

اثر محلول پاشی سولفات آمونیوم بر رشد رویشی، عملکرد و ویژگی های کیفی خیار گلخانه ای

فرزانه یعقوبی سورکی^۱، محمد کاظم سوری^{۱*} و کاظم ارزانی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۲)

چکیده

امروزه، در کشاورزی، محلول پاشی و تغذیه برگه به عنوان روشی کاربردی و مؤثر برای تأمین به موقع عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و استفاده بهینه از کودها مطرح می باشد. در این پژوهش، اثر محلول پاشی غلظت های مختلف سولفات آمونیوم بر ویژگی های کمی و کیفی خیار گلخانه ای مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش، در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش غلظت سولفات آمونیوم (صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) به صورت محلول پاشی در چهار تکرار و در شرایط گلخانه ای صورت گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که گیاهان در تیمار ۲۵ میلی مولار و سپس در تیمار شاهد دارای بیشترین میزان سبزیگی برگ، تعداد شاخه جانبی، تعداد میوه و عملکرد میوه بودند. ویژگی های رشد رویشی مانند شاخص کلروفیل و تعداد شاخه جانبی و همچنین تعداد میوه و عملکرد گیاه در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار سولفات آمونیوم شدیداً کاهش نشان دادند. کمترین تعداد میوه و عملکرد در تیمار ۱۵۰ میلی مولار به دست آمد. گیاهان در تیمار ۱۰۰ میلی مولار دارای بیشترین درصد وزن خشک برگ بودند. تیمارهای محلول پاشی، به جز تیمار ۲۵ میلی مولار، باعث کاهش میزان سفتی بافت میوه نسبت به شاهد شدند. از طرف دیگر، محلول پاشی غلظت های مختلف سولفات آمونیوم منجر به کاهش بیشتر وزن میوه در دمای معمولی اتاق نسبت به شاهد، پس از برداشت، گردید. لذا، در گیاه خیار، برای رشد و تولید مناسب، محلول پاشی ۲۵ میلی مولار سولفات آمونیوم (غلظت های کم) توصیه می شود.

کلمات کلیدی: تغذیه برگه، عملکرد میوه، عناصر غذایی گیاه، رشد رویشی

مقدمه

چهارم را بعد از گوجه فرنگی، کلم پیچ و پیاز دارد (۲). به سبب کالری کم و وجود املاح و ویتامین های مختلف، خیار می تواند نقش مهمی در سلامتی انسان داشته باشد. به هر حال، نیاز زیاد غذایی و حساسیت خیار به انواع آفات و بیماری ها، مسائل کیفی آن را بیش از محصولات دیگر تحت تأثیر قرار می دهد.

خیار با نام علمی *Cucumis sativus* L. یکی از مهم ترین سبزی ها از خانواده کدوئیان می باشد که در رژیم های متنوع غذایی جوامع مختلف در سراسر جهان از اهمیت خاصی برخوردار است. از نظر اقتصادی، خیار در بین سبزی ها مقام

۱. گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mk.souri@modares.ac.ir

آمونیم، برخلاف نیترات، تنفس ریشه را افزایش می‌دهد و این می‌تواند به افزایش ترشحات ریشه و در نتیجه تحریک رشد میکروارگانیسم‌های مفید همراه ریشه منجر شود (۱۶).

سولفات آمونیوم یکی از مهم‌ترین کودهای نیتروژنه آمونیومی است که مناسب کاربرد تحت شرایط آهکی خاک‌های زراعی کشور ما می‌باشد؛ همچنین، مهم‌ترین منبع نیتروژن آمونیومی مورد کاربرد در کشت هیدروپونیک است. تغذیه برگی در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست‌محیطی آنها می‌تواند مطرح باشد و در نتیجه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱). تغذیه برگی نسبت به تغذیه ریشه‌ای روشی سریع، با راندمان بیشتر و آلودگی زیست‌محیطی کمتر است (۶). علاوه بر این، در موارد زیادی، جهت حصول تغذیه متعادل گیاه و یا اجتناب از راندمان کم و آلودگی‌های زیست‌محیطی، ناچار به استفاده از تغذیه برگی و محلول‌پاشی عناصر غذایی می‌باشیم. تغذیه برگی آمونیوم روشی بهتر از تغذیه ریشه‌ای آن می‌باشد که در آن حساسیت گیاه شدیدتر است (۳ و ۴). از این نظر، برگ‌ها قدرت جذب هر دو فرم نیتروژن معدنی (نیترات و آمونیوم) را دارند. اما آمونیوم سریع‌تر و راحت‌تر جذب گیاه می‌گردد (۱۸). محلول‌پاشی ترکیبات نیتروژنی آمونیومی یکی از روش‌های مناسب جهت فائق آمدن بر مشکل سمیت آمونیوم در تغذیه ریشه‌ای است (۳). از طرفی، در تغذیه ریشه‌ای، جذب زیاد آمونیوم در ریشه‌ها با نیاز زیاد به کربوهیدرات‌ها جهت تنفس ریشه همبسته است و در نتیجه منجر به کاهش میزان کربوهیدرات‌ها در ریشه می‌شود (۱۳). با محلول‌پاشی سولفات آمونیوم در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار روی شاخسار گیاهان گوجه‌فرنگی، گیاهان درجه کمتری از سمیت را در مقایسه با تغذیه ریشه‌ای آمونیوم نشان دادند (۳). همچنین، ممکن است محلول‌پاشی سولفات آمونیوم با غلظت ۱۰۰-۵۰ میلی‌مولار منجر به بهبود برخی ویژگی‌های کیفی میوه گوجه‌فرنگی شود (۴). به‌طور مشابهی، محلول‌پاشی اوره (که یک کود آمونیومی است) روی گیاهان کلم بروکلی نشان داد که غلظت‌های ۱ و ۰/۸ درصد نسبت به غلظت‌های

امروزه، تغذیه گیاه یکی از اجزای مهم تولید در کشاورزی است، و حصول حداکثر تولید کمی و کیفی محصولات باغبانی نیازمند درک دقیقی از نقش عناصر غذایی و مقدار مورد نیاز آنها توسط گیاه می‌باشد (۱۶). برای رسیدن به بیشترین میزان تولید کمی و کیفی محصول و کمترین آلودگی زیست‌محیطی، باید بهترین مدیریت برای کاربرد کود اجرا شود و از کاربرد بیش از حد کود جلوگیری گردد (۵).

نیتروژن از مهمترین عناصر مورد نیاز گیاه است که در فرایندهای مختلف شرکت می‌کند. در بین عناصر غذایی، نیتروژن بیشترین غلظت را در وزن خشک برگ و اندام‌های گیاهی دارد و این مقدار حدود ۱ تا ۵ درصد می‌باشد (۱۶). کمبود و یا بیش‌بود نیتروژن به‌طور معنی‌داری رشد، عملکرد و کیفیت محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۴). علیرغم اینکه گیاهان می‌توانند بسیاری از ترکیبات معدنی و آلی نیتروژن‌دار را جذب کنند، اما شکل عمده جذب نیتروژن در سیستم‌های زراعی معمولاً نیترات است. آمونیوم نیز ترجیحاً با سرعت زیادی می‌تواند به‌وسیله ریشه گیاهان جذب گردد و در سیستم کشت هیدروپونیک میزان جذب زیاد آمونیوم اغلب باعث سمیت در گیاه می‌گردد (۹ و ۱۹). از طرف دیگر، فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه شدیداً تحت تأثیر فرم آمونیومی یا نیتراتی نیتروژن در خاک و یا محلول غذایی قرار می‌گیرد (۵). اختلاف در جذب دو شکل نیترات و آمونیوم باعث قلبایی شدن محیط ریزوسفر در اثر تغذیه با نیترات و اسیدی شدن محیط ریزوسفر در اثر تغذیه با آمونیوم می‌گردد (۱۶). استفاده از نیتروژن آمونیومی و بالتبع کاهش pH ریزوسفر منجر به بهبود جذب ریزمغذی‌ها در شرایط آهکی خاک‌ها و احتمالاً کاهش جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌گردد. در سیستم کشت هیدروپونیک و همچنین در خاک‌هایی که ظرفیت تبادل کاتیونی آنها خیلی کم است و یا pH آنها کمتر از ۵ می‌باشد، تغذیه آمونیومی می‌تواند اثرهای مخربی به همراه داشته باشد (۱۶). کاهش جذب کاتیون‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم در pH اسیدی می‌تواند باعث کاهش عملکرد گردد (۶). از طرف دیگر،

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک مورد استفاده (عمق تا ۳۰ سانتی متر)

آهک (%)	EC (dS/m)	pH	بافت	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
۱۲/۵	۱۰/۱۴	۷/۶۹	لوم رسی	۳۲	۲۱	۴۷	۰/۰۹	۳۸	۲۵۱

کمتر، منجر به سر بزرگ تر و سنگین تر و همچنین گیاهان بلندتر می گردد (۲۰). در تغذیه برگي زيتون با اوره، انتقال نيتروژن از برگ ها به گل آذين ها، گل ها و ميوه هاى درحال رشد را باعث می شود که منجر به افزايش تشکيل ميوه ها و افزايش درصد روغن ميوه ها می گردد (۱۱). از آنجا که در کشت هيدروپونیک، گیاه خیار، همانند گوجه فرنگی، حساسیت زيادی به تغذیه آمونیومی دارد و از طرف دیگر پاسخ رشد و تولید کمی و کیفی خیار به محلول پاشی سولفات آمونیوم (همانند بسیاری از گیاهان دیگر) مشخص نیست، لذا، در این پژوهش، اثر تغذیه برگي سولفات آمونیوم بر رشد، تولید و کیفیت گیاه خیار گلخانه ای مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

این تحقیق، طی سال ۱۳۹۳ در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس در پیکان شهر به صورت کشت خاکی انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با گیاه خیار گلخانه ای رقم سلطان، که مناسب کشت گلخانه ای در فصل بهار می باشد، صورت گرفت. تیمارها در این پژوهش شامل غلظت های مختلف سولفات آمونیوم در ۶ سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار) در چهار تکرار بودند. این غلظت ها بر اساس مطالعات قبلی (۴) و همچنین ویژگی های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه خیار انتخاب گردیدند. سولفات آمونیوم با حدود ۲۱٪ نیتروژن جهت محلول پاشی ها به کار رفت. تیمار صفر یا بدون محلول پاشی، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که در آن فقط آب مقطر روی گیاهان محلول پاشی شد. محلول پاشی این تیمارها با اسپری پلاستیکی دستی و به صورت یکبار در هفته و طی حدود سه ماه دوره پرورش گیاهان انجام گردید. اولین محلول پاشی گیاهان در

تاریخ ۱۳۹۳/۳/۱ صورت گرفت. برای این منظور، بذرها ابتدا (در تاریخ ۱۳۹۳/۱/۲۵) در محیط کشت حاوی ۳۰٪ پرلیت و ۷۰٪ کوکوپیت تحت شرایط گلخانه ای در گلدان های کاغذی کشت شدند. بعد از جوانه زنی، گیاهچه ها در مرحله ۲-۳ برگي (۱۳۹۳/۲/۱۲) به محل اصلی در گلخانه و تحت شرایط کشت خاکی منتقل شدند. نتایج تجزیه خاک گلخانه مورد استفاده در جدول (۱) آورده شده است. فاصله کشت گیاهان حدود ۱۲۰ سانتی متر و فاصله ردیف ها ۱۵۰ سانتی متر بود. دما و رطوبت گلخانه در طول مدت آزمایش در حد 26 ± 4 درجه سلسیوس و ۷۰٪ رطوبت نسبی حفظ گردید. طی دوره رشد و نمو گیاهان، آبیاری آنها با استفاده از سیستم قطره ای انجام گردید، علف های هرز به طور دستی کنترل شدند و جهت مبارزه با شته و کنه از سموم دیازینون و کانفیدور استفاده گردید. پس از اینکه بوته ها به اندازه کافی رشد کردند، با نخ کفنی به سیم های بالای هر ردیف بسته شدند و هرس برگ ها و شاخه های اضافی به طور هفتگی انجام شده و وزن قسمت های هرس شده توزین و یادداشت گردید. از نظر رشد رویشی، ویژگی هایی مانند شاخص کلروفیل، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانی، درصد وزن خشک میوه در پایان آزمایش و در زمان برداشت نهایی بوته، اندازه گیری و یادداشت شد. برداشت میوه ها به تدریج صورت گرفت، که در هر بار توزین شده و وزن آنها در عملکرد نهایی منظور گردید. اندازه گیری درصد ماده خشک میوه، pH عصاره میوه، سفتی بافت میوه، و میزان کاهش وزن میوه در دمای معمولی اتاق (۲۶-۳۳ درجه سلسیوس) در زمان برداشت نهایی صورت گرفت. شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (SPAD-502، ساخت ژاپن) اندازه گیری شد و در تجزیه به صورت میانگین ۳۰ قرائت از حدود ۱۰-۱۲ برگ گیاه (هر تکرار) محاسبه

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات رویشی، عملکردی و کیفیت گیاه خیار تحت تأثیر محلول‌پاشی سولفات آمونیوم

کاهش وزن بعد از ۷۲ ساعت	کاهش وزن بعد از ۴۸ ساعت	کاهش وزن بعد از ۲۴ ساعت	کاهش وزن بعد از ۲۴ ساعت	عملکرد	تعداد میوه کل	تعداد میوه	عصاره میوه	pH	سفیدی میوه	درصد ماده خشک میوه	شاخص کاروفیل	درصد وزن خشک برگ	تعداد شاخه جانبی	درجه آزادی	منبع تغییر
۱۷۲/۸۲۷ ^{***}	۱۲۴/۸۵۴ ^{***}	۶۶/۴۳ ^{***}	۸۴۱۶۳۵۱/۶۲۶ ^{***}	۸۴۱۶۳۵۱/۶۲۶ ^{***}	۱۲۰۶/۴۷۵ ^{***}	۰/۱۳۳ ^{***}	۰/۱۳۳ ^{***}	۱۳/۵۰۸ ^{***}	۰/۰۷۷ ^{***}	۱۹۹/۰۷۹ ^{***}	۶/۳۴ ^{***}	۰/۹۰۷	۲۸/۸۷۵ ^{***}	۵	تیسار
۱۸/۰۱۱	۱۰/۸۸	۸۳۴۸	۱۱۵۲۱۲۴/۶۳۵	۱۱۵۲۱۲۴/۶۳۵	۷۵/۴۵۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۱/۱۳۲	۰/۰۱۳	۵۸۷۱	۰/۹۰۷	۰/۹۰۷	۰/۷۹۲	۲۰	خطا
۱۱/۱	۱۰/۷	۱۴/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۱/۳	۲/۲	۲/۲	۶/۴	۲/۵۷	۵/۶۴	۷/۱	۷/۱	۶/۷۸		ضرب تغییرات

*** و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی دار

و یادداشت گردید. برای این منظور، از برگ‌های میانی گیاه استفاده شد و برای هر برگ از سه نقطه به‌طور تصادفی قرائت صورت گرفت. برای اندازه‌گیری درصد وزن خشک برگ و میوه، مقدار ۱۰۰ گرم برگ یا میوه تازه گیاه از مخلوط ریز شده ۱۰ برگ یا میوه در دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و بعد از ۲۴ ساعت (بعد از ثابت شدن وزن) توزین گردید و به عنوان درصد وزن خشک برگ یا میوه محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری pH عصاره میوه، ۲۵ گرم از بافت میوه در هاون له شده و سپس با انتقال به لوله فالکون ۵۰ میلی‌لیتر در دور ۴۰۰۰ سانتریفیوژ شده و با استفاده از pH متر رومیزی میزان pH عصاره رویی آن یادداشت گردید (۴). برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه، از سفتی‌سنج (Penetrometer) با پروب به قطر ۰/۲ میلی‌متر استفاده گردید. میوه‌های برداشت شده در چین‌های مختلف طی فصل رشد شمارش و به تعداد میوه در انتهای آزمایش اضافه و به عنوان تعداد میوه کل در بوته محاسبه شدند. همچنین، وزن میوه‌های برداشت شده در هر چین یادداشت و به وزن نهایی میوه در انتهای آزمایش اضافه و به‌صورت گرم در بوته محاسبه شد که به عنوان میزان عملکرد کل هر تیمار آورده شده است. میزان کاهش وزن میوه در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای اتاق (۲۶-۳۳) درجه سلسیوس) بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با توزین اولیه آنها محاسبه و به عنوان درصد کاهش وزن در نتایج آورده شد.

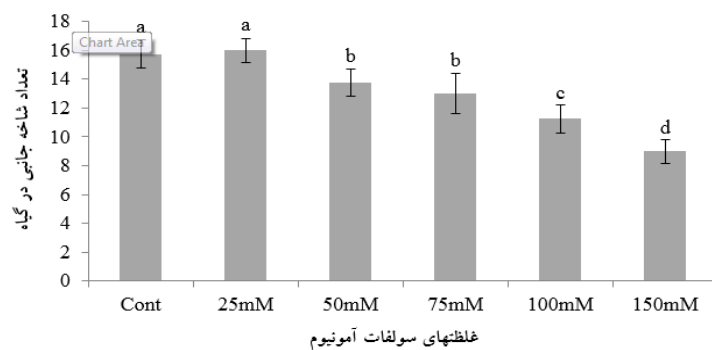
داده‌های به‌دست آمده در این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۰/۵ صورت گرفت. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL ترسیم شدند.

نتایج و بحث

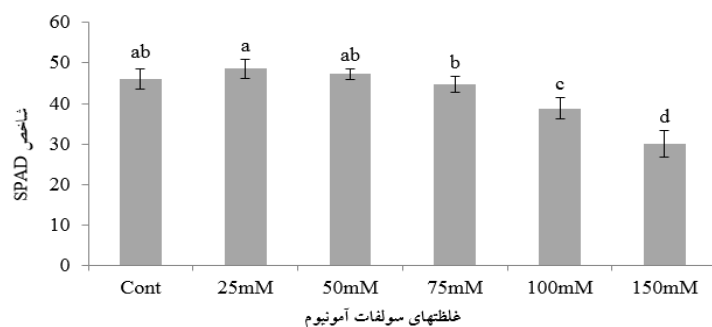
نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول (۲) آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که اثر تیمارها بر گیاه خیار برای صفات شاخص کلروفیل، تعداد شاخه جانبی، درصد وزن خشک برگ، درصد ماده خشک میوه، سفتی میوه، pH عصاره میوه، تعداد میوه، عملکرد و میزان کاهش وزن میوه (آب از

دست‌دهی) در سطح ۰/۱ معنی‌دار می‌باشد. همچنین، نتایج مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۰/۵ آزمون دانکن نشان داد که برای تمام صفات مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. بیشترین تعداد شاخه جانبی در تیمار محلول پاشی ۲۵ میلی‌مولار و گیاهان شاهد مشاهده شد. با افزایش غلظت محلول پاشی سولفات آمونیوم، تعداد شاخه‌های جانبی در گیاه کاهش یافت، به نحوی که تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار کمترین تعداد شاخه جانبی را داشت (شکل ۱). از نظر میزان سبزی‌نگی برگ، یا شاخص کلروفیل، تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار باعث افزایش این صفت در مقایسه با گیاهان شاهد شدند. غلظت‌های بیشتر سولفات آمونیوم منجر به کاهش شاخص کلروفیل گردید، به نحوی که کمترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار بود که با تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (شکل ۲). برخلاف دو صفت قبلی، تیمارهای محلول پاشی سولفات آمونیوم باعث افزایش درصد وزن خشک برگ شدند (جدول ۳). ارتفاع گیاهان نیز تحت تأثیر محلول پاشی غلظت‌های مختلف سولفات آمونیوم قرار نگرفتند (جدول ۳). کاهش ویژگی‌های رشد گیاهان خیار در اثر محلول پاشی سولفات آمونیوم ممکن است به اثر سمی آمونیوم بر فتوسنتز (۱۷) و توسعه سلولی (۹) باشد. به‌طور مشابهی، دهنورد و سوری (۳) نشان دادند که محلول پاشی غلظت‌های مختلف سولفات آمونیوم منجر به کاهش معنی‌دار رشد رویشی گیاهان گوجه‌فرنگی از قبیل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی و وزن تر و خشک گیاه گردید. اما شاخص کلروفیل افزایش یافت. در سیستم کشت هیدروپونیک نیز نشان داده شده که آمونیوم منجر به کاهش ویژگی‌های رشد و نمو گیاهان مختلف می‌گردد (۹، ۱۷ و ۱۹).

از نظر تعداد میوه شکل (۳)، بیشترین تعداد میوه در بوته در تیمار ۲۵ میلی‌مولار سولفات آمونیوم به‌دست آمد. اما تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد و محلول پاشی ۵۰ میلی‌مولار نشان نداد. تیمارهای محلول پاشی ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری تعداد میوه کمتری از سه تیمار دیگر داشتند. کمترین



شکل ۱. اثر تیمارها بر تعداد شاخه جانبی در گیاه. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد

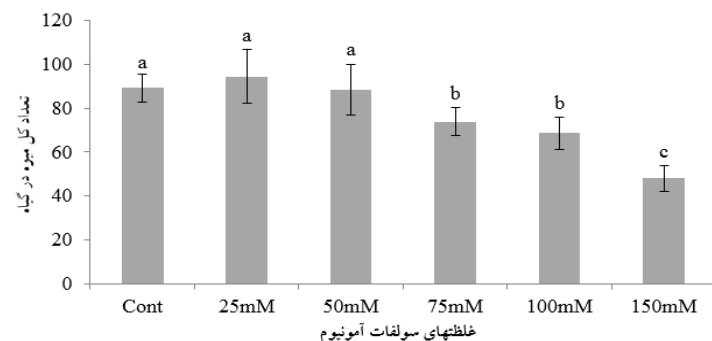


شکل ۲. اثر تیمارها بر شاخص کلروفیل گیاهان خیار. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد

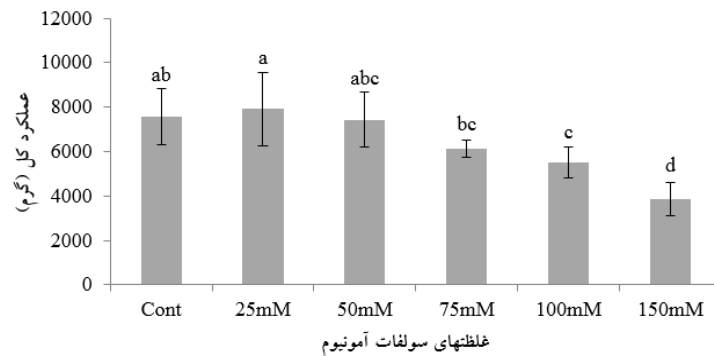
جدول ۳. مقایسه میانگین خصوصیات گیاه خیار تحت تأثیر محلول‌پاشی سولفات آمونیوم

کاهش وزن	کاهش وزن	کاهش وزن	pH	ماده خشک	ارتفاع	وزن خشک	غلظت
کاهش وزن	کاهش وزن	کاهش وزن	آب میوه	میوه (%)	گیاه (m)	برگ (%)	سولفات آمونیوم
بعد از ۷۲ ساعت (%)	بعد از ۴۸ ساعت (%)	بعد از ۲۴ ساعت (%)					
۲۵/۷b	۱۹/۵b	۱۱/۸b	۵/۸۹c	۴/۵۱ab	۲/۲a	۱۱/۶۹d	شاهد
۴۰/۲a	۳۲/۹a	۲۱/۶a	۶/۱۳b	۴/۶۷a	۲/۵a	۱۳/۱۹bc	۲۵ mM
۴۱/۸a	۳۳/۸a	۲۲/۲a	۶/۳۸a	۴/۴۴bc	۲/۲a	۱۴/۰۴ab	۵۰ mM
۳۸/۵a	۳۱/۳a	۲۰/۱a	۵/۹۸bc	۴/۳۸bc	۲/۹a	۱۴/۵۱ab	۷۵ mM
۴۱/۲a	۳۳/۵a	۲۱/۵a	۵/۹۹bc	۴/۳۴bc	۲/۰a	۱۴/۸۲a	۱۰۰ mM
۴۲/۴a	۳۳/۶a	۲۲/۶a	۵/۹۱c	۴/۲۸c	۱/۸a	۱۲/۲۶cd	۱۵۰ mM

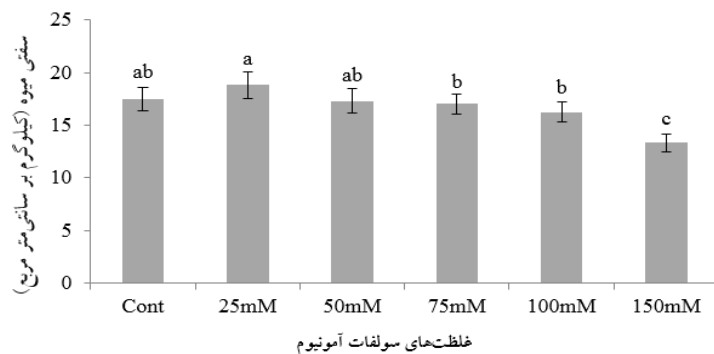
در هر ستون، اعداد با حداقل یک حرف مشابه، فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۳. اثر تیمارها بر تعداد میوه خیار در بوته. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد



شکل ۴. اثر تیمارها بر عملکرد میوه خیار در بوته. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد



شکل ۵. اثر تیمارها بر سفتی بافت میوه خیار. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد

میلی مولار به دست آمد (جدول ۳). کاهش تعداد میوه و عملکرد میوه و همچنین درصد ماده خشک میوه با افزایش غلظت آمونیوم کاهش یافتند. این ممکن است به سبب اثر منفی آمونیوم بر رشد رویشی گیاهان خیار باشد (۱۷). به طور مشابهی، دهنورد و همکاران (۴) نشان دادند که محلول پاشی گیاهان گوجه فرنگی گلخانه‌ای با سولفات آمونیوم منجر به کاهش تعداد میوه، عملکرد کل و عارضه پوسیدگی گلگاه در میوه گردید. نتایج مشابهی با گیاه بروکلی به دست آمد (۲۰). در هر صورت، بسیاری از مطالعات سمیت آمونیوم روی گیاهان مختلف تنها برای دوره‌ای کوتاه بوده و اطلاعات کمی در منابع در خصوص کمیت و کیفیت تولید میوه تحت تأثیر آمونیوم وجود دارد.

اندازه‌گیری میزان سفتی بافت میوه خیار نشان داد که بیشترین میزان سفتی بافت میوه در تیمار محلول پاشی ۲۵ میلی مولار به دست آمد که تنها تفاوت معنی داری با تیمارهای شاهد و محلول پاشی ۵۰ میلی مولار نشان نداد (شکل ۵).

تعداد میوه در گیاه در تیمار محلول پاشی ۱۵۰ میلی مولار سولفات آمونیوم به دست آمد (شکل ۳). به طور مشابهی، اندازه‌گیری عملکرد تجمعی گیاهان در پایان آزمایش نشان داد که گیاهان در تیمار محلول پاشی ۲۵ میلی مولار سولفات آمونیوم بیشترین عملکرد را نشان دادند که تفاوت معنی داری با تیمارهای شاهد و محلول پاشی ۵۰ میلی مولار داشت. محلول پاشی غلظت‌های بیش از ۵۰ میلی مولار به طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش عملکرد در گیاهان شد، به نحوی که کمترین عملکرد را گیاهان در تیمار محلول پاشی ۱۵۰ میلی مولار نشان دادند (شکل ۴). از نظر درصد ماده خشک میوه (جدول ۳)، بیشترین مقدار در تیمار محلول پاشی ۲۵ میلی مولار به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار گیاهان شاهد نشان ندادند. برخلاف درصد وزن خشک برگ، محلول پاشی غلظت‌های بیش از ۲۵ میلی مولار باعث کاهش درصد ماده خشک میوه گردید، به نحوی که کمترین درصد ماده خشک میوه در تیمار ۱۵۰

کمترین میزان سفتی بافت میوه نیز در تیمار محلول‌پاشی ۱۵۰ میلی‌مولار به‌دست آمد. از نظر صفت pH آب میوه، نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سولفات آمونیوم منجر به افزایش این صفت در عصاره میوه خیار گردید، به نحوی که بیشترین مقدار در تیمار ۵۰ میلی‌مولار سولفات آمونیوم به‌دست آمد و کمترین مقدار pH در تیمار گیاهان شاهد بود (جدول ۳).

نتایج اندازه‌گیری میزان کاهش وزن میوه خیار در نگهداری در دمای اتاق (۳۳-۲۶ درجه سلسیوس) نشان داد که در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری وزن میوه ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، میوه گیاهان خیار در تیمار شاهد کمترین کاهش وزن را نشان دادند و از این نظر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سولفات آمونیوم منجر به افزایش وزن از دست‌دهی میوه خیار گردید (جدول ۳). از این نظر، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی سولفات آمونیوم وجود نداشت. کاهش ویژگی‌های کیفی میوه از قبیل سفتی بافت، pH آب‌میوه و کاهش وزن زیاد میوه در اثر غلظت‌های بیشتر سولفات آمونیوم احتمالاً به سبب تنشی است که آمونیوم کاربردی روی برگ‌های گیاهان داشته است. احتمالاً آمونیوم با اسیدی کردن آپوپلاست و کاهش پکتات‌های دیواره سلولی منجر به کاهش ضخامت دیواره و لذا کاهش ویژگی‌های کیفی میوه خیار گردیده است. در این مورد، کاربرد برگی آمونیوم حتی می‌تواند از کارکردهای فیزیولوژیک کلسیم در سلول و بافت ممانعت کند. به‌طور مشابهی، روستا و همکاران (۱۷) نشان دادند که تغذیه آمونیومی گیاهان خیار منجر به کاهش غلظت کاتیون‌ها، مخصوصاً کلسیم، در گیاهان می‌گردد.

در پژوهش حاضر، محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سولفات آمونیوم بر رشد، عملکرد و همچنین کیفیت میوه خیار تأثیر معنی‌داری داشت. غلظت‌های کمتر، یعنی ۲۵ و در برخی موارد ۵۰ میلی‌مولار، باعث بهبود پارامترهای مرتبط با رشد گیاهان خیار در مقایسه با شاهد شدند و از این نظر محلول‌پاشی غلظت ۲۵ میلی‌مولار سولفات آمونیوم برای بهبود رشد و نمو و کیفیت میوه خیار نتایج بهتری را باعث گردید. غلظت‌های بیشتر سولفات آمونیوم منجر به کاهش رشد و عملکرد و کیفیت

محصول خیار گردیدند، به‌طوری که با افزایش غلظت تا ۱۵۰ میلی‌مولار، رشد گیاهان به میزان بیشتری دچار مشکل گردید. در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار، برگ گیاهان کلروزه و مخصوصاً نکروزه شدیدی را نشان می‌داد (نتایج نشان داده نشد). لذا، برخلاف برخی گیاهان دیگر، مانند گوجه‌فرنگی (۳ و ۴)، در این پژوهش، گیاهان خیار به غلظت‌های بیشتر از ۵۰ میلی‌مولار سولفات آمونیوم حساسیت نشان داده و رشد آنها کاهش یافت.

تغییر در فرایندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی و همچنین مورفولوژی بسیاری از گیاهان تحت تغذیه شکل نیتروژن کاربردی امری شناخته شده می‌باشد (۵، ۷ و ۱۱). در کشت هیدروپونیک، وقتی آمونیوم به عنوان تنها منبع نیتروژنی محلول غذایی به کار می‌رود، سمیت آمونیومی گیاه به احتمال زیاد رخ خواهد داد (۵، ۹ و ۱۹). این سمیت به شکل‌های مختلف در گیاه بروز می‌کند و گاه چنان وسیع و شدید است که می‌تواند طی چند روز، گیاهان حساس از قبیل گوجه‌فرنگی و خیار را از بین ببرد (۱۹). به هر حال، در این پژوهش، با کاربرد برگی غلظت‌های مختلف آمونیوم، علی‌رغم بروز سمیت آمونیوم، میزان و شدت سمیت مشابه تغذیه ریشه‌ای نمی‌باشد (دیگر آزمایش‌های محققین). لذا، همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد، کاربرد آمونیوم به‌صورت محلول‌پاشی احتمالاً اثرهای منفی کمتری را باعث می‌گردد. نتایج مشابهی توسط دهنورد و سوری (۳) و دهنورد و همکاران (۴) در مورد گیاه گوجه‌فرنگی به‌دست آمده است. توجه بیشتر به این روش کاربرد کود، مخصوصاً اگر همراه با استفاده از کودهای مؤثرتر و سریع‌الاثرباشد، منجر به کاهش مواردی مانند مصرف کود، کاربرد خاکی و آلودگی‌های زیست‌محیطی خواهد شد (۱ و ۷). افزایش میزان سبزی‌نگی برگ در اثر تغذیه آمونیومی در دیگر مطالعات نیز نشان داده شده است (۹ و ۱۹). در تحقیق حاضر، فقط تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد افزایش سبزی‌نگی برگ را نشان دادند. نشان داده شده است که افزودن آمونیوم به محلول‌های غذایی سبب کاهش عملکرد خیار می‌شود، که دلیل آن را طولانی‌تر شدن دوره رویشی گیاه و

کاهش ویژگی‌های مرتبط با رشد رویشی و همچنین کاهش تعداد میوه و عملکرد گیاه گردیدند. بر خلاف برخی محصولات دیگر مانند گوجه‌فرنگی، گیاه خیار به محلول‌پاشی غلظت‌های زیاد سولفات آمونیوم حساسیت نشان داده و لذا غلظت‌های بیشتر از ۵۰ میلی‌مولار مناسب محلول‌پاشی گیاهان خیار گلخانه‌ای نیستند و از این نظر غلظت ۲۵ میلی‌مولار که بیشترین رشد و نمو و عملکرد را در گیاه در مقایسه با غلظت‌های دیگر باعث گردید مناسب کاربرد می‌باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، محلول‌پاشی سولفات آمونیوم با غلظت‌های کم به عنوان روشی مکمل برای تغذیه نیتروژنی گیاه می‌تواند راهکاری برای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای نیتروژنه (نیتراتی) نیز باشد.

کاهش مقدار گل در گیاه ذکر کرده‌اند (۸). همچنین، میزان تولید ماده خشک در غلظت‌های زیاد آمونیوم در کاهو (۱۰)، خیار (۱۷) و گوجه‌فرنگی (۱۳) کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر نیز نتایج مشابهی در مورد عملکرد و درصد ماده خشک میوه با افزایش غلظت محلول‌پاشی آمونیوم به‌دست آمد. در حالی که درصد وزن خشک برگ با افزایش غلظت سولفات آمونیوم کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف سولفات آمونیوم اثرهای متفاوتی را بر ویژگی‌های رشد رویشی خیار، در مقایسه با گیاهان شاهد، نشان داد. در این بین، غلظت‌های بیشتر سولفات آمونیوم منجر به

منابع مورد استفاده

۱. اصلانی، م. و م. ک. سوری. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کاربرد چند کود شیمیایی با بنیان آمینو اسید بر رشد اولیه گیاه اسفناج. هشتمین کنگره علوم باغبانی، ۷-۹ شهریورماه، همدان.
۲. پیوست، غ. ع. ۱۳۸۵. سبزی‌کاری. چاپ چهارم، انتشارات دانش‌پذیر، رشت.
۳. دهنورد، س. و م. ک. سوری. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن بر روی صفات رویشی گیاه گوجه‌فرنگی در کشت هیدروپونیک. نخستین همایش علمی تخصصی توسعه روستایی و کشاورزی با تأکید بر تولید ملی. ۲۴ اسفندماه، دانشگاه پیام نور پیرانشهر.
۴. دهنورد، س. م. ک. سوری و ص. مردانلو. ۱۳۹۳. ویژگی‌های کیفیت میوه گوجه‌فرنگی تحت تأثیر محلول‌پاشی برگی نیتروژن در سیستم کشت هیدروپونیک. به زراعی نهال و بذر ۳۰ (۲): ۲۳۷-۲۴۰.
۵. سوری، م. ک. ن. فرهادی و ح. ر. روستا. ۱۳۹۰. مطالعه ویژگی‌های رشد و نمو گیاه فلفل (*Capsicum annum L.*) تحت تأثیر نسبت‌های مختلف آمونیوم به نیترات. مجله علوم باغبانی ایران ۴۲: ۳۰۹-۳۱۸.
۶. طباطبایی، ج. ۱۳۸۸. اصول تغذیه معدنی گیاهان. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز.
۷. فهیمی، ف. ۱۳۹۳. بررسی اثرات محلول‌پاشی برخی کودهای شیمیایی بر رشد و نمو و کیفیت خیار گلخانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس.
8. Ben, G.O. and U. Kafkafi. 2002. Melon fruit quality as affected by timing, duration, and concentration of phosphate and nitrogen sources in recycled hydroponic system. J. Plant Nutr. 25(7): 1563-1583.
9. Britto, D.T., and H.J. Kronzucker. 2002. NH_4^+ toxicity in higher plants: A critical review. J. Plant Physiol. 159(6): 567-584.
10. Cruz, C., A.F.M. Bio, M.D. Dominguez-Valdivia, P.M. Aparicio-Tejo, C. Lamsfus, and M.A. Martins-Louçao. 2006. How does glutamine synthetase activity determine plant tolerance to ammonium? Planta 223(5): 1068-1080.
11. Frega, N., R. Garzi and S. Mancuso. 1995. The effect of foliar nutrition in olive fruit set on the quality and yield of

- oil: Further testing. Adv. Hort. Sci. 9: 148-152.
12. Guo, S., Y. Zhou, Q. Shen and F. Zhang. 2007. Effect of ammonium and nitrate nutrition on some physiological processes in higher plants- growth, photosynthesis, photo-respiration, and water relations. Plant Biol. 9(1): 21-29.
13. Hoopen, F.T., T. Ann Cuin, P. Pedas, N.J. Hegelund, S. Shabala, K.J. Schjoerring and P.T. Jahn. 2010. Competition between uptake of ammonium and potassium in barley and Arabidopsis roots: Molecular mechanisms and physiological consequences. J. Exp. Bot. 61: 2303-2315.
14. Jones Jr., J.B. 2012. Hydroponics: A practical guide for the soilless grower. CRC Press.
15. Kläring, H.P. and M. Zude. 2009. Sensing of tomato plant response to hypoxia in the root environment. Sci. Hort. 122(1): 17-25.
16. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Inc., San Diego, CA, pp. 231-254.
17. Peuke, A.D., W.D. Jeschke, K.J. Dietz, L. Schreiber and W. Hartung. 1998. Foliar application of nitrate or ammonium as sole nitrogen supply in *Ricinus communis*. I. Carbon and nitrogen uptake and inflows. New Phytol., 138: 675-687.
18. Roosta, H.R., A. Sajjadinia, A. Rahimi and J.K. Schjoerring. 2009. Responses of cucumber plant to NH_4^+ and NO_3^- nutrition: The relative addition rate technique vs. cultivation at constant nitrogen concentration. Sci. Hort. 121(4): 397-403.
19. Souri, M.K. and V. Roemheld. 2009. Split daily application of ammonium cannot ameliorate ammonium toxicity in tomato plants. Hort. Environ. Biotech. 50: 384-391.
20. Yildirim, E., I. Guvenc, M. Turan and A. Karatas. 2007. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. Italica). Plant Soil Environ. 53: 12-128.