

ارزیابی تأثیر بهبوددهنده خاک پومیس و محلول پاشی با عصاره جلبک دریایی آکادین و استیمپلکس بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی گشنیز

لمیا وجودی مهربانی^{۱*} و امیر یونسین^۲

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پومیس (شاهد، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) و کاربرد جداگانه سطوح مختلف کودهای آکادین و استیمپلکس (عصاره جلبک) (شاهد، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی لیتر بر لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی گشنیز آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در طی سال ۱۳۹۷ اجرا شد. محتوای فنل کل، سوپراکسید دیسموتاز، منیزیم، پتاسیم، روی و فسفر تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایش قرار گرفت. تیمارهای ۳۰ تن در هکتار پومیس و کاربرد ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین و استیمپلکس موجب افزایش محتوای فنل کل گیاه شد. بالاترین محتوای کلروفیل a و b در تیمارهای ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین و ۳ و ۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس مشاهده شد. بیشترین محتوای مواد جامد محلول در تیمارهای ۳ و ۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس و ۳ میلی لیتر در لیتر آکادین مشاهده شد. تیمارهای ۳ و ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین و ۱/۵ و ۳ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس موجب افزایش وزن خشک گیاه شد. تیمار ۳۰ تن در هکتار پومیس موجب افزایش محتوای کلروفیل، فلاونوئید، پروتئین، وزن خشک بخش هوایی گیاه و محتوای ازت گیاه شد. تیمارهای ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار پومیس موجب کاهش ظرفیت مهار ۵۰ درصدی (IC₅₀) شد. در کل چنین می توان نتیجه گیری نمود که کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس و محلول پاشی با هر سه غلظت استیمپلکس نقش مهمی در رشد و بهبود صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گشنیز داشت.

واژه های کلیدی: فعالیت آنتی اکسیدانی، فلاونوئید، فنل کل، محتوای عناصر

۱. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی، آذربایجان

۲. پژوهشگر مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: vojodilamia57@yahoo.com

مقدمه

گشنیز با نام علمی *Coriandrum sativum* L. سبزی و گیاه دارویی یک ساله و علفی مهم از خانواده آبی آسه است. گشنیز دارای کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی است (۳۴). اهمیت این گیاه به دلیل اجزای موجود در اسانس آن است که از مهم‌ترین این ترکیبات می‌توان به لینالول، گاماترپن، ژرانیل استات، لیمونین و لینالول استات اشاره کرد (۷). در سال‌های اخیر از بهبود دهنده‌های خاک به منظور صرفه-جویی در مصرف آب، جلوگیری از فرسایش خاک، جلوگیری از ایجاد روان‌آب، تعدیل درجه حرارت خاک، کاهش اثر ضربات باران به سطح خاک، بهبود عناصر غذایی خاک، بهبود ساختمان خاک، تأثیر بر رشد کیفی گیاه، کنترل علف‌های هرز و در نهایت افزایش عملکرد محصول استفاده می‌شود (۱۵). پومیس ماده آتشفشانی شبیه شیشه از جنس سیلیکات آلومنیوم است و حالت کریستالی دارد. پومیس دارای حجم زیاد اما وزن کم است، که پتانسیل بالایی برای جذب آب دارد. پومیس نقش مهمی در نفوذ و حفظ رطوبت خاک دارد (۱۵ و ۲۵). در تحقیق انجام شده در ذرت مشخص شد که کاربرد ۹۰ تن در هکتار پومیس موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه شد (۲۵). در بررسی انجام شده در گلرنگ پرورش یافته در شرایط دیم مشخص شد که استفاده از پومیس در پرورش گیاه به دلیل بهبود جذب آب موجب افزایش عملکرد گیاه شد (۴۰).

با پیشرفت علم پزشکی و آشنایی بیشتر مردم با اثرات مضر کودهای شیمیایی بر سلامت انسان و اکوسیستم تمایل به استفاده از کودهای آلی و عصاره جلبک در کشاورزی رو به افزایش است (۲). کاربرد مداوم کودهای ازت، فسفر و پتاس موجب تغییر پتانسیل اسمزی خاک شده و در بلند مدت موجب ایجاد سمیت برخی مواد غذایی در گیاه و خاک می‌شود (۳۶). کودهای آلی با تعدیل pH خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها موجب افزایش تولید محصول می‌شود. عصاره جلبک دریایی حاوی مقادیر قابل توجهی ازت، فسفر و پتاسیم است این کودها علاوه بر مواد غذایی دارای مقادیر قابل توجهی محرک‌های رشد گیاهی

(اکسین، جیبرلین و سایتوکینین)، آمینو اسیدها و ویتامین‌ها هستند که نقش مهمی در رشد و عملکرد گیاه دارند (۱۳، ۳۰ و ۳۷). کود آکادین و استیمپلکس حاوی مقادیر قابل توجهی آمینو اسید، اسیدهای آلی، ازت، فسفر و پتاسیم است. فسفر نقش مثبت در رشد ریشه، گلدهی، بهبود کیفیت محصول و مقاومت در برابر بیماری‌ها را دارد (۱۶). پتاسیم نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، بیوسنتز پروتئین، فعالیت آنزیم‌ها، تنظیم آب گیاه و مقاومت در برابر تنش خشکی و شوری را دارد (۲۳). در تحقیق انجام شده در کلزا مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک نقش مهمی در افزایش محتوای ازت و عملکرد گیاه داشت. همچنین نتایج بررسی حاضر نشان داد که کاربرد عصاره جلبک راهی کم‌خطر برای افزایش محتوای ازت گیاه در خاک‌های دچار کمبود این عنصر است (۳۶). در تحقیقی روی زغال اخته مشخص شد که استفاده از عصاره جلبک (محلول‌پاشی) موجب افزایش عملکرد گیاه شد (۳۵). کاربرد خاکی کودها علاوه بر مصرف زیاد آنها و تحمیل هزینه زیاد بر بخش تولید، موجب آلودگی محیط زیست نیز می‌شود. محلول‌پاشی گیاهان روشی سریع و مقرون به صرفه در تغذیه سبزی‌های یکساله است که علاوه بر رفع نیاز گیاه، از آلودگی محیط زیست هم جلوگیری می‌کند (۲، ۳ و ۶). آهکی بودن، افزایش شوری آب و خاک در برخی مناطق کشور به همراه pH بالای خاک موجب کاهش کمیت و کیفیت محصولات تولیدی شده است. لذا به منظور جبران کاهش جذب عناصر غذایی در چنین مزارعی محلول‌پاشی گیاهان روش مؤثر در افزایش جذب عناصر غذایی است. استفاده مؤثر از رطوبت در مناطق خشک و نیم‌خشک جهان یکی از مهم‌ترین اولویت‌های بخش کشاورزی است. کاهش بارندگی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی نیز یکی دیگر از مشکلات این بخش است به همین دلیل اعمال مدیریت‌های صحیح درخصوص حفظ آب در خاک اهمیت زیادی دارد. لذا هدف از بررسی حاضر ارزیابی تأثیر پومیس و محلول‌پاشی گیاهان با کودهای استیمپلکس و کود آکادین بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه گشنیز است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کاربرد پومیس (جرم مخصوص ظاهری ۱/۳۵ گرم بر سانتی متر مکعب و جرم مخصوص حقیقی ۲/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب) به میزان صفر، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار و کودهای استیمپلکس و آکادین (عصاره جلبک دریایی) بر رشد و نمو و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گشنیز آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی در طی سال‌های ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان اجرا شد. به منظور آماده‌سازی خاک (pH حدود ۷/۲، EC حدود ۱/۲ دسی‌زیمنس بر متر، ازت ۰/۰۴ درصد، فسفر ۰/۸ درصد، پتاسیم ۰/۹ درصد و آهن ۰/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) مزرعه در پاییز شخم عمیق زده شد و در بهار، بعد از ایجاد کرت‌هایی به ابعاد ۲ در ۲ متر، مقدار پومیس لازم برای هر تیمار، با خاک مخلوط شد و با شخم عمیق وارد خاک شد. به منظور بررسی اثرات مستقل تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله کاشت گیاه از کودهای پایه در خاک استفاده نشد. از بذور محلی گشنیز (توده تبریز) برای کاشت در نیمه اول اردیبهشت‌ماه استفاده شد و در هر کرت ۴ گرم بذر در عمق نیم‌سانتی‌متری زمین کشت شد. آبیاری مزرعه به صورت غرقابی و بر حسب نیاز انجام گرفت. محلول‌پاشی گیاهان در مرحله سه برگگی با غلظت‌های صفر، ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر کودهای استیمپلکس و آکادین (Acadian seaplants, made in Canada) به صورت جداگانه انجام شد. به منظور آماده‌سازی کودها حجم‌های مورد نظر از کودها به صورت جداگانه به آب مقطر اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شد. بعد از ۱۵ روز محلول‌پاشی دوم تکرار شد. در ۱۰ تیرماه بوته‌ها همراه ریشه از خاک خارج شدند. لازم به ذکر است که به منظور حذف اثر حاشیه‌ای نمونه‌برداری از کناره‌های کرت انجام نشد.

اندازه‌گیری وزن‌تر و خشک نمونه‌ها

بعد از برداشت نمونه‌ها، بخش هوایی و ریشه گیاه جدا و در آون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته خشک شد.

نمونه‌های ریشه بعد از شستشو در آون خشک شد.

اندازه‌گیری محتوای کلروفیل

۵ میلی‌لیتر از دی متیل سولفوکساید روی ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگگی ریخته شد و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شد. سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر (T80 ساخت چین) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (۲۸).

اندازه‌گیری محتوای ترکیبات فلاونوئیدی و فنلی کل

ابتدا، ۵ گرم از برگ‌های خشک، با استفاده از متانول عصاره‌گیری شد. در مرحله بعد یک میلی‌لیتر از عصاره (حاصل از استخراج متانول)، با ۰/۲ میلی‌لیتر معرف فولن سیوکالتو و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم (دو درصد) مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (T80 ساخت چین) شد. جذب محلول رو شناور پس از گذشت ۳۰ دقیقه، در طول موج ۷۵۰ نانومتر تعیین شد. میزان فنل کل بر مبنای استاندارد اسید گالیک تعیین شد. برای اندازه‌گیری فلاونوئید ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره متانولی حاصل از روش تعیین فنل کل، با ۰/۳ میلی‌لیتر کلراید آلومینیوم ۱۰ درصد مخلوط شد و به مدت ۶ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. جذب نمونه‌ها در ۵۱۰ نانومتر به وسیله اسپکتروفتومتر تعیین شد. میزان کل فلاونوئیدها بر مبنای استاندارد روتین هیدرات محاسبه شد (۲۰).

محتوای پروتئین

۰/۵ گرم برگ تازه در ۵ میلی‌لیتر بافر تریس گلايسين به مدت ۱۰ دقیقه سائیده شد. فاز رویی جداسازی شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. روی ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئین ۵ میلی‌لیتر محلول برادفورد اضافه شد و بعد از ۱۰ دقیقه ورتکس، جذب در ۵۹۵ نانومتر قرائت شد (۹).

جدول ۱. مشخصات کودهای مورد استفاده در آزمایش

کود دآکادین	کود استیمپلکس	مواد موجود در کود
-	۰/۱٪	منیزیم
-	۱۶٪	بر
-	۰/۰۶٪	کلسیم
-	۲۵٪	آهن
-	۰/۰۱٪	سیتوکنین
۰/۲٪	۰/۰۵٪	اسید فسفریک
۱۷٪	۴/۲٪	پتاسیم
۰/۷٪	۰/۱٪	نیتروژن
۴/۴٪	-	آمینو اسید
۴٪	-	مانیتول
۱۰٪	-	آلژنیک اسید

محتوای عناصر

فسفات با pH ۸/۷ مخلوط شد و سپس عصاره به این محلول اضافه شد. نمونه‌ها ده دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در مقابل نور قرار گرفت. سپس جذب در ۵۶۰ نانومتر به مدت ۵ دقیقه با فواصل زمانی ۱۵ ثانیه قرائت شد. از روی جذب نوری مطالعه شده فعالیت آنزیم ارزیابی شد (۲۹).

مقدار عنصر پتاسیم با استفاده از روش فلاایم فتومتری، غلظت فسفر، روی و منیزیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی و محتوای ازت محلول با استفاده از روش کج‌لدال تعیین شد (۱۴).

غلظت مهار ۵۰ درصد (IC₅₀)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه به روش برنند ویلیامس (۱۰) محاسبه شد. در این روش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر مبنای پایداری DPPH ارزیابی شد. در این روش ۵/۰ میلی‌مول محلول کنترل در متانول تهیه شد. سپس از محلول کنترل در غلظت‌های مختلف به هر نمونه افزوده شد. در مرحله بعدی نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی در دمای اتاق نگهداری شد. میزان جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. سپس ارزیابی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در غلظت‌های مختلف نمونه‌ها به منظور دسترسی به IC₅₀ انجام شد.

تجزیه داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری

محتوای مواد جامد محلول کل

از رفرکتومتر دستی (Erma, Tokyo, Japan) برای اندازه‌گیری محتوای مواد جامد محلول استفاده شد.

سنجش محتوای سوپراکسید دیسموتاز

ابتدا ۵/۰ گرم از برگ گیاه توسط ازت مایع در هاون چینی سائیده شد. روی دو میلی‌لیتر عصاره مخلوط ۶۰۷/۰ گرم تریس به همراه ۵/۰ گرم پلی‌ونیل پرولیدن که در ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شده بود و pH آن روی ۸ (به کمک اسید کلریدریک) تنظیم شد اضافه شد. سپس حجم مخلوط با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. در مرحله بعدی ۳۳ میکرومول نیتروبلوتترازولایوم، ۱۰ میلی‌لیتر ال-متیونین، ۶۶/۰ میلی‌مول EDTA و ۳/۳ میکرومول ریبوفلاوین در ۵۰ میلی‌مول بافر

MSTATC مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD (در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان‌دهنده تأثیر مستقل تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گیاه، ارتفاع گیاه، محتوای کلروفیل، مواد جامد محلول، محتوای پروتئین، فلاونوئید، غلظت مهار ۵۰ درصدی و محتوای ازت بود ($P \leq 1\%$) (جدول ۲ و ۳). محتوای فنل کل، سوپراکسید دیسموتاز، منیزیم، روی، فسفر و پتاسیم تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P \leq 1\%$) (جدول ۳).

وزن خشک ریشه و بخش هوایی گیاه

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان‌دهنده اثرات مستقل پومیس و تیمار محلول پاشی بر وزن خشک گیاه است. بیشترین وزن خشک گیاه در تیمار محلول پاشی با ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر استیمپلکس و ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر بر لیتر کود آکادین مشاهده شد. بالاترین وزن خشک ریشه در تیمارهای محلول پاشی با ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر کود استیمپلکس به میزان ۱۱/۶ و ۱۲/۶ گرم مشاهده شد (جدول ۴). پومیس مورد استفاده نقش مهمی در افزایش وزن خشک ریشه داشت. تیمار ۳۰ تن در هکتار پومیس موجب افزایش وزن خشک ریشه به ۱۱ گرم و وزن خشک گیاه به ۳۴ گرم شد که نشان‌دهنده افزایش ۴۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد بود (جدول ۵). پومیس به دلیل داشتن بافت متخلخل و سبک، خاصیت بالای جذب آب و بهبود شرایط خاک موجب افزایش رشد ریشه گیاه شد. با افزایش رشد ریشه جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه افزایش یافت (۴۰). نتایج مشابهی در خصوص افزایش عملکرد گیاه به دلیل بهبود جذب آب در اثر کاربرد پومیس در ذرت (۲۵) و گلرنگ (۴۰) گزارش شد. نتایج بررسی‌های انجام‌شده در سلوی (۱۱)، اسفناج (۳۰) و شنبلیله (۳۳) نشان داد که تیمار گیاهان با عصاره جلبک موجب افزایش عملکرد گیاه شد. بر اساس نتایج حاصل از بررسی حاضر، محلول‌پاشی گیاه با عصاره

جلبک موجب افزایش محتوای عناصر غذایی در گیاه و محتوای کلروفیل گیاه شد (جدول ۴ و ۶). افزایش در محتوای کلروفیل گیاه نقش مهمی در فرایند فتوسنتز دارد. استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی پایدار با کاهش آلودگی محیط زیست موجب بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش بیوماس گیاه شد (۳۳). شاید افزایش در رشد و نمو گیاه در اثر کاربرد پومیس و کودهای زیستی به دلیل تعادل آب موجود در خاک، دسترسی بهتر گیاه به مواد غذایی و بهبود وضعیت هورمونی گیاه باشد که با افزایش تقسیم سلولی و بهبود فتوسنتز موجب افزایش رشد گیاه شد (۳۳ و ۴۰).

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه تحت تأثیر تیمار محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲) و تمام سطوح محلول‌پاشی با استیمپلکس و ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر آکادین موجب افزایش ارتفاع گیاه شد (جدول ۴). با توجه به اینکه بین غلظت‌های تیمار استیمپلکس تفاوتی در افزایش ارتفاع گیاه مشاهده نشد، لذا غلظت ۱/۵ میلی‌لیتر در لیتر استیمپلکس برای محلول‌پاشی پیشنهاد می‌شود. در بررسی انجام شده در گشنیز مشخص شد که محلول‌پاشی با استیمپلکس موجب افزایش ارتفاع گیاه شد (۳۸). نتایج مشابهی در خصوص افزایش ارتفاع گیاه در اثر کاربرد عصاره جلبک توسط شهریان و همکاران (۳۵) گزارش شد که شاید دلیل آن تأثیر هورمون‌های موجود در عصاره، همراه با مواد غذایی (ازت، فسفر، پتاسیم، منگنز و ...) موجود در آنها بر رشد گیاه باشد. نتایج بررسی انجام شده در اسفناج نشان داد که محلول‌پاشی با عصاره جلبک و پروتئین هیدرولیزات موجب افزایش رشد و عملکرد اسفناج شد (۳۰). در کل چنین می‌توان عنوان کرد که تغذیه مناسب گیاه با کودهای زیستی موجب بهبود رشد گیاه می‌شود (۱۱).

محتوای کلروفیل

محتوای کلروفیل تحت تأثیر اثرات مستقل تیمارهای آزمایشی

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر پومیس و محلول پاشی با کودهای آکادین و استیمپلکس بر صفات رشدی، محتوای کلروفیل، مواد جامد محلول و محتوای پروتئین گشنیز

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک بخش هوایی	ارتفاع گیاه	محتوای کلروفیل a	محتوای کلروفیل b	محتوای مواد جامد محلول	محتوای پروتئین
تکرار	۲	۸/۹ ^{ns}	۲۱۰ ^{**}	۷۱ ^{**}	۰/۳ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۹۷ ^{**}
بهبود دهنده خاک (پومیس)	۲	۷۴ ^{**}	۱۳۱۴ ^{**}	۳۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱/۶۱ ^{**}	۰/۰۹ ^{ns}	۱۶۵ ^{**}
محلول پاشی برگ	۶	۹۳ ^{**}	۸۱۹ ^{**}	۱۱۳ ^{**}	۰/۹۸ ^{**}	۲/۱ ^{**}	۱/۹ ^{**}	۲۰۱ ^{**}
محلول پاشی برگ × پومیس	۱۲	۸/۶ ^{ns}	۹۸ ^{ns}	۳۷ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱۵ ^{ns}
اشتباه	۴۰	۹/۱	۵۹	۵۱	۰/۰۷۱	۱/۵۶	۰/۰۹	۱۳
CV%		۹/۴۳	۱۰/۰۱	۱۲/۰۷	۱۱/۱۴	۱۰/۱۹	۹/۸۷	۱۱/۲۱

ns و * و ** به ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد هستند.

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر پومیس و محلول پاشی با کودهای آکادین و استیمپلکس بر محتوای عناصر، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، ظرفیت IC₅₀، محتوای فنل و فلاونوئید کل در گشنیز

منابع تغییرات	درجه آزادی	فعالیت سوپراکسید دیسموتاز	محتوای فنل کل	محتوای فلاونوئید	ظرفیت آنی اکسیدانی IC ₅₀	محتوای ازت	محتوای پتاسیم	محتوای فسفر	محتوای منیزیم	محتوای روی
تکرار	۲	۱۳۶۱ [*]	۳۴۱ ^{**}	۱۱۲ ^{**}	۰/۰۸ ^{**}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{**}	۰/۱۱ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۳۶ ^{ns}
بهبود دهنده خاک (پومیس)	۲	۱۲۴۲۱ ^{**}	۱۴۸۳ ^{**}	۱۵۹ ^{**}	۱/۳۴ ^{**}	۱/۷ ^{**}	۰/۱۹ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۹۴ [*]
محلول پاشی برگ	۶	۱۳۴۱۱ ^{**}	۶۵۱ ^{**}	۳۳۱ ^{**}	۱/۴۷ ^{**}	۱/۱۴ ^{**}	۰/۰۳۸ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۰/۱۳ ^{**}	۲۱۸ ^{**}
محلول پاشی برگ × پومیس	۱۲	۲۷۰۰ ^{**}	۱۱۷ [*]	۱۷ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۱/۳ ^{**}	۱/۱۸ ^{**}	۰/۰۹ ^{**}	۱۰۹ ^{**}
اشتباه	۴۰	۱۶۸۹	۴۳	۸/۲	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۱۷
CV%		۱۱/۴۸	۱۰/۵۸	۸/۹۹	۱۱/۲۷	۱۱/۳۵	۱۵/۲۵	۱۰/۸۸		۱۰/۲۹

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر تیمار محلول پاشی با غلظت‌های مختلف آکادین و استیمپلکس بر برخی صفات فیزیولوژیک گشنیز

محتوای ازت (%)	محتوای ازت	محتوای کلروفیل a (mg g ⁻¹ FWt)	محتوای کلروفیل b (mg g ⁻¹ FWt)	محتوای کلروفیل (mg g ⁻¹ FWt)	ارتفاع گیاه (cm)	وزن خشک بخش هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)	محلول پاشی
۱/۳ ^b	۳ ^a	۵/۸ ^b	۱۹ ^b	۵/۵ ^b	۱۴ ^b	۱۷ ^c	۵/۸ ^c	شاهد
۱/۴ ^b	۳ ^b	۷/۵ ^{ab}	۲۱ ^b	۵/۶ ^b	۱۹ ^b	۳۵ ^b	۱۱/۳ ^{ab}	۱/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱/۸ ^b	۱/۸ ^b	۱۲/۶ ^a	۲۵ ^b	۵/۸ ^{ab}	۲۷ ^a	۴۹ ^a	۱۱/۳ ^{ab}	۳ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱/۸ ^b	۱/۸ ^b	۱۳/۴ ^a	۲۶ ^b	۱/۱ ^a	۳۳ ^a	۴۷ ^{ab}	۱۵/۹ ^b	۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۲/۳ ^a	۱/۶ ^b	۸ ^b	۳ ^a ab	۵/۶ ^b	۲۷ ^a	۴۷ ^{ab}	۱۱/۶ ^{ab}	۱/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲/۳ ^a	۱/۶ ^b	۱۳/۱ ^a	۳۱ ^a	۵/۹ ^a	۲۸ ^a	۵ ^a ab	۱۲/۶ ^{ab}	۳ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲/۴ ^a	۱/۸ ^b	۱۳/۳ ^a	۲۹ ^{ab}	۵/۸ ^{ab}	۳۵ ^a	۳۹/۹ ^b	۱۵/۵ ^b	۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۵/۴۱	۵/۴۶	۱/۳۴	۸/۷۳	۵/۵۸	۶/۶۹	۴/۸۱	۳/۴۶	LSD (%)

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۵. مقایسه میانگین تأثیر پومیس بر صفات رشدی و برخی صفات فیزیولوژیک گشنیز

محتوای ازت (%)	IC ₅₀ (%)	محتوای فلاونوئید (mg g ⁻¹ DWt)	محتوای پروتئین (mg g ⁻¹ FWt)	محتوای کلروفیل b (mg g ⁻¹ FWt)	محتوای کلروفیل a (mg g ⁻¹ FWt)	محتوای کلروفیل (mg g ⁻¹ FWt)	وزن خشک بخش هوایی (g)	وزن خشک ریشه (g)	بهبوددهنده خاک (تن در هکتار)
۱/۳ ^c	۱/۹ ^a	۶/۴ ^b	۱۳ ^c	۵/۳ ^c	۱/۱ ^b	۱۸ ^b	۵ ^c	۵ ^c	شاهد
۲/۸ ^a	۱/۳ ^b	۱۱ ^a	۴۱ ^a	۵/۸ ^a	۱/۸ ^a	۳۴ ^a	۱۱ ^a	۳ ^a	۳۰
۱/۸ ^b	۱/۴ ^b	۸ ^b	۳۴ ^b	۵/۵ ^b	۱/۱ ^b	۳۱ ^b	۹ ^b	۶ ^a	۶۰
۵/۷۲	۵/۳۷	۱/۹۰	۱/۹۶	۵/۵۷	۵/۵۹	۶/۵۸	۱/۱۳	LSD (%)	

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار پومیس و سطوح مختلف محلول پاشی با آکادین و استیمپلکس بر محتوای فنل کل، فعالیت سوپراکسید دیسموتاز، محتوای فنل کل، محتوای پتاسیم، محتوای فسفر، روغن، پتاسیم و منیزیم گشنیز

محتوای روغن (mg Kg ⁻¹ DWt)	محتوای منیزیم (%)	محتوای فسفر (%)	محتوای پتاسیم (%)	محتوای فنل کل (mg g ⁻¹ DWt)	فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (unit ⁻¹ mg Protein)	تیمار
۱۳ ^c	۰/۱۲ ^{cd}	۰/۳ ^c	۱/۱ ^c	۲۷ ^g	۳/۸۴ ^c	بدون خاکپوش و بدون محلول پاشی
۱۳/۶ ^c	۰/۱۲ ^{cd}	۰/۳۳ ^c	۱/۱ ^c	۲۹ ^g	۳/۸۷ ^c	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × بدون محلول پاشی
۱۳/۱ ^c	۰/۱۱ ^d	۰/۳۷ ^c	۱/۲ ^c	۳۴ ^f	۳/۹۱ ^c	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × بدون محلول پاشی
۱۵ ^{bc}	۰/۱۳ ^c	۰/۳۷ ^c	۱/۶ ^b	۴۷ ^f	۴/۰۵ ^c	بدون خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۹ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۴۲ ^b	۱/۸ ^{ab}	۵۸ ^f	۴/۲۹ ^b	بدون خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۵ ^{bc}	۰/۱۳ ^c	۰/۴۷ ^{ab}	۲ ^a	۹۳ ^b	۴/۴۳ ^{ab}	بدون خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۹ ^b	۰/۱۶ ^{ab}	۰/۳۳ ^c	۱/۵ ^b	۶۳ ^c	۳/۹۶ ^b	بدون خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲۳ ^a	۰/۱۷ ^{ab}	۰/۴۱ ^b	۱/۸ ^{ab}	۶۷ ^c	۴/۲۷ ^b	بدون خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲۴ ^a	۰/۱۹ ^a	۰/۴۵ ^b	۱/۵ ^b	۷۶ ^d	۴/۵۱ ^a	بدون خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۱۹ ^b	۰/۱۵ ^b	۰/۴۷ ^{ab}	۱/۹ ^{ab}	۸۴ ^c	۳/۴ ^{ab}	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۲۲ ^a	۰/۱۷ ^{ab}	۰/۴۳ ^b	۱/۶ ^b	۹۶ ^b	۴/۱۱ ^b	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر آکادین
۲۱/۵ ^a	۰/۱۹ ^a	۰/۴۹ ^{ab}	۱/۶ ^b	۱۱۳ ^a	۴/۲۹ ^b	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۷ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۴۸ ^{ab}	۱/۸ ^{ab}	۷۸ ^d	۴/۶۱ ^a	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۱۹ ^b	۰/۱۷ ^{ab}	۰/۵۱ ^a	۱/۸ ^{ab}	۹۵ ^b	۴/۹۷ ^a	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲۲ ^a	۰/۱۹ ^a	۰/۴۶ ^{ab}	۲/۱ ^a	۱۰۹ ^a	۴/۶۹ ^a	۳۰ تن در هکتار خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۱۸ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۴۲ ^b	۱/۸ ^{ab}	۸۹ ^{bc}	۴/۲۱ ^b	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۹ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۴۷ ^{ab}	۱/۸ ^{ab}	۸۶ ^c	۴/۳۹ ^{ab}	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر آکادین
۱۹ ^b	۰/۱۴ ^b	۰/۴۳ ^b	۱/۷ ^b	۸۴ ^c	۴/۵۱ ^a	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر آکادین
۲۳ ^a	۰/۱۵ ^b	۰/۴۹ ^{ab}	۱/۹ ^{ab}	۹۷ ^b	۴/۲۱ ^b	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۱/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲۵ ^a	۰/۱۵ ^b	۰/۵۲ ^a	۱/۹ ^{ab}	۹۴ ^b	۴/۲۸ ^b	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۳ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۲۱ ^a	۰/۱۴ ^b	۰/۴۸ ^{ab}	۱/۶ ^b	۹۱ ^b	۴/۳۱ ^b	۶۰ تن در هکتار خاکپوش × ۴/۵ میلی لیتر در لیتر استیمپلکس
۶/۱۱	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۶۷	۱۲/۱۸	۱۱/۸۷	LSD (%)

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون LSD است.

جلبک محتوای مواد جامد محلول در گیاه افزایش یافت (۳۲). چنین به نظر می‌رسد که افزایش فتوسنتز گیاه در اثر محلول‌پاشی با عصاره جلبک نقش مهمی در افزایش رشد و محتوای مواد جامد محلول در گیاه داشته باشد.

محتوای پروتئین

هر سه سطح محلول‌پاشی با استیمپلکس موجب افزایش محتوای پروتئین شد (جدول ۴). تیمار ۳۰ تن در هکتار پومیس موجب افزایش محتوای پروتئین گشتیز به ۴۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گیاه شد (جدول ۵). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای پروتئین، فنل کل، ازت و فسفر مشاهده شد (جدول ۷). در بررسی انجام شده توسط پاندا و همکاران، (۲۷) مشخص شد که محرک‌های زیستی موجود در عصاره جلبک نقش مهمی در افزایش جذب مواد غذایی، بیوسنتز آنزیم‌های لازم برای تولید پروتئین‌ها و تحریک رشد در گیاه را دارند. نتایج مشابهی در خصوص استفاده از عصاره جلبک بر افزایش محتوای پروتئین در ذرت و بادام زمینی گزارش شده است (۳۱ و ۲۶). در بررسی انجام شده در کنگرفرنگی (۳۲) و سیب‌زمینی (۱) مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک در پرورش گیاه موجب افزایش محتوای آمینواسیدها در گیاه شد. کسراجان و نقواجو (۱۷) و شکری و همکاران (۳۶) عنوان کردند که استفاده از مالچ پلاستیکی با کاهش رشد علف هرز، کاهش مصرف آب، افزایش توان ریشه در جذب عناصر غذایی و افزایش کارایی میکروارگانیسم‌های خاک موجب افزایش عملکرد و محتوای پروتئین گیاه شد.

فعالیت سوپراکسید دیسموتاز

بیشترین فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در تیمار بدون کاربرد خاکی پومیس با محلول پاشی ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین و استیمپلکس، تیمار ۳۰ تن در هکتار پومیس در هر ۳ سطح محلول‌پاشی با استیمپلکس و تیمار ۶۰ تن در هکتار کاربرد خاکی پومیس با غلظت‌های ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین مشاهده شد (جدول ۶). فعالیت سوپراکسید دیسموتاز

قرار گرفت (جدول ۲). محلول‌پاشی گیاه با ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین و ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر استیمپلکس موجب افزایش محتوای کلروفیل a و b شد (جدول ۴). کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس موجب افزایش ۵۴ درصدی محتوای کلروفیل a و ۵۷ درصدی کلروفیل b نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۵). افزایش در محتوای کلروفیل در اثر کاربرد کود استیمپلکس در گشنیز گزارش شد (۳۸). در بررسی انجام‌شده در پیاز (۴)، سیب‌زمینی (۱) و کنگرفرنگی (۳۲) مشخص شد که محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی موجب افزایش محتوای کلروفیل و عملکرد گیاه شد. استفاده از کودهای زیستی علاوه بر تامین عناصر غذایی شرایط را برای جذب سایر ریزمغذی‌ها فراهم کرده و موجب افزایش رشد رویشی، افزایش عملکرد گیاه به دلیل افزایش فتوسنتز در گیاه شد (۶، ۱۹ و ۳۷). بر اساس نتایج حاصل از بررسی حاضر، کاربرد تیمارهای مورد استفاده در محلول‌پاشی به همراه تقویت‌کننده خاک پومیس نقش مهمی در افزایش محتوای عناصر گیاه، مخصوصاً منیزیم، داشت (جدول ۶). منیزیم نقش اساس در ساختار مولکول کلروفیل دارد و به نظر می‌رسد افزایش تولید کلروفیل در گیاه در ارتباط با دسترسی مناسب گیاه به مواد غذایی و رطوبت مناسب در خاک باشد که به تحرک عناصر غذایی در خاک کمک می‌کند.

محتوای مواد جامد محلول کل

بیشترین محتوای مواد جامد محلول در تیمارهای ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر استیمپلکس و ۳ میلی‌لیتر در لیتر آکادین مشاهده شد (جدول ۴). محتوای مواد جامد محلول همبستگی مثبت با محتوای کلروفیل a و فنل کل داشت (جدول ۷). در تحقیق انجام شده در گشنیز (۳۸)، سیب‌زمینی (۱) و سلوی (۱۱) مشخص شد که کاربرد پومیس و عصاره جلبک موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول شد. نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای مواد جامد محلول در اثر محلول‌پاشی شاهی با عصاره جلبک گزارش شد (۳۹). در تحقیق انجام شده در کنگرفرنگی مشخص شد که تحت محلول‌پاشی عصاره

جدول ۷. ضرایب همبستگی تأثیر کاربرد خاکی پومیس و محلول پاشی با کود استیمپلکس و آکادین بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گشنیز (ضرایب همبستگی به روش پیرسون اندازه گیری شد).

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱	۱															
۲	۰/۵۱**	۱														
۳	۰/۶۶**	۰/۵۸**	۱													
۴	۰/۶۱**	۰/۵۶**	۰/۲۹	۱												
۵	۰/۳۴**	-۰/۸۷**	۰/۵*	۰/۱۵	۱											
۶	۰/۶۰**	-۰/۷۱**	-۰/۷۱**	-۰/۷*	-۰/۳*	۱										
۷	۰/۶۱*	۰/۷۹**	۰/۶۰	۰/۸۸**	۰/۰۹*	-۰/۸۲**	۱									
۸	۰/۶۵**	۰/۴۷**	۰/۵۸**	۰/۸۴**	۰/۴۱*	-۰/۶۱**	۰/۸۹**	۱								
۹	۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۵۲**	۰/۷۸**	۰/۰۹*	۰/۵۹**	۰/۸۴**	۰/۴۱**	۱							
۱۰	۰/۶۸**	۰/۷۵**	۰/۶۱**	۰/۶۱**	۰/۴۹*	۰/۷۰**	۰/۸۹**	۰/۷۳**	۰/۸۴**	۱						
۱۱	۰/۵۲**	۰/۷۱*	۰/۴۶**	۰/۳۶**	۰/۱۷*	-۰/۶۰**	۰/۶۹**	۰/۳۲**	۰/۵۶**	۰/۵۹**	۱					
۱۲	۰/۴۶**	۸/۶۹**	۰/۶۱**	۰/۳۸*	۰/۰۹*	-۰/۶۰**	۰/۷۰**	۰/۴۰**	۰/۴۷**	۰/۸۹**	۰/۴۹**	۱				
۱۳	۰/۷۶**	۰/۸۹**	۰/۵۸**	۰/۴۵**	۰/۱۹*	-۰/۵۰**	۰/۸۱**	۰/۶۴**	۰/۶۸**	۰/۷۹**	۰/۴۳**	۰/۷۶**	۱			
۱۴	۰/۵۶*	۰/۵۵**	۰/۴۶**	۰/۷۲*	۰/۰۹*	-۰/۷۰**	۰/۸۳**	۰/۳۴**	۰/۳۹**	۰/۵۸**	۰/۴۸**	۰/۵۶**	۰/۵۱**	۱		
۱۵	۰/۵۱**	۰/۴۷**	۰/۴۹**	۰/۶۴**	۰/۲۹*	-۰/۵۰**	۰/۶۱**	۰/۵۹**	۰/۴۴**	۰/۶۹**	۰/۲۸*	۰/۴۹**	۰/۷۱**	۰/۵۳*	۱	
۱۶	۰/۶۵**	۰/۵۱**	۰/۴۸**	۰/۷۷**	۰/۸۸**	-۰/۰۹*	۰/۶۸**	۰/۷۰**	۰/۶۹**	۰/۶۹**	۰/۲۷*	۰/۷۶**	۰/۶۸**	۰/۴۸**	۰/۸۱**	۱

۱- وزن خشک ریشه، ۲- وزن خشک بخش هوایی گیاه، ۳- ارتفاع گیاه، ۴- محتوای کلروفیل Chl_{a+b} ، ۵- محتوای کلروفیل Chl_{a+b} ، ۶- IC_{50} ، ۷- محتوای فنل کل، ۸- محتوای فلاونوئید، ۹- محتوای مواد جامد محلول کل،

۱۰- محتوای ازت، ۱۱- محتوای فسفر، ۱۲- محتوای پتاسیم، ۱۳- محتوای پروتئین، ۱۴- محتوای سوپراکسید دیسوتاز، ۱۵- محتوای روی، ۱۶- محتوای منیزیم

* و ** به ترتیب به معنی وجود اختلاف معنی دار آماری در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

گیاهان دارند (۳ و ۸). فلاونوئیدها، زیرگروه‌های ترکیبات فنلی است و موجب محافظت گیاهان در مقابل تنش‌های زیستی و غیرزیستی (تابش نور فرابنفش) می‌شوند (۳). پومیس نقش مهمی در حفظ رطوبت خاک داشته و با بهبود جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه موجب بهبود فتوسنتز و اختصاص مواد کربوهیدراته بیشتری به سمت تولید ترکیبات فنلی می‌شود (۱۷ و ۳۶).

غلظت مهار ۵۰ درصدی (IC₅₀) گشنیز

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول ۵ بهترین محتوای IC₅₀ گشنیز در کاربرد خاکی ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار پومیس حاصل شد. تمام سطوح محلول‌پاشی با کودهای زیستی به غیر از تیمار شاهد موجب بهبود IC₅₀ در گیاه شد (جدول ۴). کاربرد عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فنل، فلاونوئید و خاصیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه کنگرفرنگی شد (۵). نقی و اوکیما تو (۲۴) گزارش کردند که عصاره جلبک از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است و دارای اثر بازدارندگی بر رادیکال‌های آزاد است. افزایش در خاصیت آنتی‌اکسیدانی سیب‌زمینی (۱) و اسفناج (۱۳) در اثر استفاده از عصاره جلبک گزارش شده است. ترکیبات تنظیم‌کننده زیستی نقش مهمی در کنترل و تسریع فرایندهای فیزیولوژیکی داشته و با افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش می‌شود (۱۱). به نظر می‌رسد که تامین آب کافی در طی رشد گیاه با ممانعت از ایجاد استرس آبی به حفظ پتانسیل رشدی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کمک می‌کند.

محتوای ازت، فسفر و پتاسیم

محتوای پتاسیم و فسفر تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و محتوای ازت تحت تأثیر اثرات مستقل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول ۳). ۳۰ تن در هکتار پومیس موجب افزایش ۱۵ درصدی محتوای ازت نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۵) و هر ۳ سطح محلول‌پاشی با

همبستگی مثبت و معنی‌داری با محتوای کلروفیل a و فنل کل داشت (جدول ۷). افزایش در فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در اثر کاربرد جلبک در سیب‌زمینی (۱) و جعفری (۳) گزارش شده است. گیاهان در طی مراحل مختلف رشد تحت تأثیر انواع تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند. وجود سیستم دفاع آنتی-اکسیدانی (مخصوصاً آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز) نقش مهمی در کاهش اثرات مضر تنش‌های محیطی در گیاهان را دارند. افزایش بیوسنتز سوپراکسید دیسموتاز در اثر محلول-پاشی با عصاره جلبک نقش مهمی در حفاظت از فعالیت‌های متابولیکی سلول و تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاه در برابر تنش‌ها و رادیکال‌های آزاد تولید شده در سلول را دارد (۳). سوپراکسید دیسموتاز نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های سوپراکسید در گیاه و تبدیل آنها به پراکسید هیدروژن را دارد و به این طریق به کاهش اثرات تنش‌های محیطی در گیاهان کمک می‌کند.

محتوای فنل کل و فلاونوئید

کاربرد خاکی ۳۰ تن در هکتار پومیس همراه با ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین و استیمپلکس موجب افزایش محتوای فنل کل گیاه شد (جدول ۶). محتوای فنل کل همبستگی مثبت با وزن خشک گیاه، محتوای کلروفیل a و همبستگی منفی با محتوای IC₅₀ داشت (جدول ۷). محتوای فلاونوئید همبستگی مثبت با محتوای کلروفیل a و فنل کل گشنیز داشت (جدول ۷). افزایش در محتوای فنل کل و فلاونوئید در گشنیز در اثر کاربرد خاک‌پوش و محلول‌پاشی با استیمپلکس گزارش شد (۳۸). در بررسی انجام شده در باقلا (۱۳)، سلوی (۱۱)، ریحان (۳۷) سیب‌زمینی (۱) مشخص شد که استفاده از عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فنل و فلاونوئید کل در گیاهان مذکور می‌شود. بررسی‌ها نشان داد که ترکیبات فنلی نقش بسیار مهمی در جذب یون، رشد سلول، تقسیم سلول، تمایز سلول، برقراری توازن بین منبع و مخزن، ایجاد تعادل هورمونی، بهبود فتوسنتز، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، تعرق و هدایت روزنه‌ای در

میکروارگانسیم‌های خاکری داشته و موجب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه شدند (۳۷). یکی از روش‌های کاربردی مهم در علوم آب و خاک استفاده کارآمد از پومیس به منظور حفظ رطوبت در خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. این ترکیبات پتانسیل بالایی برای جذب و نگهداری آب در مدت کوتاهی را داشته و می‌توانند در شرایط کمبود آب، آن را به تدریج آزاد و در اختیار گیاه قرار دهند (۴۰). در تحقیق انجام‌شده در ذرت (۱۸ و ۲۲) مشخص شد که کاربرد توام ماده آلی و سوپر جاذب موجب افزایش عملکرد ذرت شد، شاید ذخیره مناسب آب در خاک در اثر کاربرد پومیس نقش مهمی در تحرک مواد غذایی در خاک داشته و به این طریق به بهبود رشد و جذب عناصر غذایی کمک می‌کند.

محتوای منیزیم و روی گیاه

بالاترین محتوای منیزیم در تیمار بدون کاربرد خاکی پومیس در هر ۳ سطح محلول‌پاشی با استمپلکس، کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس همراه با محلول‌پاشی ۴/۵ و ۳ میلی‌لتر در لیتر آکادین و استمپلکس مشاهده شد (جدول ۶). همبستگی مثبت بین محتوای منیزیم، با محتوای کلروفیل، فنل و فلاونوئید کل، مواد جامد محلول، ازت، پتاسیم، پروتئین و روی مشاهده شد (جدول ۷). افزایش در محتوای عناصر غذایی و منیزیم در اثر استفاده از عصاره جلبک در انبه گزارش شد (۱۲). عصاره جلبک حاوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است که موجب بهبود رشد گیاه و محتوای عناصر در گیاه می‌شود (۱). محلول‌پاشی اسفناج با عصاره جلبک موجب افزایش محتوای منیزیم و پتاسیم در گیاه شد (۳۰). منیزیم نقش مهمی در بیوسنتز کلروفیل، بهبود فتوسنتز و فعالیت آنزیمی گیاه دارد. در بررسی حاضر چنین به نظر می‌رسد که استفاده از پومیس به همراه عصاره جلبک موجب افزایش جذب عناصر توسط گششیز شد.

بیشترین محتوای روی در تیمارهای بدون کاربرد پومیس همراه با محلول‌پاشی با ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر استمپلکس،

استمپلکس موجب افزایش محتوای ازت نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴). بالاترین محتوای فسفر در تیمارهای بدون کاربرد پومیس با محلول‌پاشی ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین، کاربرد خاکی ۳۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۱/۵ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین، کاربرد خاکی ۳۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر استمپلکس، کاربرد خاکی ۶۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر استمپلکس و آکادین مشاهده شد (جدول ۶). تیمارهای بدون کاربرد خاکی پومیس با محلول‌پاشی ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین، تیمار بدون کاربرد خاکی پومیس با محلول‌پاشی ۳ میلی‌لیتر در لیتر استمپلکس، کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۱/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین، ۳۰ تن در هکتار پومیس در هر ۳ سطح محلول‌پاشی با استمپلکس، کاربرد خاکی ۶۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۱/۵ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر استمپلکس و آکادین موجب افزایش محتوای پتاسیم گیاه شد (جدول ۶). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای ازت، وزن خشک بخش هوایی گیاه، محتوای فنل کل، فلاونوئید و محتوای مواد جامد محلول مشاهده شد (جدول ۷). نتایج بررسی انجام شده در کنگر فرنگی (۳۲)، کلزا (۳۶) و سیب‌زمینی (۱) نشان‌دهنده افزایش محتوای ازت، فسفر و پتاسیم گیاه در اثر کاربرد عصاره جلبک بود. در تحقیق انجام شده در گششیز مشخص شد که واکنش متقابل استمپلکس و خاکپوش سیاه موجب افزایش محتوای نیتروژن و فسفر در گششیز شد. سائتوکنین موجود در کود نقش مهمی در تحرک و تقسیم‌بندی عناصر غذایی در گیاه دارد (۳۸). نتایج بررسی انجام شده در پیاز (۴)، اسفناج (۳۰) و ریحان (۲۱) در خصوص کاربرد عصاره جلبک، نشان داد که عصاره جلبک موجب افزایش عملکرد گیاه، محتوای ازت، فسفر و پتاسیم در گیاه شد. نیتروژن تأثیر مثبت بر رشد و عملکرد گیاه، تامین ازت لازم برای تشکیل مولکول کلروفیل، پروتئین و اسیدهای آمینه دارد (۴). کودهای زیستی به دلیل دارا بودن محرک‌های رشدی نقش مهمی در تحریک

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس و محلول‌پاشی با کود استیمپلکس و آکادین بر صفات مورد مطالعه بود. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر چنین به نظر می‌رسد که تأثیر کود استیمپلکس به دلیل دارا بودن محرک‌های رشدی و عناصر غذایی در رشد و صفات فیزیولوژیکی گشنیز بیشتر از کود آکادین بود.

کاربرد خاکی ۳۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۳ و ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر آکادین، کاربرد ۳۰ تن در هکتار پومیس با محلول‌پاشی ۴/۵ میلی‌لیتر در لیتر استیمپلکس و تیمار ۶۰ تن در هکتار پومیس در هر سه غلظت استیمپلکس مشاهده شد (جدول ۶). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای روی با محتوای ازت و پروتئین گیاه مشاهده شد (جدول ۷). روی نقش مهمی در ساختار آنزیم‌ها، بیوسنتز پروتئین، کربوهیدرات و متابولیسم عمومی سلول دارد. روی به دلیل افزایش محتوای کلروفیل و فعالیت آنزیمی در گیاه موجب بهبود رشد گیاه شد (۳۰)

منابع مورد استفاده

1. Adb El Baky, H., O. S. Nofal and G. El Baroty. 2015. Enhancement of antioxidant enzymes activities, drought stress tolerances and quality of potato plants as response to algal foliar application. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture* 8: 70-77.
2. Adediran, J. A., L. B. Taiwo, M. O. Akande, R. A. Sobulo and O. J. Idowu. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for stainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1163-1181.
3. Ahmed, A. M. A., F. A. El-Kady and A. K. Khalid. 2018. Morphological and chemical characters of *Petroselinum crispum* (Mill) subjected to some bio-stimulants. *Asian Journal of Plant Sciences* 17: 96-106.
4. Almaroai, Y. A. and M. A. Eiss. 2020. Role of marmarine alge extracts in water stress resistance of onion under semiarid condition. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 20: 1092-1101.
5. Amer, H. M., H. E. Wahba, D. A., Marrez, A. B. Salama and K. A. Khalid. 2019. Growth and chemical constituents of cardoon plant in response to foliar application of various algal extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 21: 1-7.
6. Behzadi, Y., A. Saleh, H. R. Baloch and A. Yadavi. 2014. Effect of biological, organic and chemical fertilizers on yield and yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 25: 161-175.
7. Bhuiyan, M. N. I., J. Begum and M. Sultana. 2009. Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Pharmacology* 4: 150-153.
8. Blokhina, O., E. Virolainen and K. V. Fagerstedt. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivations stress. A review. *Annals of Botany* 91: 179-194.
9. Bradford, M. M. 1976. Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248-254.
10. Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebens. Wissen Technology* 28: 25-30.
11. El-Gohary, A., H. M. Amer, A. B. Slama, H. E. Wahba and K. A. Khalid. 2020. Growth and chemical profile of clery sagel *salvia sclarea* L. response to alge and banana peel extracts. *Bulletin of the National Research Centre* 44: 1-9.
12. El-Sharony, T. F., S. F. El-Gioushy and A. Oa. 2015. Effect of foliar application with algae and plant extracts on growth, yield and fruit quality of fruitful mango trees Cv. Fagri Kalan. *Journal of Horticulture* 2: 1-6.
13. Fan, D., D. M. Hodges, J. Zhang, C. W. Kirby, X. Ji, S. J. Locke, A. T. Critchley and B. Prithiviraj. 2011. Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. *Food chemistry* 124: 195-202.
14. Honarjoo, N., S. H. Hajrasuliha and H. Amini. 2013. Three plants in absorption of ions from different natural saline and sodic soils. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6: 988-993.
15. Javanmardi, J. and R. Rezaei. 2014. The effects of colorful polyethylene soil cover on quality and quantity of *Capsicum annuum*. *Vegetable Science* 2: 1-7.
16. Karimi, J., A. Nasorahzadeh, F. Jalili and R. Valipour. 2011. The effects of P fertilizer and micro elements foliar

- application on yield and yield component of Maize. *Research in Crop Science* 4: 33-43.
17. Kasirajan, S. and M. Ngouajio. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32: 501-529.
 18. Khadem, S. A., M. Galavi, M. Ramroudi, S. R. Mousavi, M. J. Rousta and P. Rezvanimoghadam. 2010. Effects of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science* 4: 642-647.
 19. Khan, W., U. P. Rayirath Subramanian, M. N. Jithesh, P. Rayorath, D. M. Hodges, A. T. Critchley, J. S. Craigie, J. Norrie and B. Prithiviraj. 2009. Seaweed extracts as bio-stimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28: 386-399.
 20. Kim, K. H., R. Tsao, R. Yang and S. W. Cui. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry* 95: 466-473.
 21. Kwiattowski, C. A. and J. Juszczak. 2011. The response of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) to the application of growth stimulators and forecrops. *Acta Agrobotanica* 64: 69-76.
 22. Malekian, A., E. Valizadeh, M. Dastoori, S. Samadi and V. Bayat. 2012. Soil water retention and maize (*Zea mays* L.) growth as affected by different amounts of pumice. *Australian Journal of Crop Science* 6: 450-454.
 23. MolaHossaini, H. and A. Jalali. 2016. The effects of foliar application of potassium fertilizer to reduce the effects of irrigation water salinity on potatoes. *Iranian Journal of Field Crops Research* 25(1): 204-215. (In Farsi).
 24. Nagai, T. and T. Ukimoto. 2003. Preparation and functional properties of beverages made from Sea algae. *Food Chemistry* 81: 327-332.
 25. Nasiri, M., D. Zarehaghi and M. R. Neyshabouri. 2019. The effect of different levels of Pumice mulch and deficit irrigation on some physiological traits and seed yield of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Crop Ecophysiology* 13: 217-230.
 26. Nofal, O. A., F. A. Hellal, S. A. A. El Sayed and A. B. Bakry. 2016. Response of peanut and maize crops to foliar application of algae extracts under sandy soil condition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 7: 151-157.
 27. Panda, D., K. Pramanik and B. R. Nayak. 2012. Use of sea weed extracts as plant growth regulators for sustainable agriculture. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 3: 404-411.
 28. Prochazkova, D., R. K. Sairam, G. C. Srivastava and D. V. Singh. 2001. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves. *Plant Science* 161: 765-771.
 29. Rios-Gonzalez, K., L. Erdei and S. H. Lips. 2002. The activity of antioxidant enzymes in Maize and Sunflower seedlings as affected by salinity and different nitrogen sources. *Plant Science* 162: 923-930.
 30. Roupahely, Y., M. Giordano, M. Cardarelli, E. Cozzolino, M. Mori, M. C. Kyriacou, P. Bonini and G. Colla. 2018. Plant- and seaweed-based extracts increase yield but differentially modulate nutritional quality of greenhouse spinach through bio-stimulant action. *Agronomy* 8: 126.
 31. Safinaz, A. F. and A. H. Ragaa. 2013. Effect of some red marine algae as bio-fertilizers on growth of maize (*Zea may* L.) plants. *International Food Research Journal* 20: 1629-1632.
 32. Sayed, S. M., H. M. Abd El-Dayem, S. A. El-Desouky, Z. M. Khedr and M. M. Samy. 2018. Effect of silicon and algae extract foliar application on growth and early yield of globe artichoke plants. In: Proceeding of 4th International Conference on Biotechnology Applications in Agriculture (ICBAA), Benha University, Moshtohor and Plant Biotechnology, Hurghada, Egypt. 4-7 April 2018. 4: 207-214.
 33. Shahira, A. T., M. T. Iman, B. E. Abo El-Khair and K. B. Laila. 2015. Influence of foliar application of algae extract and amino acids mixture on fenugreek plants in sandy and clay soil. *Nusantara Bioscience* 7: 33-37.
 34. Sharma, M. M. and R. K. Sharma. 2012. Coriander. pp. 216-249, In: K.V. Peter (ed.), Handbook of Herbs and Spices. 2nd edition. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Woodhead Publishing Limited, London.
 35. Shokri, B., S. Darabi, N. Ghadrei and T. Javaedi. 2013. The investigation of plastic mulch on different biological characteristics of strawberry under drought stress. Second National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources. Tehran, Iran. Volume 1, PP. 1-5.
 36. Siwik-Ziomek, A. and M. Szczepanek. 2019. Soil extracellular enzyme activities and uptake of N by oilseed rape depending on fertilization and seaweed bio-stimulant application. *Agronomy* 9: 480.
 37. Taie, H. A. A., Z. A. Salama and S. Radwan. 2010. Potential activity of basil plants as a source of antioxidants and anticancer agents as affected by organic and bio-organic. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj* 38: 119-127.
 38. Vojodi Mehrabani, L. and R. Valizadeh Kamran. 2019. The effects of soil cover and stimplex foliar application on antioxidant activities and some phytochemical characteristics of *corianderium sativum* L. *Journal of Plant physiology and Breeding* 9: 33-45.
 39. Vojodi Mehrabani, L., R. Valizadeh Kamran and M. B. Hassanpouraghdam. 2017. The effects of relative substitution of organic fertilizers on elemental content, some physiological traits and yield of *Lepidium sativum* L.

Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 27: 63-72.

40. Zarehaghi, A., M. R. Neyshabouri, M. E. Sadeghzadeh, M. Ryhan and R. Hassanpour. 2015. Effect of Pumice on water holding capacity in soil, growth and yield of spring Safflower in dry land conditions. *Soil Management and Sustainable Production* 3: 191-204.

The Effect of Soil Amendment of Pumice and Foliar Application of Acadian and Estemplex Algal Extracts on Growth and Some Physiological Characteristics of *Coriandrum sativum* L.

L. Vojodi Mehrabani^{1*} and A. Younesian²

(Received: April 03-2021; Accepted: February 06-2022)

Abstract

In order to study the effects of pumice (control, 30 and 60 ton ha⁻¹) and different concentrations of Acadian and Estemplex (algae extract) (0, 1.5, 3 and 4.5 ml L⁻¹) on the growth and some physiological characteristics of *Coriandrum sativum* L., an experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with three replications at Azarbaijan's Shahid Madani University, Iran during 2018. The results were suggestive of significant interactions of soil cover and foliar applications on phenolics content, superoxide dismutase activity, Mg, Zn, K and P content of *Coriandrum sativum* L. The highest concentration of total phenolic compounds was recorded with application of 30 ton ha⁻¹ pumice × 4.5 ml L⁻¹ Acadian and Estemplex. Moreover, the highest concentrations of chlorophyll a and b were recorded at 4.5 ml L⁻¹ Acadian and 3 and 4.5 ml L⁻¹ Estemplex. Application of 3 and 4.5 ml L⁻¹ Estemplex and 3 ml L⁻¹ Acadian led to the greatest total soluble solid contents. The highest amount of plant dry weight were achieved in the presence of 3 and 4.5 ml L⁻¹ Acadian and 1.5 and 3 ml L⁻¹ Estemplex. The highest chlorophyll, flavonoids, protein, and N concentrations and plant dry weight were observed in the presence of 30 ton ha⁻¹ pumice soil cover. Furthermore, 30 and 60 ton ha⁻¹ pumice application reduced IC₅₀ content. In conclusion, application of 30 ton ha⁻¹ pumice and foliar-applied bio-fertilizers, particularly Estemplex (1.5, 3 and 4.5 ml L⁻¹) had positive effects on the growth and physiological traits of *Coriandrum sativum* L.

Keywords: Antioxidant activity, Elemental content, Flavonoid, Total phenolics content

¹ Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahid Madani Azarbayjan University, Maragheh, Iran.

² Instructor/Researcher at the Research Center of Parlimant of Islamic Republic of Iran, Tehran, Iran.

*: Corresponding Author, Email: vojodilamia57@yahoo.com