اثر نانو ذره مس بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد دانه گیاه دارویی پنیرک تحت شرایط تنش خشکی

محسن نصیری*[۱] و هوشمند صفری[۲]

[۱و۲] گروه گیاهان دارویی، موسسه آموزش جهاد دانشگاهی، کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول: mohsen.nasiri397@gmail.com

چکیده

به منظور ارزیابی اثر نانو ذره مس بر خصوصیات گیاه دارویی پنیرک تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار و با استفاده از سه سطح تنش شامل سطح صفر، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و چهار میزان نانو ذره مس شامل ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط گلخانه انجام گردید. نتایج نشان داد که بین سطوح خشکی و نانو ذره مس مورد بررسی از نظر میزان کلروفیل a و b، کارتنوئید، فعالیت آنزیم کاتالاز و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت و همچنین اثر متقابل تنش خشکی و نانو ذره بر صفات کارتنوئید، فعالیت آنزیم کاتالاز و عملکرد بوته معنی‌دار بود. با افزایش تنش خشکی میزان این صفات کاهش یافت. در بین سطوح مختلف نانو ذره مس غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر دارای بیشترین و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر دارای کمترین میزان در صفات مورد بررسی بودند. نتایج نشان داد در سطوح تنش خشکی میزان این صفات با توجه غلظت‌های نانو ذرات کاهش کمتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: پنیرک، خشکی، کلروفیل، نانو ذره

مقدمه

پنیرک یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که در طب سنتی در درمان بسیاری از بیماری‌ها به کار می‌شود و این گیاه منبع غنی از ویتامین‌های A، B و C هست (شکراللهی و حشمتی، ۱۳۹۵). این گیاه مانند سایر گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی هم‌چون تنش خشکی قرار می‌گیرد. گزارش شده تنش خشکی باعث تأثیر بر صفات، زراعی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان مختلف می‌گردد (صابرتنها و همکاران، ۱۳۹۷؛ Jaleel *et al.*, 2007). احمدی آذر و همکاران (۱۳۹۴) دریافتند با افزایش تنش خشکی در گیاه پنیرک مقدار کارتنوئید، کلروفیل a و b کاهش می‌یابد. صفی‌خانی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تنش خشکی بر عملکرد اسانس و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرشبو نشان دادند افزایش تنش خشکی باعث کاهش عملکرد اسانس، مقدار هیدرات‌های کربن محلول، مقدار کلروفیل a، b و کل می‌شود. چنین نتیجه‌ای نیز در چای ترش (میرشکاری و همکاران، ۱۳۹۶) گزارش شده است.

در دهه‌ای اخیر نانوفناوری افق‌های تازه‌ای را در عرصه‌های مختلف علوم از کشاورزی بازکرده است و کاربردهای گسترده‌ای به در علوم کشاورزی پیدا نموده است. صابرتنها و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی اثر ذرات نقره بر صفات فیزیولوژیک برخی اکوتیپ‌های زعفران در خراسان جنوبی دریافتند با افزایش مصرف نانو ذره مقدار کلروفیل a و b و کارتنوئید کاهش می‌یابد و مقدار کاتالاز افزایش می‌یابد. در یک مطالعه نوعی گیاه آبزی در غلظت ۰/۲۵ میلی‌گرم بر لیتر نانو ذرات مس رشد یافت و شدت فتوسنتز گیاهان ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (Nekrasova *et al.*, 2011). بررسی اثر نانو ذرات آهن و روی بر صفات بیوشیمیایی نعناع فلفلی (رستمی و همکاران، ۱۳۹۷) نشان داد با افزایش مصرف نانو ذرات مقدار مقدار کلروفیل a و کل و کارتنوئید افزایش و مقدار کل کلروفیل b کاهش می‌یابد. گزارش شده مصرف نانو ذرات عنصر روی در گیاه سویا موجب بهبود اجزا عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک می‌شود (فاضلی‌کاخکی و گلدانی، ۱۳۹۷).

بررسی واکنش گیاهان به نانو ذرات در شرایط تنش شیوه مهم و نوین در کشاورزی می‌باشد. به همین منظور اثر برهم‌کنش نانو ذره مس و تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گیاه دارویی پنیرک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در شرایط گلخانه در شهر کرمانشاه جهت ارزیابی اثر نانو ذره مس بر خصوصیات گیاه دارویی پنیرک تحت شرایط تنش خشکی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار (هر سه گلدان به‌عنوان یک واحد آزمایشی) و سه سطح تنش خشکی (سطح بدون تنش، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی خاک و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک) و چهار سطح نانو ذره مس (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام گرفت. بذور مورد استفاده (اکسشنی از گونه *Malva neglecta*، تهیه شده از بانک ژن منابع مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور) با قارچ‌کش ضدعفونی شده و به‌منظور جوانه‌زنی در اتاقک رشد و در دمای ۲۵ درجه نگهداری گردید. بعد از جوانه‌زنی، به خاک (ترکیبی از ۵۰ درصد ماسه، ۲۰ درصد خاک و ۳۰ درصد کوکوپیت و پرلیت) داخل گلدان‌هایی با عمق ۶۰ سانتی‌متر و عرض ۳۰ سانتی‌متر انتقال داده شدند. به منظور اعمال تنش پس از محاسبه ظرفیت زراعی خاک (طریق خاک خشک شده قبل از آبیاری وزن خاک پس از آبیاری کامل) و مدت زمان نگهداری رطوبت خاک تنش در سطح بدون تنش، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی خاک و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی خاک پس از اندازه‌گیری رطوبت با دستگاه رطوبت‌سنج، اعمال شد. هم‌چنین در سطوح تنش سطوح مختلف نانو ذره مس نیز در هر مرحله به همراه آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. تمامی گیاهان در مرحله رسیدگی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در این تحقیق به منظور سنتز نانو مس از عصاره‌ی گیاه لاله واژگون استفاده شد. این گیاه به دلیل خاصیت اکسیدکنندگی قوی برای سنتز نانو مس مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌منظور سنتز نانو ذره از عصاره‌ی لاله‌ی واژگون ابتدا گیاه را چندین بار شستشو داده و در شرایط هوا خشک زیر نور آفتاب خشک کرده به‌طوری که کاملاً رطوبت آن از بین برود و سپس برگ‌ها پودر گردیده و جهت سنتز نانو ذره مورد استفاده قرار گرفت. مقدار دو گرم از پودر حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در ۲۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه شده جوشانده شد و سپس عصاره توسط کاغذ واتمن صاف گردید عصاره‌ی استخراج‌شده در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد داخل یخچال قرار داده شد. مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از محلول مس با ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره مخلوط گردید و در دمای اتاق قرار داده شد. بعد از ۳۰ دقیقه محلول به رنگ زرد تا زرد مایل به قرمز در آمد و سپس به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۶/۸۰۰ rpm سانتریفوژ شد و سپس مایه‌ی رویی را برداشته و دور ریخته و ۳ مرتبه با اضافه‌کردن آب یونیزه شد و سانتریفیوژ کردن آن را شستشو داده و در نهایت نانو مس تیره خاکستری به‌دست آمده به مدت ۱ شب در شرایط جریان هوایی به‌منظور خشک‌شدن قرار داده شد و در نهایت به مدت ۴۸ ساعت در تحت شرایط خلأ قرار گرفت تا نانوذره کاملاً رطوبت خود را از دست دهد.

برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل و کاروتنوئید از روش Lichtenthaler and Wellburn (1983) استفاده شد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز به کمک روش Sinha (1972) با اندکی تغییرات صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد بذر در اواخر مرحله رشد زایشی ۳ بوته انتخاب و بذر هر بوته جداگانه با ترازو با دقت ۰/۰۵ گرم توزین شد. تجزیه و تحلیل اطاعات به کمک نرم‌افزار SPSS و به کمک روش مقایسه میانگین دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

کلروفیل a و b

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح تنش خشکی و نانو ذره مس بر صفات کلروفیل a و b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). به‌طوری که بیشترین میزان این صفات در سطح شاهد (عدم تنش خشکی) و کمترین در سطح تنش خشکی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۲). همچنین نتایج برای سطوح نانو ذره نشان داد غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس دارای بیشترین میزان از نظر کلروفیل a و b و سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان را داشت. البته غلظت شاهد (بدون نانو ذره) با سطح ۱۰ میلی‌گرم در لیتر از نظر این صفات در یک سطح قرار داشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفت کلروفیل a نشان داد تنش خشکی باعث کاهش آن گردیده است اما در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس کاهش کمتری داشت و سطوح تنش خشکی ۷۵ در صد ظرفیت زراعی و شاهد (بدون تنش) نزدیک به یکدیگر بودند. در مطالعه

احمدی آذر و همکاران (۱۳۹۴) با افزایش تنش خشکی در گیاه پنیرک مقدار کارتنوئید، کلروفیل a و b کاهش یافت. صابرتنها و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند با افزایش مصرف نانو ذره مقدار کلروفیل a و b در برخی اکوتیپ‌های زعفران افزایش می‌یابد.

کارتنوئید

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تنش خشکی و نانو ذره مس و متقابل این تیمارها بر صفت کارتنوئید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین میزان این صفت در سطح شاهد (عدم تنش) و کمترین میزان آن در سطح تنش ۵۰ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۲). هم‌چنین نتایج برای سطوح نانو ذره نشان داد تا سطح ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس اختلافی وجود ندارد و سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر دارای کمترین میزان این صفت بود که ممکن است ناشی از اثر سمیت در این غلظت باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفت کارتنوئید نشان داد تنش خشکی باعث کاهش آن گردیده است اما در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس کاهش کمتری داشت و سطوح تنش خشکی ۷۵ درصد و حتی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نزدیک به شاهد (عدم تنش) بودند. گزارش شده با افزایش تنش خشکی در پنیرک (احمدی آذر و همکاران، ۱۳۹۴) و افزایش مصرف نانو ذره در برخی اکوتیپ‌های زعفران (صابرتنها و همکاران، ۱۳۹۷) مقدار کارتنوئید کاهش می‌یابد.

فعالیت آنزیم کاتالاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تنش خشکی و نانو ذره مس و متقابل این تیمارها بر صفت فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۱ در صد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برای فعالیت آنزیم کاتالاز در سطوح خشکی نشان داد که بیشترین میزان در سطح شاهد (عدم تنش) و کمترین میزان در صفت مورد بررسی مربوط به سطح تنش خشکی۵۰ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۲). هم‌چنین غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس دارای بیشترین میزان از نظر فعالیت آنزیم کاتالاز بود و سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان در این صفت داشت. البته غلظت شاهد با سطح ۱۰ میلی‌گرم در لیتر از نظر صفت مورد اختلافی نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفت فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد تنش خشکی باعث کاهش آن گردیده است و سطوح نانو ذره نیز باعث کاهش کمتر این صفت در تنش خشکی نشده است.

جدول ۱-جدول تجزیه واریانس تأثیر نانو ذره مس تحت شرایط تنش خشکی صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه گیاه پنیرک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیلa	کلروفیل b	کارتنوئید	فعالیت کاتالاز	عملکرد بوته
تنش	۲	۱۱۰/۰۵۲**	۱۱۸/۶۹۱**	۲۸۹۹/۸۵۳**	۰/۹۰۵**	۵۶۵/۰۱۸**
نانو ذره	۳	۱۹۲**	۱۱۷/۱۳۷**	۱۹۶۶۶/۰۵**	۱/۲۹۴**	۵۵۳/۳۲۴**
نانو*تنش خشکی	۶	۳/۳۲۹^{ns}	۰/۲۲۲^{ns}	۶۶۸/۱۱۴**	۰/۰۲۱**	۲۰/۷۸۳*
خطا	۲۴	۷/۰۸۲	۴/۲۸۳	۴۶/۵۵۲	۰/۰۰۱	۷/۰۴۹
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۱۳	۹/۷۳	۷/۹۱	۶/۳۰	۹/۰۲

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار.

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر نانو ذره مس تحت شرایط تنش خشکی صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه گیاه پنیرک.

تیمار	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	آنزیم کاتالاز	عملکرد دانه
تنش خشکی (درصد)					
شاهد (۰)	۴۰/۰۳^{a}	۲۴/۳۱^{a}	۲۴۹/۸۵^{a}	۱/۷۷^{a}	۷۳/۳۳^{a}
۷۵	۳۷/۸۶^{b}	۲۱/۴۵^{ab}	۲۳۵/۶۱^{b}	۱/۵۱^{b}	۶۵/۱۰^{b}

۵۰	۳۴/۰۵^{c}	۱۸/۰۳^{b}	۲۱۸/۸۰^{c}	۱/۲۲^{c}	۵۹/۷۰^{c}
نانو ذره (میلی‌گرم در لیتر)					
۰	۳۷/۳۶^{ab}	۲۱/۶۱^{ab}	۲۵۸/۱۰^{a}	۱/۴۷^{b}	۶۸/۵۹^{ab}
۱۰	۳۸/۰۷^{ab}	۲۲/۰۳^{ab}	۲۵۶/۰۲^{a}	۱/۷۳^{ab}	۶۹/۲۴^{ab}
۵۰	۴۲/۵۳^{a}	۲۵/۰۴^{a}	۲۶۰/۲۰^{a}	۱/۸۳^{a}	۷۱/۸۷^{a}
۱۰۰	۳۱/۲۹^{b}	۱۶/۳۶^{b}	۱۶۴/۶۸^{b}	۰/۹۸^{c}	۵۴/۴۸^{b}

علائم مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

عملکرد بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تنش خشکی و نانو ذره مس بر صفت عملکرد بوته در سطح احتمال ۱درصد و متقابل این تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر سطوح تنش خشکی بر روی عملکرد بوته نشان داد که بیشترین میزان در سطح شاهد (عدم تنش) و کمترین میزان مربوط به سطح تنش خشکی ۵۰درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج برای سطوح نانو ذره نشان داد در بین سطوح مختلف نانو ذره مس غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر دارای بیشترین میزان از نظر عملکرد بوته و سطح ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر دارای کمترین میزان این صفت بود. البته غلظت شاهد با سطح ۱۰ میلی‌گرم در لیتر از نظر صفت مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل در صفت عملکرد بوته نشان داد تنش خشکی باعث کاهش آن گردیده است اما در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره مس کاهش کمتری داشت و سطوح تنش خشکی ۷۵ درصد و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نزدیک به یکدیگر بودند. نتایج مطالعه‌های مختلف (صفی‌خانی و همکاران، ۱۳۸۶، میر شکاری و همکاران، ۱۳۹۶) نشان داد تنش خشکی باعث کاهش عملکرد می‌گردد اما گزارش شده مصرف نانو ذره موجب بهبود اجزا عملکرد می‌شود (فاضلی‌کاخکی و گلدانی، ۱۳۹۷).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش حاکی کاهش میزان کلروفیل a و b، کارتنوئید، فعالیت آنزیم کاتالاز و عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بود. اما مقدار این صفات با مصرف نانو ذره مس تا غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش نشان داد در نتیجه می‌توان با مصرف نانو ذرات اثر در سطوح مختلف تنش خشکی را کاهش داد.

منابع

احمدی‌آذر، ف.، حسنلو، ط.، ایمانی، ع. و فیضی‌اصل، و. ۱۳۹۴. تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه (*Malva sylvestris*) پنیرک. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸: ۴۷۴-۴۵۹.

رستمی، ق.، مقدم، م.، قاسمی‌پیربلوطی، ع. و تهرانی‌فر، ع. ۱۳۹۷. اثر محلول‌پاشی آهن و روی به فرم‌های سولفاته و نانو ذرات بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) تحت تنش شوری. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۱: ۷۲۰-۷۰۷.

صابرتنها، ب.، فاخری، ب.، مهدی‌نژاد، ن. و علیزاده، ز. ۱۳۹۷. اثر نانو ذرات نقره بر صفات فیزیولوژیک برخی اکوتیپ‌های زعفران (*Crocus sativus* L.) خراسان جنوبی تحت تنش کم‌آبی ملایم. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۱: ۶۴۳-۶۲۷.

صفی‌خانی، ف.، حیدری شریف‌آباد، ح.، سیادت، س.ع.، شریفی‌عاشورآبادی، ا.، سیدنژاد، س.م. و عباس‌زاده، ب. ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی بر درصد و عملکرد اسانس و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی (*Dracocephalum moldavica* L.) بادرشبو. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳: ۹۹-۸۶.

فاضلی‌کاخکی، س.ف. و گلدانی، م. ۱۳۹۷. اثر نانو ذرات اکسید روی در بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.) رقم ویلیامز تحت تنش شوری، ۲: ۲۶۸-۲۵۳.

میرشکاری، م.، عینعلی، ع. و ولیزاده، ج. ۱۳۹۶. پاسخ‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) به تنش خشکی در حضور هورمون سالیسیلیک اسید. مجله زیست‌شناسی گیاهی ایران، ۹: ۳۸-۲۱.

Jaleel, C.A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11: 100-105.

Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11:591-591.

Nekrasova, G.F., Ushakova, O.S., Ermakov, A.E., Uimin, M.A. and Byzov, I.V. 2011. Effectsof copper (II) ions and copper oxide nanoparticles on Elodea densa Planch. Russian Journal of Ecology 42, 58-463.

Sinha, A. 1972. Colorimetric assay of catalase. Analyrical Biochemistry, 47: 389-394.

Investigating the effect of copper nanoparticles on physiological characteristics and grain yield of of mallow medicinal plant under drought stress conditions

Mohsen Nasiri*[1] and Houshmand Safari[2]

[1,2]Department of Medicinal Plants, Institute of Higher Education Jahade Daneshgahi, Kermanshah, Iran

Corresponding Author: mohsen.nasiri397@gmail.com

Abstract

In order to evaluate the effect of copper nanoparticles on the properties of mallow medicinal plant under drought stress conditions, a factorial experiment in a completely randomized design with three replications using three stress levels including 0, 75 and 50% of field capacity and four nanoparticles Copper containing 0, 10, 50 and 100 mg/lit was applied under greenhouse conditions. The results showed that there was a significant difference between the levels of drought and copper nanoparticles in terms of chlorophyll a and b, carotenoids, catalase activity and grain yield at the level of one percent. Also, the interaction effect of drought stress and nanoparticles on carotenoid traits, catalase activity and plant yield was significant. With increasing drought stress, the amount of these traits decreased. Among different levels of copper nanoparticles, concentration of 50 mg/lit had the highest and 100 mg/lit had the lowest in the studied traits. The results showed that at drought stress levels, the amount of these traits decreased less due to nanoparticle concentrations.

Keywords: Chlorophyll, Dryness, Mallow, Nanoparticles