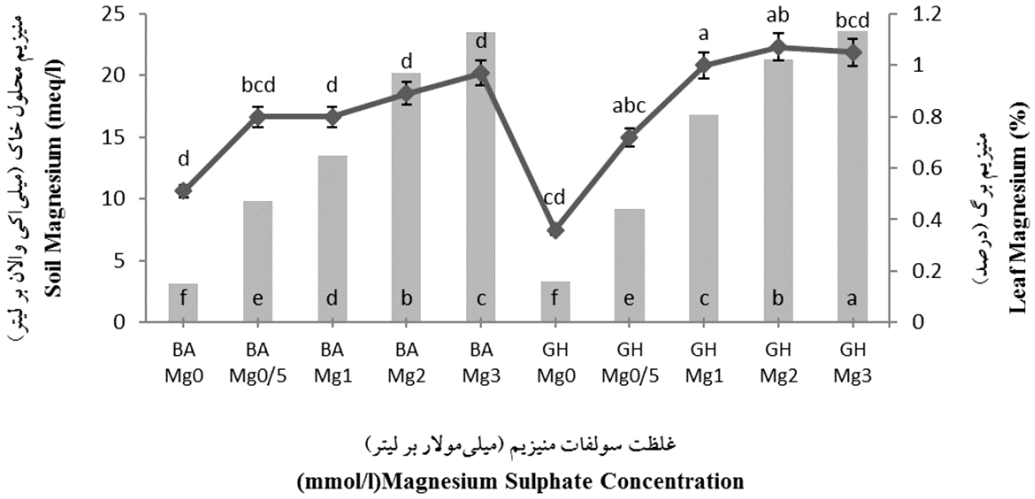


شکل ٦- **اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و میزان کلسیم برگ دانهال‌های پسته.**

Figure 6. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and leaf calcium content of pistachio seedlings.

نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری بر منیزیم برگ نهال‌ها در جدول ۱ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بین دو پایه پسته و اثر متقابل پایه و سطوح منیزیم آب آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و اثر سطوح مختلف منیزیم آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری، مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷) نشان داد که منیزیم برگ نهال‌ها از سطح صفر به سطح ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (۳/۲۵ و ۲۳/۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب به‌میزان ۰/۵۷ به ۱/۰۱ درصد افزایش یافت. ضمن این‌که سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم نسبت به سطح ۲ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۷). در تیمارهای اثر متقابل، بیش‌ترین میزان منیزیم برگ نهال‌ها مربوط به پایه قزوینی در سطح غلظت ۳ میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری و پایه بادامی زرند در سطح غلظت صفر میلی‌مولار منیزیم آب آبیاری (۲۳/٦۳ و ۳/۱۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منیزیم محلول خاک)، به‌ترتیب با میانگین ۱/۵۸ و ۱/۱۹ درصد مشاهده شد (شکل ۷). در شرایط شور، معمولاً کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه مشاهده می‌شود که علت آن احتمالاً کاهش تعداد برگ‌های تشکیل شده در محور اصلی و جلوگیری از فعالیت جوانه‌های جانبی می‌باشد.

همچنین این کاهش وزن ممکن است به‌دلیل توقف رشد یا مردن بافت‌ها باشد که به‌صورت نکروزه شدن و سوختن حاشیه برگ‌ها و از بین رفتن آن‌ها نمایان می‌گردد (۱۲ و ۲۳). در پژوهش حاضر، پایه قزوینی در شرایطی که منیزیم برگ نهال‌های پسته در بهترین تیمار سطح غلظت ۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم با میانگین ۱ درصد بود، وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه بالاتری نسبت به پایه بادامی زرند تولید کرده است.



شکل ۷- اثر متقابل پایه پسته و سطوح مختلف منیزیم بر غلظت منیزیم محلول خاک و میزان منیزیم برگ دانهال‌های پسته.

Figure 7. Interaction effect of pistachio base and different levels of magnesium on soil soluble magnesium and leaf magnesium content of pistachio seedlings.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تأثیر منیزیم آب آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی به اضافه ریشه، ارتفاع ساقه، درصد ریزش برگ نهال‌ها و غلظت عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم و نسبت کلسیم به منیزیم محلول خاک گلدان‌ها و برخی عناصر غذایی در برگ نهال‌های پسته (بادامی زرند و قزوینی) مورد تأیید قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که برای دو پایه پسته بادامی زرند و قزوینی حد آستانه‌ای در برابر غلظت منیزیم وجود دارد به این صورت که تحت‌تأثیر غلظت‌های مختلف منیزیم آب آبیاری، بهترین وضعیت رشد گیاه پسته در هر دو پایه، در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ میلی‌مولار سولفات منیزیم رخ داد. با افزایش غلظت منیزیم آب آبیاری از ۲ به ۳ میلی‌مولار، هر دو پایه روند کاهشی در رشد را نشان دادند. به‌نظر می‌رسد کاهش رشد پسته در دو پایه بادامی زرند و قزوینی به‌علت عدم تعادل صحیح بین عناصر غذایی، که عامل کاهش رشد محسوب می‌شود. و یا به سبب اثرهای ضدیتی ناشی از زیادی منیزیم و رقابت برای مکان‌های جذبی، باعث شده است که غلظت یون منیزیم در گیاه از حد آستانه‌ای فراتر رود، که جذب یا متابولسیم عناصر ضروری دیگر توسط گیاه اختلال ایجاد کند. در مجموع اثر سوء غلظت‌های مختلف منیزیم بر کاهش رشد پسته در دو رقم بادامی زرند و قزوینی تأیید شده، و شاهدی دیگر بر تأیید یافته‌های قبلی به‌دست می‌دهد. این موضوع اهمیت علمی فراوانی داشته و شایسته است پژوهش‌های بیش‌تری با غلظت‌های متفاوت و ارقام دیگر پسته صورت گیرد.

منابع

1.Abid, M., Haddad, M., and Ferchichi, A. 2008. Effect of magnesium Sulphate on the first stage of development of Lucerne. Option Mediterranean's, Series A, 79: 45-408.

2.Abtahi, A.S., and Karimian, N.A. 1995. Seedling of two pistachio cultivars response to the amount and type of soil salinity under greenhouse condition. The 4th Iranian Soil Science. Pp: 128-129. (In Persian)

3.Abtahi, A.S. 2001. The reaction pistachio seedlings in two varieties, quantities and types of soil salinity in greenhouse conditions. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 5: 1. 93-101.

4.Bahrampour, B., Ahmadi Moghadam, A., and Mahmoudi, S. 2011. The effect of magnesium sulfate soil much on the content of calcium, magnesium, potassium and severity of Andomicorriz in Badami. J. Teach. Educ. 3: 463-472.

5.Bahrampour, M. 2006. Effect of magnesium and calcium on pistachio seedlings of Badami Zarand cultivar with respect to the interactions between magnesium and mycorrhiza in plants. M.Sc. Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman.

6.Bana Kar, H., Rahimian, M.H., Ranjbar, M., and Shiran Tafti, M. 2014. The Effect of irrigation with saline water on the shoot and root seedlings of five varieties of nuts Yazd province. Water in agricultural research. 28: 2. 342-351.

7.Behboudian, M.H., Walker, R.R., and Torokflavy, E. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. Scientia Horticuturae, 29: 251-261.

8.Ben Mimoun, M., Loumi, O., Ghrab, M., Latiri, K., and Hellaliiant, R. 2004. Foliar Potassium Application on Pistachio Tree. IPI regional workshop on Potassium and Fertigation development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco, 24-28 November.

9.Cutis, P.S., and Lauchli, A. 1986. The role of leaf area development and photosynthetic capacity in determining growth of Hemp under moderate sail stress. Aust. J. Plant Physiol. 13: 553-565.

10.Dehghani, F. 2013. Effect of calcium to magnesium ratio of irrigation water on soil chemical properties and pistachios grown in saline conditions. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modares University.

11.Ferguson, L., Beede, R.H., Freeman, M.W., Haviland, D.R., Holtz, B.A., and Kallsen, C.E. 2005. Pistachio production manual fruit and nut research and information center. University of California, Davis, California.

12.Grattan, S.R., and Griere, C.M. 1998. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments". In: M. Pessarakil (Editor), Handbook of plant and Crop Stress. Marcel- Dekker, New York, Second edition, 2: 26-36.

13.Hajrasouliha, Sh. 2004. Water Quality for Agriculture. University of Tehran Press.

14.Heydari, H. 2001. Surveying germination of major pistachio bases under conditions of high calcium chloride, magnesium chloride and pH changes in water. Pistachio Research Center. Pp: 1-98.

15.Homaei, H. 2003. Plant response to salinity. First Edition. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Tehran.

16.Hosseinifard, J., Salehi, M.H., Esfandarpour, I., and Mohammadi, J. 2008. Spatial variability of grown water gualitay and it relations Ship with pistachio yield in any region, Iron. J. Appl. Sci. 8: 20. 3497-3702.

17.Jones, H.G., Lakso, A., and Syvertsen, N. 1985. Physiological control of water status in fruit trees. In: Horticultural Reviews. Ed. By Jonick, J. 7: 301-344.

18.Kalar, Y.P., and Maynard, D.G. 2002. Method manual for forest soil and plant. 141p.

19.Kene, H.K., Wankhade, S.T., and Sagare, B.N. 1990. Influence of nutrients spray on yield and oil content of sunflower. Annals Plant Physiol. 4: 2. 246-248.

20.Khoshgofatrmansh, A.H., Jafari, B., and Shariatmadari, H. 2002. Effect of salinity on Cd and Zinc availability. 17th World Congress of So Soil Science, Thailand.

21.Khoshgofatrmansh, A.H., and Siyadat, H. 2002. Mineral nutrition vegetables and garden products in salty condition. Agricultural education and training center. Karaj, Iran.
22.Madhodk, O.Q., and Walker, R.B. 1969. Magnesium nutrition of Tow species of sun flower. Plant Physiol. 44: 1016-1022
23.Mirmohamadi Meybodi, M., and Tertiary, B. 2003. Physiological and salinity aspects of plant salinity stress, Isfahan University of Technology publishing Center, Pp: 274-1.
24.Mohamadi, A. 1995. Evaluated the resistance of pistachio than level of water salinity and irrigation. M.Sc. Thesis of irrigation science. Faculty of Agriculture. Shiraz University. Iran. (In Persian)
25.Mohamadkhani, A. 1997. Rafsanjan Pistachio Research Institute. Germination major ground pistachios in a lot of calcium chloride, magnesium chloride and changes in water pH. Pp: 8-18.
26.Morant-Manceau, A., Pradier, E., and Tremblin, G. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a Hexaploid triticale and tis parental species under salt stress. J. Plant Physiol. 161: 25-33.
27.Mozaffari, V. 2005. The Role of Potassium, Calcium and Zinc in pistachio dieback disease control. Thesis, Department of Soil Science. School of Agriculture. Tarbiat Modares University. Tehran.
28.Normandipour, F., Farpur, M.H., and Sarcheshmepour, M. 2014. Effect of salinity and different ratios of magnesium on calcium on mycorhiza colonization and vegetative traits of Sugar plant, Science and Technology of Greenhouse Crops. 19: 92-81.
29.Parsa, A.A., and Karimian, N. 1975. Effects of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian Pistachio (*Pistacica varel*.), J. Am. Soc. Hort. Sic. 50: 41-46.
30.Picchioni, G.A., Miyamoto, S., and Storey, J.B. 1991. Rapid testing of salinity effects on pistachio seedling rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 555-559.
31.Rahman, A., and Rau, D. 1997. Quality of irrigation water international Irrigation information center publication No. 2.
32.Rajabi, M., Village, H.R., Karimi, H.R., and Habibi, H. 2012. Study of resistance of pistachio base to sodium bicarbonate. J. Hort. Sci. 26: 3. 301-310.
33.Rani, B., and Jose, A.I. 2009. Studies on the dynamics of potassium and magnesium in okra (*Abelmoschus esculentus* Moench). Proceedings of the international plant Nutrition Colloquium XVI, University of California, Davis.
34.Ranjbar, A., Lemeur, R., and Van Damme P. 2001. Ecophysiological characteristics of two pistachio species (*pistacia khinjuk* and *pistacia mutica*) in response to salinity. Department of plant production, Laboratory of tropical and subtropical agronomy and ethnobotany, University of Ghent, Coupure Link 653, B-9000. Ghent, Belgium.
35.Rosendahl, C.N., and Rosendahl, S. 1991. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* spp.) on the response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to salt stress. Environmental and Experimental Botany, 31: 3. 313-318.
36.Salehi, F., Moradi, M., Mir Abolfthi, D., and Asgharzadh, A.S. 2006. The Effect of mycorrhizal colonization VA and different levels of phosphorus absorption of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and zinc and vegetative growth pistachios. J. Agron. Hort. 78: 49-55.
37.Sepaskhah, A.R., and Maftoun, M. 1981. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigate on water. I. Growth. J. Hort. Sci. 56: 277-284.
38.Sepaskhah, A.R., and Maftoun, M. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. J. Hort. Sci. 63: 1. 157-162.
39.Tajabadipour, A. 2001. Effect of soil potassium on the relative resistance to water stress and salinity three varieties of pistachio. Ph.D. Thesis. Hakshnasy section. Agricultural University. Shiraz University.

40.Taluker, B.S.S., Shirazi, S.M., and Paul, U.K. 1980. Suitability if groundwater for irrigation at kirimaganj U. Zilakishoreganj. Progress Agric. 9: 107-112.
41.Turhan, E., and Eris, A. 2006. Growth and stomatal behavior of two strawberry cultivars under long term salinity stress. Turkey. Agric. 31: 55-61.
42.Zad Salehi, F., and Mozaffari, V., Tajabadi Pour, A., Hokmabadi, H.K. 2011. Interaction of sodium and magnesium on some growth traits and chlorophyll pistachio, perlite medium. Science and Technology of Greenhouse Culture. 6: 23-34.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(6), 2018
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

The effect of different concentrations of magnesium in irrigation water on vegetative indices, some chemical properties of soil and nutrient elements of pistachio seedlings of Badami Zarand and Ghazvini

N. Bagheri[1], *N. Yazdanpanah[2] and N. Sedaghati[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Water Engineering, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran,
[3]Assistant Prof., Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
Received: 09/18/2016; Accepted: 12/30/2017

Abstract

Background and Objectives: The quality of irrigation water affected by salinity and high concentration of soluble salts is one of the important problems of pistachio areas in recent years. In this regard, the gradual increase in the concentration of soil magnesium in pistachio areas which irrigated with inappropriate and salty quality groundwater has become one of the most serious challenges ahead. Since there are very few studies on the effect of high concentrations of magnesium on soil properties and vegetative traits of pistachio, so this study investigates soil properties and growth characteristics of two bases of pistachio Badami Zarand and Ghazvini, under the influence of different concentrations of magnesium in irrigation water, as well as selection the superior and more resistant bases to high concentrations of magnesium.

Materials and Methods: The experiment was split plot based on a randomized complete block design with two factors each with three replications. The first factor consists of two pistachio bases including Badami Zarand and Ghazvini and the second factor was made of five levels of magnesium in water (0, 0.5, 1, 2, 3 mM from magnesium sulfate source). vegetative traits were measured before the treatments (end of the eighth week) and after 6 months from the beginning of the treatment and their changes were investigated during the application of the treatments, dry weight of the aerial parts (leaf and stem) and root, concentration of some The nutrient elements of the plant leaf and the soil chemical properties of the pots, such as electrical conductivity, pH, concentration of sodium, potassium, calcium, magnesium, soluble phosphorus and calcium to magnesium ratio were measured at the end of the experiment.

Results: Results showed that in general the effect of different levels of magnesium in the irrigation water was significant on soil EC and the concentrations of calcium, magnesium and sodium in the soil solution. In addition, at concentrations of 0.5 and 1 mM magnesium sulfate, the growth of pistachio plant (vegetative shoot and shoot dry weight plus roots) improved while by increasing the concentration of magnesium in the irrigation water (level 2 to 3 mM Mg), shoot growth and root dry weight, shoot + root weight reduced compared to the control. Also, soil soluble calcium to magnesium ratio showed significant difference at 0 mM magnesium of irrigated water compared to other treatments. The results showed that changes in soil pH, absorbable potassium and available phosphorus in the soil experienced no significant influence by pistachio base, magnesium levels in water and their interactions effect.

* Corresponding Author; Email: nyazdanpanah@gmail.com

Conclusion: The results of this study revealed that for two bases of Badami Zarand and Ghazvini, there is a threshold value of magnesium concentration. It was found that under the influence of different concentrations of magnesium in the irrigation water, the best growth in both pistachio bases was observed at 0.5 and 1 mM magnesium sulfate. With increasing the concentration from 2 to 3 mM, both bases showed a decline in growth. Overall, the results of this study indicated that the concentration of magnesium in irrigation water mare than 2 mM can reduce pistachio growth and lead to the complexity of the leaf and burn margins and tips of the leaves, which can be considered by researchers and farmers.

Keywords: Threshold tolerance, Magnesium, Plant growth, Hoagland solution, Pistachio