دو فصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دهم، شماره اول، بهار و تابستان 99

اثر محلول‌پاشی سیلیس بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه دارویی کلمو

(*Physorrhynchus chamaerapistrum*)

ابراهیم فانی[1*]، شکوفه حاجی هاشمی[1]

1-استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء خوزستان بهبهان،

* **مسئول مکاتبات** : **پست الکترونیکی**: **fani@bkatu.ac.ir**

(تاریخ دریافت: 28 خردادماه 1399; تاریخ پذیرش 28 شهریورماه 1399)

چکیده

با توجه به گسترش روزافزون مطالعات بر روی گیاهان دارویی و اهمیت آن‌ها در صنایع غذایی و دارویی، مطالعه حاضر بر روی گیاه دارویی کلمو (*Physorrhynchus chamaerapistrum*) صورت گرفته است. سیلیس (Si) به‌عنوان یک عنصر مفید برای بسیاری از گونه‌های گیاهی شناخته‌شده است. در مطالعه حاضر به بررسی اثر تیمار سیلیس بر روی برخی از صفات فیزیولوژیک گیاه کلمو پرداخته‌شده است. بدین منظور محلول‌پاشی گیاهان کلمو در رویشگاه طبیعی خود در منطقه بهبهان توسط غلظت‌های صفر (آب مقطر به‌عنوان گیاه شاهد)، 10 و 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم محلول‌پاشی صورت گرفت. پس از یک ماه برگ گیاهان جهت بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه به تیمار سیلیس برداشت شدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تیمار سیلیس تأثیر معنی‌داری بر روی شاخص‌های فلورسانس برگ گیاه کلمو نشان نداد درحالی‌که سبب افزایش معنی‌دار رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه شد. تیمار سیلیسی تأثیر معنی‌داری بر روی میزان کارایی فتوسیستم 2 (F_v/F_m) و کارایی فتوسیستم های 1 و 2 (PI_{ABS}) نشان نداد. میزان کلروفیل های a، b و کل و کاروتنوئیدها در گیاهان تیمار شده با سیلیس افزایش معنی‌داری را نشان دادند، درحالی‌که در شاخص‌های مذکور در تیمارهای 10 و 20 میلی مولار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد. نتایج حاصل از مطالعه حاضر حاکی از آن است که سیلیس به‌عنوان یک عنصر معدنی غیرضروری بر گیاهان می‌تواند سبب ارتقاء عملکرد میزان رنگیزه های فتوسنتزی گیاهان شود.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، رنگیزه های فتوسنتزی، عملکرد فتوسیستم ها، کربوهیدرات

مقدمه

گسترش روزافزون کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف دارویی و غذایی سبب افزایش مطالعات محققان بر روی بهبود عملکرد کشت و پرورش آن‌ها و ارتقاء محصول دهی و فراورده‌هایی دارویی گیاهان در سرتاسر جهان شده است (15). امروزه، باوجود به تولید و کاربرد فراوان داروهای مختلف شیمیایی، هنوز مصرف داروهای گیاهی دارای جایگاه ویژه‌ای در بین مردمان سرتاسر جهان است جمعیت زیادی از مردم جهان استفاده از گیاهان دارویی را بر بسیاری از داروهای شیمیایی ترجیح می‌دهند (19). بر اساس گزارش‌ها موجود، تقریباً حدود 80 درصد جمعیت جهان هنوز به درمان‌های سنتی مبتنی بر گیاه‌درمانی وابسته هستند (19). با توجه به ارزش و جایگاه مهم گیاهان دارویی در زندگی روزمره مردم و نقش بسزای آن در سلامت، در تحقیق حاضر به بررسی گیاه کلمو که یکی از گونه‌های گیاهان دارویی ارزشمند بومی کشور ایران پرداخته‌شده است.

گیاه کلمو بانام علمی (*Physorrhynchus chamaerapistrum*) از خانواده براسیکاسه (*Brassicaceae*) گیاهی است که دارای خواص دارویی بوده که کمتر موردمطالعه قرارگرفته شده است. این گیاه بیشتر در ایران و پاکستان دیده می‌شود. طبق تحقیقات صورت گرفته، از برگ و عصاره ساقه آن می‌توان قطره‌ی گوش تهیه و در درمان بیماری‌های مربوط به گوش استفاده نمود (19) . همچنین پودر دانه‌های کلمو را با شیر مخلوط کرد و بر روی جوش ها قرارداد تا سریع التیام یابند. از خمیربرگ آن نیز برای درمان زخم‌ها استفاده می‌شود (19).

سیلیس یکی از عناصر غذایی غیرضروری و مفید است که بر رشد گیاهان اثر مثبت دارد. بر اساس نوع گونه گیاهی میزان جذب سیلیس بین 0/1 درصد (گوجه‌فرنگی) تا 10 درصد (گیاه برنج) زیست‌توده گیاهی متغیر می‌باشد (2). ازنظر تغذیه معدنی گیاهان، سیلیس جزء عناصر مفید طبقه‌بندی می‌شود و یکی از نیازهای مهم برای رشد عادی گیاهان محسوب می‌شود. سیلیس در گیاهان مسئول بهبود ساختارهای گیاهی و برگ، و رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی بوده که نتیجه سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌باشد. علاوه بر این، سیلیس نقش مهمی در افزایش میزان کلروفیل و استحکام ساختار گیاه دارد (11). یکی از دلایل تأثیر مثبت سیلیس بر عملکرد گیاه ممکن است به دلیل افزایش میزان رنگیزه های فتوسنتزی در واحد سطح برگ (6، 14) و نیز افزایش کارایی فتوسیستم II باشد (16،23).

فتوسنتز یکی از فرآیند اصلی فیزیولوژیکی در گیاهان است که طی آن جذب انرژی نورانی خورشید و تبدیل آن به شکل کربوهیدرات‌ها صورت می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین و سریع‌ترین تکنیک‌ها برای ارزیابی عملکرد سیستم فتوسنتزی گیاه سنجش میزان فلورسانس کلروفیل ها است. بررسی عملکرد فتوسیستم II (PSII) نشانگر نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (F_v/F_m) است (20). شاخص PI_{ABS} نشان‌دهنده میزان کارایی فتوسیستم های I و II در شرایط محیطی مختلف است (24). عوامل مختلف محیطی از طریق تأثیر بر میزان فلورسانس کلروفیل ها و میزان رنگیزه¬های فتوسنتزی سبب تغییر میزان فتوسنتز بر سایر فرآورده های متابولیسمی مانند کربوهیدرات ها، پروتئین ها می شوند که می¬تواند با تغییرات رشد گیاه همراه باشد (4).

استفاده از تیمار سیلیکات سدیم به‌عنوان یک ترکیب معدنی سازگار با محیط زیست توأم با ممانعت از آلودگی زیست‌محیطی موردتوجه محققان است. مطالعه بر روی تیمار گیاهان دارویی به منظور امکان‌سنجی استفاده از سیلیس به‌عنوان یک عنصر مفید در بهبود عملکرد گیاهان دارویی تولید محصولات زراعی ارزشمند است. بدین منظور ترکیب سیلیکات پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی برای تیمار گیاه کلمو مورداستفاده قرار گرفت. سپس پاسخ¬های فیزیولوژیکی گیاه از قبیل فلورسانس کلروفیل ها، فتوسنتز، کربوهیدرات ها و پروتئین ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. یکی از نکات برجسته این مطالعه، بررسی رابطه میزان کلروفیل ها با فلورسانس کلروفیل ها گیاهان تحت تیمار سیلیس است که نشانگر رابطه آنها در گیاهان می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در 5 کیلومتری غرب شهرستان بهبهان در جنوب شرق استان خوزستان انجام گرفت. بر طبق داده‌های ایستگاه هواشناسی بهبهان ، متوسط بارندگی منطقه 330 میلی‌متر، ارتفاع از سطح دریا 313 متر و میانگین دمای سالیانه 24/5 درجه سانتی‌گراداست. ازلحاظ اقلیمی، منطقه‌ی بهبهان دارای اقلیم نیمه‌خشک است (22).

تیمار گیاهان با سیلیکات پتاسیم

به‌منظور محلول‌پاشی گیاهان با سیلیکات پتاسیم، یک محدوده‌ی وسیع از رویشگاه طبیعی گیاه کلمو را مشخص نموده و به‌طور تصادفی 30 بوته کلمو برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به این‌که 3 سطح محلول‌پاشی برای مطالعه حاضر در نظر گرفته‌شده بود، گیاهان به سه گروه ده‌تایی تقسیم شدند. برگ‌های 10 عدد گیاه کلمو به‌طور کامل با آب مقطر اسپری شدند که این گیاهان به‌عنوان شاهد در نظر گرفت شدند. برگ‌های 10 عدد گیاه کلمو را با محلول 10 میلی مولار سیلیکات پتاسیم و برگ‌های 10 گیاه دیگر را با محلول 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم به‌طور کامل اسپری شدند. ازآنجایی‌که هدف مطالعه حاضر بررسی بهبود عملکرد گیاهان با کمترین میزان تیمارهای مختلف گیاهی است، محلول‌پاشی با سیلیکات پتاسیم صرفاً یک‌مرتبه صورت گرفت و پس از یک ماه بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه به تیمار سیلیس صورت گرفت.

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل ها

یک ماه بعد از محلول‌پاشی سیلیس در رویشگاه طبیعی گیاه (18)، برای اندازه‌گیری حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II (F_v/F_m) و شاخص کارایی فتوسیستم های I و II (PI_{ABS}) ، از دستگاه کلروفیل فلورومتر مدل (Pocket Pea) ساخت شرکت Hansatech انگلستان استفاده شد. ابتدا برگ‌های بالغ رأسی گیاهان به مدت نیم ساعت در بین گیره‌ها و در شرایط تاریکی قرار گرفتند و سپس بااتصال محفظه دستگاه به گیره‌های متصل به برگ‌ها، Fv/Fm و PI_{ABS} توسط دستگاه اندازه‌گیری شدند (7).

بررسی رنگیزه های فتوسنتزی

از هر بوته جوان‌ترین برگ‌های بالغ و درمجموع از هر سطح محلول‌پاشی 10 برگ برداشت‌شده و سریعاً برای اندازه‌گیری صفات موردنظر به آزمایشگاه منتقل گردیدند. میزان کلروفیل های a، b، کل و نسبت کلروفیل a به b و کاروتنوئیدها

مطابق با روش لیچن تالر (12) و با استفاده از روابط 1، 2، 3 و 4 اندازه‌گیری شد. ابتدا 0/5 گرم برگ تازه با 10 میلی‌لیتر استن 80% در هاون چینی سائیده شد و سپس محلول حاصل به مدت 10 دقیقه در 3000 دور سانتریفیوژ شده و سپس جذب محلول رویی جهت تعیین رنگیزه های فتوسنتزی توسط اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های 663، 645 و 470 نانومتر قرائت گردید. جهت صفر کردن دستگاه از استن 80% استفاده شد.

رابطه 1: $Chla=12/25(A663)-2/79(A640) \times V/1000 \times W$

رابطه 2: $Chlb=21/21(A640)-5/1(A663) \times V/ 1000 \times W$

رابطه 3: $Car=1000 (A470)-1/8(Chl\ a) \times 85/02 (Chl\ b) / 198$

رابطه 4: $Chl\ T=21/21(A645)-5/1(A663)$

سنجش پروتئین‌ها: استخراج پروتئین کل با استفاده از بافر فسفات پتاسیم 0/1 مولار (pH 6.8) انجام شد. عمل عصاره گیری در بافت تر برگ و با نسبت 1:3 (1 گرم بافت برگ به 3 حجم بافر استخراج) درون حمام یخ انجام شد. سپس نمونه‌ها با سرعت 13000 دور در دقیقه به مدت 20 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شدند. مقدار پروتئین رو شناور با استفاده از روش برادفورد اندازه‌گیری شد (1). برای رسم منحنی استاندارد پروتئین‌ها ازسرم آلبومین گاوی استفاده شد.

سنجش کربوهیدرات‌های محلول: در ابتدا به‌منظور استخراج کربوهیدرات‌ها، 0/01 گرم از بافت خشک توزین شد و با 10 میلی‌لیتر آب مقطر گرم در هاون سائیده شد و با کمک کاغذ واتمن شماره 1 صاف شد. برای اندازه‌گیری هیدرات‌های کربن محلول، از روش فنل-اسید سولفوریک استفاده شد. بدین منظور، 2 میلی‌لیتر از عصاره گیاهی استخراج‌شده را با 50 میکرولیتر فنل 80% وزنی (حل‌شده در آب مقطر) مخلوط شده و سپس 5 میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آن اضافه شد. این مخلوط به مدت 10 دقیقه در دمای اتاق نگهداری شده و پس‌ازآن به مدت 20-10 دقیقه در حمام آب گرم 30-25 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس جذب محلول در 490 خوانده شد و با کمک منحنی استاندارد مربوطه میزان کربوهیدرات‌های محلول محاسبه شد (3).

آنالیزهای آماری

تمام آزمایش‌ها طبق طرح بلوک¬های کامل تصادفی انجام شد و برای هر تیمار 10 گیاه در نظر گرفته شد. به‌طورکلی 30 گیاه برای این آزمایش در نظر گرفته شد که هر 10 گیاه برای یکی از سطوح تیمارهای صفر، 10 و 20 میلی مولار سیلیکات سدیم مورداستفاده قرار گرفت. سنجش شاخص های F_v/F_m و PI_{ABS} در هر تیمار در ده تکرار از ده گیاه انجام شد. اندازه¬گیری شاخص¬های فیزیولوژیکی بر روی گیاهان برداشت‌شده صورت گرفت و بدین منظور هر سه گیاه یک تکرار در نظر گرفته شد و سنجش رنگیزه های فتوسنتزی، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها در سه تکرار انجام شدند. مقایسه میانگین داده¬ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی¬داری $P \leq 0/05$ صورت گرفت. با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2، آنالیز تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در سطح احتمال پنج درصد به کمک آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

حداکثر عملکرد فتوسیستم II (F_v/F_m)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 1)، اختلاف معنی‌داری بین شرایط معمولی (شاهد) و محلول‌پاشی ازنظر حداکثر عملکرد فتوسیستم II وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات (جدول 2) نشان داد که حداکثر عملکرد فتوسیستم II در شرایط محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد (اسپری با آب مقطر) بیشتر بود، که نشان‌دهنده‌ی اثر مثبت محلول‌پاشی سیلیس بر حداکثر عملکرد فتوسیستم II بود، اگرچه این تفاوت معنی‌دار نبود. می‌توان چنین استنباط نمود که در شرایط محلول‌پاشی سیلیس نسبت به شاهد، انتقال الکترون از کوئینون A احیاء به کوئینون B بهتر انجام می‌شود، درنتیجه تجمع کوئینون A کاهش می‌یابد که نتیجه‌ی آن افزایش حداکثر عملکرد فتوسیستم II می‌باشد. تحقیقات صورت گرفته توسط کرویس و ویز (10) بر روی گیاه کلزا نشان داد که محلول‌پاشی، Fv/Fm را افزایش داد.

کارایی فتوسیستم های I و II (PI_{ABS})

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شاهد و محلول‌پاشی ازنظر PI_{ABS} وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات (جدول 2) نشان داد که ازلحاظ کارایی فتوسیستم های I و II، محلول‌پاشی اثرات مثبتی بر روی PI_{ABS} داشت. هر عاملی که باعث افزایش حداکثر عملکرد فتوسیستم ها شود، بر روی شاخص PI_{ABS} نیز اثر مثبت می‌گذارد (13).

مقدار کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ)

تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی ازنظر مقدار کلروفیل کل وجود داشت (جدول 1). مقایسه میانگین صفات (جدول 2) نشان داد که در تیمار شاهد، مقدار کلروفیل کل در مقایسه با شرایط محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار کمتر بود که نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار میان محلول‌پاشی 10 میلی مولار با شرایط شاهد و 20 میلی مولار بود، و در کل نشان‌دهنده‌ی اثرات مثبت محلول‌پاشی سیلیس نسبت به شاهد (اسپری با آب مقطر) ازنظر میزان کلروفیل a است. تحقیقات صورت گرفته توسط شوبرت و تسچه (17) نشان داد که اثرات مثبت سیلیکون در گیاه به دلیل رسوب آن در برگ‌ها، افزایش قدرت و افزایش محتوای کلروفیل برگ در واحد سطح برگ است که به‌این‌ترتیب توانایی گیاهان برای استفاده بیشتر از نور را افزایش می‌دهند.

مقدار کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی ازنظر مقدار کلروفیل b وجود داشت. مقایسه میانگین صفات (جدول 1) نشان داد که در تیمار شاهد، مقدار کلروفیل b در مقایسه با شرایط محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار 045 کمتر بود که نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار میان محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار با شرایط شاهد بود، اما بین 10 و 20 میلی مولار تفاوت معنی‌دار نبود. تحقیقات شن و

همکاران (21) نشان داد که با افزودن تیمار سیلیکون خسارات ناشی از تنش اکسیداتیو به رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی کاهش می‌یابد.

جدول 1- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی گیاه کلمو در سطوح مختلف محلول‌پاشی سیلیس

منابع تغییرات	درجه آزادی	F_v/F_m	PI_{ABS}	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a به b	کاروتنوئید	میزان قند	میزان پروتئین
تکرار	2	0/0011^{ns}	0/036^{ns}	0/0009^{ns}	0/00071^{ns}	0/00029 ^{ns}	215/71 ^{ns}	0/34**	0/0049^{ns}	0/00010^{ns}
سطوح محلول پاشی	2	0/0034^{ns}	0/27^{ns}	0/00021*	0/00073*	0/00016*	198/77^{ns}	0/34**	0/0079^{ns}	0/0013 ^{ns}
اشتباه	4	0/0028	0/19	0/00004	/00000760	0/000019	92/23	0/27	0/01	0/00083
ضریب تغییرات (درصد)	-	2/24	10/95	8/33	6/30	6/39	6/73	1/78	18/56	3/91

*، **و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال 5 و 1% درصد و عدم معنی‌داری می باشد

مقدار کلروفیل کل و نسبت کلروفیل a به b (میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ)

همان‌طور که نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی ازنظر مقدار کلروفیل a وجود داشت. مطابق با جدول مقایسه میانگین صفات (جدول 1)، در تیمار شاهد، مقدار کلروفیل a در مقایسه با شرایط محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار کمتر بود که نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار میان محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار با شرایط شاهد و عدم تفاوت معنی‌دار بین 10 و20 میلی مولار بود. نتایج نشان داد که پاسخ گیاه کلمو به محلول‌پاشی 10 میلی مولار در مقایسه با 20 میلی مولار ازنظر رنگیزه های فتوسنتزی مثبت‌تر بود. نتایج نشان داد که برخلاف افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل ها در اثر تیمار سیلیکات سدیم، تفاوت معنی‌داری در نسبت کلروفیل های a به b در بین گیاهان شاهد با تیمارهای 10 و 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم مشاهده نشد (جدول 2).

مقدار کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ)

تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی ازنظر مقدار کاروتنوئید وجود داشت (جدول 1). در تیمار شاهد، مقدار کاروتنوئید کمتر از شرایط محلول‌پاشی 10 میلی مولار و 20 میلی مولار بود که این تفاوت معنی‌دار بود، اما بین 10 و 20 میلی مولار تفاوت معنی‌دار نبود (جدول 2). همچنین نتایج نشان داد که محلول‌پاشی 10 میلی مولار میزان کاروتنوئید را بیشتر از محلول‌پاشی 20 میلی مولار افزایش داد. تحقیقات شن و همکاران (21) نشان داد که سیلیکون باعث افزایش محتوای کلروفیل و درنهایت افزایش فتوسنتز گردید.

جدول 2- مقایسه میانگین ساده صفات فیزیولوژیکی گیاه کلمو در سطوح مختلف محلول‌پاشی سیلیس

تیمارها	F_v/F_m	PI_{ABS}	کلروفیل a (mg.gr^{-1}.Fw)	کلروفیل b (mg.gr^{-1}. Fw)	کلروفیل کل (mg.gr^{-1}. Fw)	نسبت کلروفیل a به b	کاروتنوئید (mg.gr^{-1}. Fw)	میزان قند (mg.gr^{-1}. dw)	میزان پروتئین (mg.gr^{-1}. fw)
شاهد	0/73 a	3/74 a	0/021 a	0/038 b	0/059 b	0/552 a	8/87 b	0/67 a	0/23 a
10 میلی مولار	0/75 a	3/97 a	0/026 a	0/048 a	0/073 a	0/541 a	9/53 a	0/77 a	0/23 a
20 میلی مولار	0/75 a	4/34 a	0/025 a	0/045 a	0/069 a	0/555 a	9/28 a	0/71 a	0/24 a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار نیست.

مقدار کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها

تیمار گیاهان با سیلیکات پتاسیم بر میزان کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین‌های گیاه کلمو تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول 2). میزان کربوهیدرات‌های محلول در تیمارهای 10 و 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم تفاوت معنی‌داری با گیاه شاهد نداشت. بررسی پروتئین‌ها نشان داد که تیمار سیلیس سبب تغییر معنی‌دار آن در مقایسه با گیاه شاهد نشد. میزان پروتئین‌ها در تیمارهای 10 و 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم مشابه گیاهان شاهد بود (جدول 2).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی سیلیس یکی از عناصر سودمند برای ارتقاء عملکرد گیاهان محسوب می¬شوند. بررسی اثرات تیمار سیلیکات پتاسیم حاکی از بهبود شاخص‌های رنگیزه های فتوسنتزی گیاه کلمو در تیمار سیلیس می‌باشد. نتایج نشان داد که تیمارهای 10 و 20 میلی مولار سیلیکات پتاسیم سبب افزایش رنگیزه های فتوسنتزی گیاه کلمو شدند درحالی‌که میزان افزایش مشاهده‌شده در تیمار 10 میلی مولار سیلیکات پتاسیم بیشتر از 20 میلی مولار بود که این مسئله حائز اهمیت فراوانی می‌باشد. درواقع این مسئله نشان می‌دهد که افزایش غلظت سیلیس همیشه توأم با بهبود عملکرد گیاه نیست و به‌منظور تیمار گیاهان با سیلیس در ابتدا باید به میزان غلظت مؤثر جهت بهبود رشد گیاه پی ببریم. یکی از نکات مهم دیگر حاصل از این مطالعه عدم وجود رابطه بین میزان فلورسانس کلروفیل ها و میزان کلروفیل ها است که نشان

می‌دهد افزایش کلروفیل ها همیشه توأم با افزایش کارایی فاوسیستم ها نمی‌باشد. نتایج این آزمایش زمینه را برای مطالعات بیشتر درزمینهٔ استفاده از سیلیس به‌عنوان کود معدنی مفید سازگار با محیط‌زیست به‌منظور آبیاری یا محلول‌پاشی گیاهان دارویی را فراهم نمود که نیاز به مطالعات بیشتر بر روی عملکرد گیاهان دارد تا بتوان به یک نتیجه قطعی دست‌یافت.

منابع:

1-**Bradford, M.M. 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

2 - Cherif, M.; Belanger, R. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. Plant Disease, 76: 1008-1011.

3-DuBois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.t.; Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical chemistry, 28: 350-356.

4-Gamage, D., Thompson, M., Sutherland, M., Hirotsu, N., Makino, A. and Seneweera, S. 2018. New insights into the cellular mechanisms of plant growth at elevated atmospheric carbon dioxide concentrations. Plant, Cell & Environment 41(6): 1233-1246.

5-.Hajihashemi, S.; Noedoost, F.; Geuns, J.M.C.; Djalovic, I.; Siddique, K.H.M. 2018. Effect of cold stress on photosynthetic traits, carbohydrates, morphology, and anatomy in nine cultivars of *stevia rebaudiana*. Frontiers in Plant Science.

6-Hattori, T.; Inanaga, S.; Araki, H.; An, P.; Morita, S.; Luxová, M.; Lux, A. 2005. Application of silicon enhanced drought tolerance in sorghum bicolor. Physiologia Plantarum, 123: 459-466.

7.-Kalaji, H.M.; Bosa, K.; Kościelniak, J.; Żuk-Gołaszewska, K. 2011. Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO_2 assimilation of two Syrian barley landraces. Environmental and Experimental Botany, 73: 64-72.

8-Kalaji, H.M.; Schansker, G.; Brestic, M.; Bussotti, F.; Calatayud, A.; Ferroni, L.; Goltsev, V.; Guidi, L.; Jajoo, A.; Li, P. 2017. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel. Photosynthesis Research, 132: 13-66.

9-Kalaji, H.M.; Račková, L.; Paganová, V.; Swoczyna, T.; Rusinowski, S.; Sitko, K. 2018. Can chlorophyll-a fluorescence parameters be used as bio-indicators to distinguish between drought and salinity stress in *Tilia cordata* Mill? Environmental and Experimental Botany, 152: 149-157.

10-Krause, G.H.; Weis, E. 1984. Chlorophyll fluorescence as a tool in plant physiology. Photosynthesis Research,:139-157.

11-.Li, H.; Zhu, Y.; Hu, Y.; Han, W.; Gong, H. 2015. Beneficial effects of silicon in alleviating salinity stress of tomato seedlings grown under sand culture. Acta Physiologiae Plantarum, 37: 71.

12-Lichtenthaler, H.K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Methods in enzymology. vol. 148: Elsevier- .350-382.

13-Lotfi, R.; Pessarakli, M.; Gharavi-Kouchebagh, P.; Khoshvaghti, H. 2015. Physiological responses of *Brassica napus* to fulvic acid under water stress: Chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activity. The Crop Journal, 3: 434-439.

14-Maghsoudi, K.; Emam, Y.; Pessarakli, M. 2016. Effect of silicon on photosynthetic gas exchange, photosynthetic pigments, cell membrane stability and relative water content of different wheat cultivars under drought stress conditions. Journal of Plant Nutrition, 39: 1001-1015.

15- Marwat, S.K.; Rehman, F. 2011. Medicinal folk recipes used as traditional phytotherapies in district Dera Ismail Khan, KPK, Pakistan. Pak J Bot, 43: 1453-1462.

16-.Popovic, R.; Dewez, D.; Juneau, P. 2003. Applications of chlorophyll fluorescence in ecotoxicology: heavy metals, herbicides, and air pollutants. In: *Practical applications of* chlorophyll fluorescence in plant biology. Springer;: 151-184.

17-Schobert, B.; Tschesche, H. 1978. Unusual solution properties of proline and its interaction with proteins. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects, 541: 270-277.

18-.Shafiq, S.; Akram, N.A.; Ashraf, M.; Arshad, A. 2014. Synergistic effects of drought and ascorbic acid on growth, mineral nutrients and oxidative defense system in canola (*Brassica napus* L.) plants. Acta Physiologiae Plantarum, 36: 1539-1553.

19-Shah, A.; Marwat, S.K.; Gohar, F.; Khan, A.; Bhatti, K.H.; Amin, M.; Din, N.U.; Ahmad, M. ;**Zafar, M. 2013.** Ethnobotanical study of medicinal plants of semi-tribal a 106 Makerwal & Gulla Khel (lying between Khyber Pakhtunkhwa and Punjab Provinces), Pakistan.

20.-Sharma, D. K., Fernández, J. O., Rosenqvist, E., Ottosen, C.-O. and Andersen, S. B. 2014. Genotypic response of detached leaves versus intact plants for chlorophyll fluorescence parameters under high temperature stress in wheat. Journal of plant physiology 171(8): 576-586.

21-Shen, X.; Zhou, Y.; Duan, L.; Li, Z.; Eneji, A.E.; Li, J. 2010. Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. Journal of Plant Physiology, 167: 1248-1252.

22-www.irimo.ir

23- Yordanov, I.; Velikova, V.; Tsonev, T. 2000. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. Photosynthetica, 38: 171-186.

24- Zivcak, M., Brestič, M., Olšovská, K. and Slamka, P. 2008. Performance index as a sensitive indicator of water stress in Triticum aestivum L. L. Plant Soil Environ 54(4): 133-139.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production
Vol. 10, No. 1, Spring and summer 2020

Effect of foliar application of silica on some physiological traits of (*Physorrhynchus Chamaerapistrumare* L.) medicinal plant

Ebrahim Fani[1*], Shokoofeh Hajihashemi[1]

1-Plant Biology Department, Faculty of Science, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Khuzestan, Iran

[*]Corresponding author; Email: fani@bkatu.ac.ir

(Received: 17 June 2020; Accepted: 18 September 2020)

Abstract

Based on the increasing literatures on medicinal plants and their importance in the food and pharmaceutical industries, the present study was designed to study on the medicinal plant *Physorrhynchus chamaerapistrum*. Silica (Si) is known as a beneficial element for many plant species. In the present study was designed to study on the effect of potassium silicate treatment on some physiological traits of *P. chamaerapistrumare*. In this order, foliar application of 10 and 20 mM potassium silicate and distilled water (as control plant) was applied on *P. chamaerapistrumare* in their natural habitat in Behbahan. After one month, the leaves of the plants were harvested to investigate the physiological responses of the plants to the potassium silicate treatment. Based on the results, Silica treatment had not significant effect on the leaf fluorescence indices, while it significantly increased photosynthetic pigments in *P. chamaerapistrumare*. Silica treatment did not show a significant effect on the efficiency of photosystem II (F_v / F_m) and the efficiency of both photosystems I and II (PI_{ABS}). The levels of chlorophyll a, b and total and carotenoids in silica-treated plants showed a significant increase in Silica treatment, while they did not show any differences between 10 and 20 mM of potassium silicate. The results of the present study acclaimed that silica as an unnecessary mineral element for plant can improve the photosynthetic pigments contents in plants.

Keywords: Carbohydrate, Photosystems function, Photosynthetic pigments, Protein