مقایسه خصوصیات اکوفیزیولوژیکی داوودی رقم پوما در دو روش تغذیه‌ای در سیستم آکواپونیک

محبوبه علایی (١)، حمیدرضا روستا (٢)، حسین علایی (٣)

١- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشگاه زنجان ٢- استادیار گروه باغبانی و ٣- استادیار گیاهپزشکی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

پارامترهای فتوسنتزی و روابط آبی شاخص‌های تشخیص میزان سلامت گیاهان به شمار می‌روند و به عنوان ابزاری برای مطالعه وضعیت فیزیولوژیکی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. جهت مطالعه اثر سیستم تغذیه‌ای از نظر نوع آبیاری بر خصوصیات اکوفیزیولوژیک گل داوودی رقم پوما مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای اکوفیزیولوژیک شامل میزان فتوسنتز، میزان تعرق، میزان CO_2 زیر روزنه‌ای، کارآیی مزوفیل و کارآیی مصرف آب گیاهان در طول فصل رشد و در دو مرحله رشد و نمو گل (١- اواخر مرحله رشد رویشی گیاه (اواسط بهمن) ٢- اواخر مرحله رشد زایشی گیاه (اواخر اسفند) اندازه‌گیری شد. نتایج جدول مقایسات میانگین نشان داد که نوع سیستم تغذیه‌ای و برهمکنش آن با زمان اندازه‌گیری اثر معنی‌داری ($P<٠/٠١$) بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاه داوودی داشت ولی اثر زمان اندازه‌گیری (بجز در مورد کارآیی مصرف آب) به تنهایی معنی‌دار نبود. البته غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای در سطح احتمال ($P<٠/٠١$) معنی‌دار و بیشترین میزان آن در سیستم آکواپونیک Raft مشاهده شد. در این آزمایش بیشترین مقادیر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در سیستم تغذیه‌ای آبیاری از بالا و در زمان رشد زایشی مشاهده شد. نتیجه اینکه شرایط اکوفیزیولوژیکی گیاهان در سیستم تغذیه‌ای آبیاری از بالای گلدان بهتر از سیستم آکواپونیک آبیاری از زیر گلدان بود و دلیل احتمالی آن را می‌توان به هوادهی بهتر بستر کشت نسبت داد.

واژگان کلیدی: آکواپونیک، پرلایت، خصوصیات اکوفیزیولوژیکی، داوودی

مقدمه

آکواپونیک به عنوان سیستم تلفیقی هیدروپونیک و پرورش ماهی شناخته می شود. آکواپونیک علم تلفیق تولید ماهی و گیاه در یک رابطه همزیستی است که پساب ماهی به عنوان کود برای گیاه مورد استفاده قرارگرفته و آب تصفیه شده توسط گیاه به استخر پرورش ماهی‌ها انتقال می‌یابد. این عمل برای ماهی نیز سود دارد چون در اثر تجزیه بقایای گیاهان و میکروارگانیسم‌هایی که در بستر استخر تجمع یافته ممکن است مواد سمی تولید شود در حالی که اگر این پساب برای گیاهان مصرف شود می تواند به عنوان کود مورد استفاده گیاه قرار گیرد، به عبارت دیگر بستر کشت مثل یک بیوفیلتر عمل می‌کند. دراین میان باکتری‌های موجود در بستر کشت نقش مهمی را در چرخه عناصر دارند که بدون وجود آن سیستم خوب عمل نمی‌کند. به‌طورکلی کشت گیاهان در تلفیق با پرورش ماهی محاسن متعددی همچون بهبود طعم و کیفیت محصولات کشاورزی حاصل از این سیستم، بهبود کیفیت آب استخرهای پرورش ماهی، کاهش آلودگی محیط زیست، کاهش هزینه تامین آب و صرفه جوئی در مصرف کودهای شیمیائی را به دنبال دارد (روستا، ١٣٨٨). پرورش ماهی در سیستم بسته با بازچرخانی آب (استفاده از آب برای چندین بار) باعث تجمع مواد آلی زائد در محیط کشت می‌شود، این مواد متابولیکی اگر به تغذیه گیاهان برسند زائد نیستند بلکه ارزش اقتصادی دارند و برای سیستم تولید ماهی منفعت دارند. سیستم‌هایی که محصولات ثانوی را با استفاده از مواد جانبی گونه‌های اولیه پرورش می‌دهند به سیستم‌های توامان معروفند (راکوسی و همکاران، ٢٠٠٦). خصوصیات مواد بستر کشت اثرات مستقیم و غیرمستقیمی روی فیزیولوژی گیاهی و تولید دارد (کانتلیفی و همکاران، ٢٠٠١). یکی از راه‌کارهای هیدروپونیک ارگانیک استفاده از بسترهای آلی در جهت مطلوب‌سازی رشد گیاه است. سوبسترا را می‌توان الگوی زهکش و توسعه ریشه‌های جدید تعریف نمود. پرلایت دارای منافذ زیادی بوده و ٤-٣ برابر آب را بیشتر از وزنش می‌تواند در خود نگه دارد و ظرفیت نگهداری بالایی دارد. ریشه‌ها در پرلایت اغلب به خوبی هوادهی می‌شوند و آب به آن‌ها

می‌رسد (المپیوس، ١٩٩٢). سلامت گیاهان در محیط‌های پرورشی رابطه مستقیم با تولید محصول داشته و با مطالعه آن می‌توان کارآمد بودن سیستم‌های مختلف را مقایسه کرد. پارامترهای فتوسنتزی و روابط آبی شاخص‌های خوبی برای تشخیص میزان سلامت گیاهان به شمار می‌روند و به عنوان ابزاری برای مطالعه وضعیت فیزیولوژیکی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. بررسی شاخص‌های فیزیولوژیکی می‌تواند به درک عمیق‌تر مکانیسم‌های مرتبط با رشد، تولید محصول و سازگاری منجر شود و به عنوان یک معیار خوب جهت انتخاب محیط‌های مناسب کشت استفاده شود. بنابراین، در این آزمایش جهت مطالعه اثر سیستم تغذیه‌ای از نظر نوع آبیاری بر خصوصیات اکوفیزیولوژیک داوودی قلمه‌های داوودی رقم پوما در مرحله دو برگی به گلدان‌های حاوی پرلایت انتقال یافته و از بالای گلدان با محلول آکواپونیک آبیاری شدند و با گیاهان رشد کرده در سیستم آکواپونیک Raft مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

بعد از دو هفته ریشه‌دارشدن، قلمه‌های داوودی (*Chrysanthemum x morifolium* L. cv. Puma) در مرحله دو برگی به گلدان‌های حاوی پرلایت انتقال یافتند. در هر گلدان ٣ قلمه گل داوودی قرار گرفت. گیاهان تحت شرایط دمایی ٢٣/١٨ شب/روز و رطوبت ٤٠ درصد رشد کردند. در طی ٢٤ ساعت شبانه‌روز گلدان‌های سیستم آبیاری از بالا سه بار و هر بار ٢٠٠ میلی‌لیتر با آب سیستم آکواپونیک تغذیه شدند. در سیستم آکواپونیک آبیاری از پایین (Raft) مورد استفاده در این آزمایش پمپ آب که در زیر مخزن پرورش ماهی قرار گرفته بود آب را به زلال‌سازها پمپاژ می‌کرد و پس از ته‌نشین شدن مواد جامد در زلال‌سازها و گذشتن از مراحل فیلتراسیون و گاززدائی، آب وارد مخازن هیدروپونیک می‌شد تا گیاهان مواد زاید معدنی را از زیر گلدانهای یونولیتی شناور جذب کنند و پس از حذف مواد زاید، آب تصفیه شده از بسترهای آکواپونیک Raft وارد مخازن پرورش ماهی می‌شد. آهن تنها ماده غذایی بود که به صورت کلات آهن در غلظت ٢ میلی‌گرم بر لیتر و هر هفته یک بار به سیستم اضافه می‌شد. آبی که در اثر تبخیر و تعرق و حذف مواد زاید جامد رسوب شده حذف می‌شد، با آب شیر متصل به شبکه آب شهر جایگزین، و توسط حباب شناور تنظیم می‌شد. ٣ ماهی کپور معمولی، ٥ ماهی کپور فیتوفاگ و ٢٢ ماهی کپورآمور در هر متر مکعب آب وجود داشت. وزن ابتدایی ماهی‌ها به‌طور متوسط ١٠٠–٥٠ گرم بود. نیاز حرارتی ماهی کپور٣٠–٢٠درجه سانتیگراد است. بنابراین به دلیل کشت گیاه در زمستان و دمای پایین آب مخزن‌ها از المنت‌های گرمکن در هر مخزن استفاده می‌شد. ماهی‌ها سه بار در روز با غذای پلت کامل به میزان١٠٠ گرم تغذیه می‌شدند. خصوصیات اکوفیزیولوژیک گیاهان در دو مرحله رشد رویشی و رشد زایشی با دستگاه آنالیزور گاز مادون قرمز مدل ADC,LCA-4 ساخت شرکت هادسون انگلستان اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فاکتورهای اکوفیزیولوژیکی در ساعت ١٢–٩ صبح و در شدت نور بیش از ١٦٠٠ میکرو مول فوتون بر متر مربع بر ثانیه صورت گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ٠/٠١ توسط نرم‌افزار کامپیوتری (٩:٠)SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول مقایسات میانگین نشان داد که نوع سیستم تغذیه‌ای و برهمکنش آن با زمان اندازه‌گیری اثر معنی‌داری ($p<٠/٠١$) بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاه داوودی داشت ولی اثر زمان اندازه‌گیری (بجز در مورد کارآیی مصرف آب) به تنهایی معنی‌دار نبود. بررسی داده‌ها نشان داد که خصوصیات اکوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در سیستم تغذیه‌ای آبیاری از بالا بیشترین مقدار بود. البته غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای در سطح احتمال ($p<٠/٠١$) معنی‌دار و بیشترین میزان آن در سیستم آکواپونیک Raft مشاهده شد. در این آزمایش بیشترین فتوسنتز، کارآیی مزوفیل، تعرق و کارآیی مصرف آب در تیمار تغذیه‌ای آبیاری از بالا و در زمان رشد زایشی مشاهده شد. بالا بودن میزان فتوسنتز می‌تواند ناشی از افزایش در هدایت روزنه‌ای برگ باشد (کوچکی، ١٣٨٤). بدیهی است شرایط محیطی که کارایی فتوسنتزی را در گیاه افزایش دهد باعث افزایش تولید خالص

خواهد شد. از طرفی تغییر در ترکیبات گازی برگ‌ها بر روی عملکرد و پتانسیل تولید گیاه تاثیر می‌گذارد (وماس، ۱۹۹٤) همچنین مطالعات تغییرات گازها در برگ این امکان را به ما می‌دهد که بر آوردی از پاسخ‌های فیزیولوژیکی در شرایط محیطی مختلف داشته باشیم (ناولا و دی پالما، ۱۹۹۵). در سیستم آکواپونیک تهویه بالا جهت تشدید پروسه تجزیه مواد آلی و شوره‌سازی لازم است. در این سیستم همراه با زهکشی، هوا وارد محیط کشت می‌شود. اکسیژن بالای هوا (در مقایسه با آب) تجزیه مواد آلی در بستر را افزایش می‌دهد و این در حالیست که در سیستم آبیاری از پایین یعنی آکواپونیک Raft احتمالاً به خاطر عدم تهویه مناسب ریشه‌های گیاه داوودی در این سیستم بوده که خسارت کوتاه و کلفت شدن ریشه‌ها، ضخیم و تا حدی قهوه ای شدن آن‌ها را به دنبال دارد. نتیجه اینکه شرایط اکوفیزیولوژیکی گیاهان در سیستم تغذیه‌ای آبیاری از بالای گلدان بهتر از سیستم آکواپونیک آبیاری از زیر گلدان بود و دلیل احتمالی آن را می‌توان به هوادهی بهتر بستر کشت نسبت داد.

جدول ۱) اثر سیستم تغذیه‌ای بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گل داوودی رقم پوما در بستر کشت پرلایت

تیمار	فتوسنتز (میکرومول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)	میزان CO_2 زیر روزنه‌ای (میکرومول بر مول)	کارایی مزوفیل (مول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)	تعرق (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)	کارایی مصرف آب (میکرومول CO_2 بر مول آب)
سیستم تغذیه‌ای					
آبیاری از بالا	**۵/۹۳ a**	**٤۷۸/۰۹۵ a**	**۰/۰۱۲ a**	**۲/۰۹۸ a**	**۲/۸۲۱ a**
آکواپونیک Raft	**۲/٤۳ b**	**٤۸٦/٦۵۵ a**	**۰/۰۰۳ b**	**۱/۳٤۵ b**	**۱/۷۱٦ b**
زمان اندازه‌گیری					
رشدرویشی	**۳/۷۳ a**	**٤۷۱/۵۷ a**	**۰/۰۰۷٦ a**	**۱/۵٤ a**	**۲/٤ a**
رشد زایشی	**۳/۵۹ a**	**٤۷۹/۵۳ a**	**۰/۰۰٦۵ a**	**۱/٦۲ a**	**۲/۰۱۳ b**

†حروف مشابه در کنار میانگین ها نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار تیمارها در سطح ۱٪ است.

جدول ۲) اثرات بر همکنش سیستم تغذیه‌ای * زمان اندازه‌گیری بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گل داوودی رقم پوما

تیمار	فتوسنتز (میکرومول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)	میزان CO_2زیر روزنه‌ای (میکرومول بر مول)	کارایی مزوفیل (مول CO_2 بر متر مربع بر ثانیه)	تعرق (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه)	کارایی مصرف آب (میکرومول CO_2 بر مول آب)
AT_1	٤/۸٤ b	٤۸۷/۳۹ b	۰/۰۰۹٦ b	۱/۸۹ ab	۲/۵۸ ab
RT_1	۳/۲۵ c	٤٦۰/۷۱ c	۰/۰۰٦ bc	۱/٤۹ bc	۲/۱۲ bc
AT_2	۷/۰۱۳ a	٤٦۸/۸ bc	۰/۰۱۵ a	۲/۳۱ a	۳/۰٦ a
RT_2	۱/٦۱ d	۵۱۲/٦۰ a	۰/۰۰ d	۱/۲۰ c	۱/۳۱ d

†حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال ۱٪ است. (AT_1 – آکواپونیک آبیاری از بالا– زمان رشد رویشی، RT_1 – آکواپونیک Raft– زمان رشد رویشی، AT_2- آکواپونیک آبیاری از بالا– زمان رشد زایشی، RT_2- آکواپونیک Raft– زمان رشد زایشی)

منابع

روستا، ح.ر. ١٣٨٨. آکواپونیک (کشت و پرورش توام ماهی و گیاه در سیستم مداربسته با بازچرخانی آب). انتشارات پلک. ١٧١ صفحه.

کوچکی، ع .زند، ا. بنایان اول، م. رضوانی مقدم، پ. مهدوی دامغانی، ع. جامی احمدی، م. و وصال، س. ١٣٨٤. اکوفیزیولوژیکی گیاهی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ٤٤٥ صفحه.

Cantliffe, D.J. Shaw, .N Jovicich, E. Rodriguez, J.C. Secker, I. and Z. Karchi. 2001. Passive ventilated high-roof greenhouse production of vegetables in a humid mild winter climate. Acta. Hort. 559: 515–20.

Novello, V. and Depalma, L. 1995. Observation on the pistachio photosynthetic activity in southern Italy. Acta Hort. 419: 97-10.

Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation rock wool, peat, perlite and other substrates. Acta Hort. 323: 215-234.

Rakocy, J.E., M.P.Masser, and T.M. Losordo. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant culture. SRAC Publication No.454.

Vemmos, S. N. 1994. Net photosynthesis, stomatal conductance, chlorophyll content and specific leaf of pistachio trees (cv. Aegenes) as influenced by fruiting. J. Hort. Sci. 69:775-782.