

## مقایسه اثرات بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی گل داوودی رقم پوما *Chrysanthemum morifolium* cv. Puma در دو سیستم هیدروپونیک و آکواپونیک

محبوبه علایی<sup>۱\*</sup>، حمیدرضا روستا<sup>۲</sup>، سید نجم الدین مرتضوی<sup>۳</sup> و حسین علایی<sup>۴</sup>

\*- نویسنده مسول: دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان (alaeim\_m2000@yahoo.com)

۴و۲- به ترتیب استادیاران گروه علوم باغبانی و گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه رفسنجان

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۵

### چکیده

با گسترش کشت هیدروپونیک در تولید محصولات باغبانی، تقاضا برای مواد اولیه بستر نیز افزایش یافته است و نیاز به مطالعات بیشتر برای یافتن بهترین بستر با توجه به خصوصیات گیاهان مورد کشت، ضروری به نظر می‌رسد. به این منظور پژوهشی بر روی گل داوودی رقم پوما به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور بسترهای کاشت مختلف (کوکوپیت: پرلایت با نسبتهای ۱:۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵:۰، ۵۰:۵۰:۰، ۷۵:۲۵:۰، ۱۰۰:۰:۰) و سیستم کشت (آکواپونیک و هیدروپونیک) و با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان دادند که نوع سیستم و بسترهای کشت مختلف و هم‌چنین برهمکنش آن‌ها اثر معنی‌داری بر خصوصیات کمی و کیفی گل داوودی داشتند. بر اساس نتایج، سیستم هیدروپونیک در بهبود شاخص‌ها از لحاظ تمام شاخص‌های رشد رویشی در سطح بالاتری نسبت به سیستم آکواپونیک قرار داشت. در بستر ۱:۱۰۰:۰ پرلایت وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی پایین‌ترین مقدار بود در حالی که گیاهان در بسترهای ۲۵:۷۵:۰ پرلایت: کوکوپیت از نظر شاخص‌های وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی بالاترین میزان را دارا بوده و معنی‌دار شدند. بنابراین از لحاظ صفات رویشی بهترین بستر ۲۵:۷۵:۰ پرلایت: کوکوپیت معرفی می‌شود. سیستم هیدروپونیک از نظر صفات زایشی مثل تعداد گل در هر بوته، تعداد گل روی هر شاخه، تعداد غنچه، شاخص کیفیت و طول شاه‌گل نسبت به سیستم آکواپونیک تفاوت معنی‌دار نشان داد. گیاهان در سیستم هیدروپونیک در بستر ۵۰:۵۰:۰ پرلایت: کوکوپیت بیشترین تعداد گل را داشتند، اگر چه این افزایش در تعداد گل باعث کاهش کیفیت گل‌ها نسبت به محیط کشت‌های دیگر حاوی کوکوپیت شد. این در حالیست که در سیستم آکواپونیک بیشترین تعداد گل در هر بوته در تیمار پرلایت تنها مشاهده شد. به طور کلی گیاهان در بستر کشت مخلوط کوکوپیت و پرلایت بخصوص در نسبتهای بالای کوکوپیت ۲۵:۷۵:۰ پرلایت: کوکوپیت بهترین رشد را داشتند که دلیل آن مربوط به خصوصیات فیزیکی خوب پرلایت و خصوصیات فیزیکی شیمیایی کوکوپیت خصوصاً توانایی نگه‌داری بالای آب و مواد غذایی است.

کلید واژه‌ها: آکواپونیک، بسترهای کشت، داوودی، رشد رویشی، رشد زایشی، هیدروپونیک

### مقدمه

بریده از لحاظ اقتصادی و کشت و کار دارا می‌باشد. (تگزریا دا سیلوا<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳) و پرورش آن به صورت هیدروپونیک و در محیط کشت دانه‌بندی شده (مثل

گل داوودی یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده رایج می‌باشد که دارای بیش از ۲۰۰ رقم است و امروزه رتبه دوم جهانی را پس از گل رز در میان گل‌های شاخه

دارند. کشت و پرورش توام ماهی و گیاه را آکوپونیک می‌گویند. در آکوپونیک عناصر غذایی که به طور مستقیم به صورت مواد زاید متابولیکی ماهی دفع می‌شوند، یا با فعالیت باکتری‌ها طی عمل نیتریفیکاسیون روی مواد زاید آلی آزاد می‌شوند، توسط گیاهان کشت شده در سیستم هیدروپونیک جذب می‌شوند. سپس این آب تصفیه شده برای استفاده مجدد به داخل مخزن پرورش ماهی برمی‌گردد (روستا، ۱۳۸۸). با تلفیق هیدروپونیک و آبرزی پروری توان تولیدی و سودآوری کلی پرورش گیاه توام با به کارگیری ضایعات ماهی افزایش خواهد یافت. داشتن محصولات ثانویه (گل داوودی) که مواد غذایی خود را به طور بی‌هزینه‌ای از فضولات ماهی دریافت می‌کنند پتانسیل سود اقتصادی سیستم آکوپونیک را افزایش می‌دهد. آلوده‌کننده‌های عمده در صنعت آبرزی پروری متراکم نیتروژن و فسفر هستند. نیتروژن (N) به شکل‌های معمول آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ،  $\text{NH}_4^+$ )، نیتريت ( $\text{NO}_2^-$ ) و نترات ( $\text{NO}_3^-$ ) وجود دارد و فسفر (P) به صورت فسفات ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) در دسترس است (آدلر و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰). هر گیاهی را در سیستم آکوپونیک می‌توان کشت کرد. در سطح تجاری گیاهانی باید کشت شوند که در غلظت‌های نیتروژن بالا خوب رشد می‌کنند. در آزمایشی ۲۴ گونه گل زینتی برای پرورش در سیستم آکوپونیک استفاده شد. در نهایت مشخص گردید که بهترین رشد گل‌های زینتی شامل شاه‌پسند (*Lantana*)، بنجامین ابلق (*Ficus benjamina variegata*) و نخل زینتی (*Washington filifera*) بود (آقارخ، ۱۳۸۷). کیفیت میوه‌های گوجه‌فرنگی‌هایی که در سیستم پرورش تلفیقی به صورت هیدروپونیک چرخشی کشت شده بودند، نسبت به گوجه‌فرنگی‌های مشابه در شرایط مزرعه بهتر بود. مشکل اصلی سیستم آکوپونیک در گوجه‌فرنگی و سایر سبزی‌های میوه‌ای در مرحله میوه‌دهی است که برای تولید محصول بهتر نیاز به عناصر

ماسه و پرلایت) موفقیت‌آمیز بوده است (میسون<sup>۱</sup>، ۱۹۹۶). یکی از فاکتورهای کلیدی که برای مطلوب‌سازی رشد گیاه می‌توان تغییر داد، بستر کشت مورد استفاده برای کشت و پرورش گیاهان است. بستر کشت را می‌توان الگوی زهکش و توسعه ریشه‌های جدید تعریف نمود. (مالوپا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱) اعلام کردند که در بین تکنیک‌های مختلف هیدروپونیک کشت در بستر، اصلی‌ترین و بهترین سیستم کشت محسوب می‌شود. بسترهای کشت باید دارای ویژگی‌هایی از جمله متخلخل بودن، چگالی کم، عاری بودن از هر نوع فلزات سنگین، ویژگی‌های مناسب pH از جمله عدم واکنش با محلول غذایی، خنثی بودن، داشتن کیفیت ثابت و عدم تغییر ویژگی‌های فیزیکی، داشتن حداقل سه سال عمر مفید، کاربرد ساده، کم هزینه، قابل بازیافت و عاری بودن از هر گونه آفت باشند. گزارش‌های متفاوتی در ارتباط با کاربرد پرلایت به عنوان بستر کشت در کشت هیدروپونیک ارائه شده است (مالوپا و همکاران، ۱۹۹۹) از جمله اینکه پرلایت دارای منافذ زیادی بوده و می‌تواند ۳-۴ برابر وزنش آب در خود نگه دارد و ظرفیت نگهداری بالایی دارد. ریشه‌ها در پرلایت اغلب به خوبی هوادهی می‌شوند و آب کافی به آن‌ها می‌رسد. پرلایت و کوکوپیت در اکثر بسترها یکی از ترکیبات مورد استفاده در کشت هیدروپونیک هستند، که منافذ محیط کشت و میزان در دسترس بودن آب را افزایش می‌دهند. هال<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) نشان داد که بستر کشت کوکوپیت: پرلایت بیشترین عملکرد را به دنبال دارد. 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

1- Maysen  
2- Maloupa et al.  
3- Hall

4- Adler et al.

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 آب در اثر نیروی گرانش وارد سیستم فیلتراسیون می‌شد که درون آن‌ها توری قرار گرفته بود و ذرات کوچکتری که در زلال‌ساز جدا نشده بود را از آب حذف می‌کرد. بعد از این مرحله، آب وارد سیستم گاززدایی شده تا گازهای مضر که در طول فیلتراسیون ممکن بود تولید شده باشند حذف شوند. سپس آب وارد مخازن هیدروپونیک می‌شد تا گیاهان تغذیه شوند و پس از حذف مواد زاید، آب تمیز شده از بسترهای هیدروپونیک وارد مخازن پرورش ماهی می‌شد. هر مخزن پرورش ماهی ۱۰ دمنده هوا داشت، که به طور ماهیانه تمیز می‌شد. سه دمنده هوا نیز در مخزن گاززدایی قرار داشت. هر مخزن هیدروپونیک نیز ۱۰ دمنده هوا داشت که به فاصله ۰/۵ متر از یکدیگر در حاشیه مخزن قرار گرفته بودند. مواد جامد رسوب شده در زلال‌ساز روزانه با بازکردن شیر خالی می‌شد. مواد جامد ریز که روی توری در مخزن‌های فیلتر جمع می‌شدند یک یا دو بار در ماه پس از خالی کردن مخزن و شستن توری با آب تمیز می‌شدند. تنها ماده غذایی که باید به سیستم اضافه می‌شد آهن بود که به صورت کلات آهن در غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر و هر هفته یک بار 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 می‌شد. آب مخازن پرورش بوسیله حباب شناور تنظیم می‌شد. ۳ عدد ماهی کپور معمولی، ۵ ماهی کپور از نوع فیتوفاگ و ۲۲ ماهی کپور از نوع آمور در هر متر مکعب آب وجود داشت. وزن ابتدایی ماهی‌ها به طور متوسط ۱۰۰-۵۰ گرم بود. نیاز حرارتی ماهی کپور ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد است. بنابراین به دلیل کشت زمستانه و دمای پایین آب مخزن‌ها از المنت‌های گرمکن در هر مخزن استفاده می‌شد. ماهی‌ها سه بار در روز با غذای پلت کامل دارای ۴۶ درصد پروتئین، چربی خام ۱۳ درصد، خاکستر ۱۳

غذایی ریزمغذی بالایی دارند که در ضایعات ماهی به میزان کافی وجود ندارد و لازم است این عناصر به سیستم اضافه شوند (روستا، ۱۳۸۸). راکوسی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) سیستم استفاده مجدد از آب و کشت تلفیقی را سیستم پایدار و قابل توصیه برای کشورهای در حال توسعه و مناطق خشکی که در آن آب شیرین محدود است، می‌داند.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور مقایسه اثرات بسترهای مختلف کشت در دو سیستم هیدروپونیک و آکواپونیک به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور بستر کاشت (کو کوپیت: پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۱۰۰:۰) و سیستم کشت (آکواپونیک و هیدروپونیک) با سه تکرار در گلخانه دانشگاه ولی عصر رفسنجان انجام گرفت. ابتدا قلمه‌های علفی گل داوودی (*L. cv. Puma*) در *Chrysanthemum x morifolium* در گلدان‌های یونولیتی حاوی پرلایت کشت شده و پس از دو هفته ریشه‌دار شدن، گیاهان یکنواخت از لحاظ اندازه، وزن و طول انتخاب شده و درون هر گلدان سه گیاه به گلدان‌های چهار لیتری یونولیتی انتقال یافتند. چهار روز پس از انتقال قلمه‌ها به گلدان‌ها، از محلول غذایی یک‌دوم هوگلند<sup>۲</sup> جهت تغذیه گیاهان استفاده شد. آب مورد نیاز برای ساخت محلول غذایی از یک دستگاه تصفیه آب با پنج فیلتر و هدایت الکتریکی (EC) آب خروجی معادل ۱۴ میکروموس و pH خنثی تامین می‌شد. گیاهان با دوره نوری شانزده ساعته تحت شرایط دمایی ۲۳/۱۸ درجه سانتیگراد به ترتیب (شب/روز) و رطوبت نسبی ۴۰ درصد رشد یافتند. در طی ۲۴ ساعت شبانه‌روز گلدان‌ها سه بار و هر بار ۲۰۰ میلی‌لیتر با آب سیستم آکواپونیک و یا هیدروپونیک، بسته به تیمار تغذیه شدند. در سیستم آکواپونیک این آزمایش،

1- Rakocy et al.

2- Hogland

با افزایش میزان پرلایت در بستر وزن تر اندام هوایی از ۷۳/۰۱ گرم در هر گیاه در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت به ۵۳/۴۶ گرم در بستر کشت ۱۰۰ درصد پرلایت کاهش یافت. این یافته‌ها با نتایج پورحسینی و همکاران (۱۳۸۸) مشابه است. وزن خشک اندام هوایی نیز از ۱۱/۰۵ گرم در هر گیاه در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت به ۸/۰۴ در بستر کشت ۱۰۰ درصد پرلایت کاهش یافت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی گیاه مربوط به بستر کشت مخلوط ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بود و این یافته مطابق با نتایج النی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) و رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) است. در نتایجی که خیاط و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۷) در بررسی پتوس داشته‌اند تاثیر وزن تر و خشک شاخساره بر گیاه در بستر کشت کوکوپیت، بالاترین میزان بوده است که با نتایج این آزمایش از این جهت که بهترین نتایج در درصد بالاتر کوکوپیت را شامل می‌شود سازگار است و کمترین وزن خشک مربوط به بستر کشت پرلایت می‌باشد که با نتایج فتوحی قزوینی و همکاران (۲۰۰۷) مشابه است. در طول دوره‌ی گلدهی مقادیر زیادی از مواد غذایی به اندام‌های زایشی انتقال داده می‌شود و میزان آب کمی در بستر کشت پرلایت باقی می‌ماند که سطوح آب گیاه را کاهش می‌دهد و سبب کاهش تولید ماده خشک گیاه می‌شود. فاسلا و زیزو<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) در بررسی ترکیب پرلایت با کوکوپیت (۱:۱) بر روی گل رز (رقم آناستاسیا) مشاهده کردند که این ترکیب بیشترین وزن تر و خشک را دارا بود. نتایج برهمکنش سیستم کشت و بستر نشان داد که در سیستم هیدروپونیک بالاترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی مربوط به تیمار ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بود که با نسبت های دیگر تفاوت معنی‌دار نشان داد، در صورتیکه در سیستم آکواپونیک این تفاوت

درصد، فیبر ۲/۵ درصد، فسفر ۱/۵ درصد و رطوبت ۱۱ درصد تغذیه می‌شدند. با تکرار عمل تاریکی گلخانه روز کوتاهی مصنوعی ۴۲ روزه برای نوع اسپری کشت شده، در نهایت تا زمانی که گیاه به گل برود و قابل برداشت بشود (۴ ماه) شاخص‌هایی مثل ارتفاع شاخه گل، تعداد گل، قطر گل و شاه‌گل (توسط کولیس)، قطر ساقه (توسط کولیس)، تعداد شاخه و سطح برگ (دستگاه سنجش سطح برگ<sup>۱</sup>) اندازه‌گیری و شمارش شد. هم‌چنین پس از برداشت نیز وزن تر ریشه و اندام‌های هوایی اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌های شاخساره و ریشه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند. سپس از آون خارج و وزن خشک شاخساره و ریشه تعیین شد. پس از روز کوتاهی متوالی و تشکیل طبق گل‌آذین شکل، به تدریج گلچه‌های کناری طبق شروع به ظهور می‌کنند. در پرورش رقم پوما در این پژوهش چون غنچه‌ها حذف نمی‌شوند تعداد روزهای کوتاه بیشتری مورد احتیاج بود. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و محاسبات آماری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

### نتایج و بحث

نتایج نشان دادند که تیمارهای به کار برده شده وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع گیاه، قطر ساقه‌ی اصلی، قطر ساقه‌ی فرعی و تعداد شاخه را به طور معنی‌داری ( $p < 0.01$ ) تغییر داد. بررسی‌ها نشان داد که گیاهان رشد کرده در سیستم هیدروپونیک بیشترین میزان مقادیر این فاکتورها را در مقایسه با سیستم آکواپونیک داشته‌اند.

### صفات رویشی: وزن تر و خشک اندام هوایی

2- Eleni et al.

3- Khayyat et al.

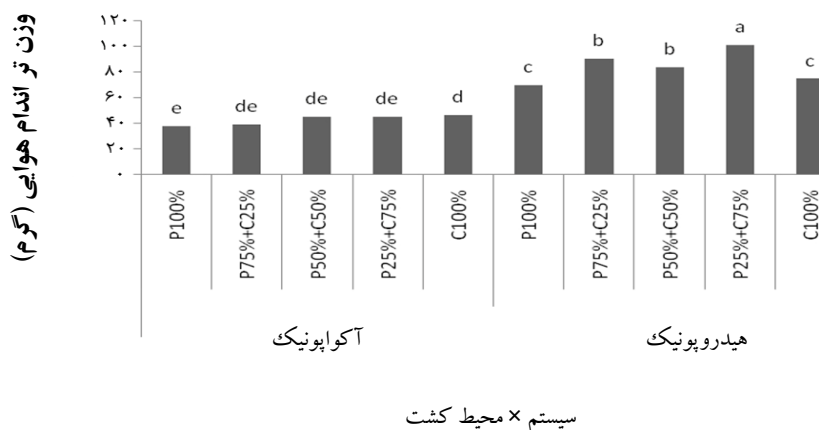
4 - Fascella & Zizzo

1- Leaf area meter, Model: CI-202, USA

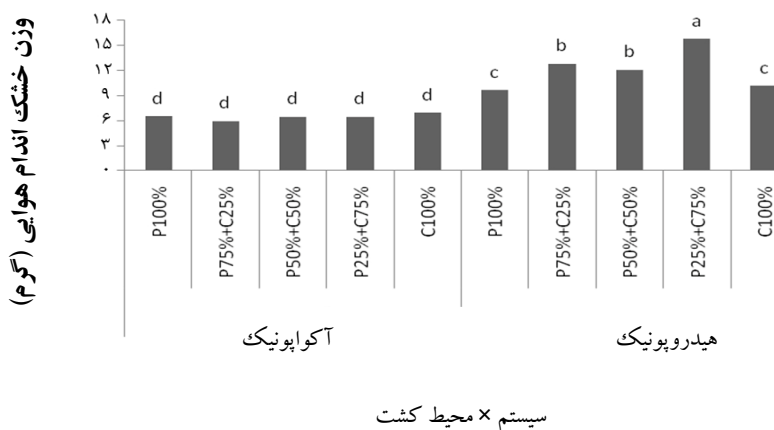
**وزن تر و خشک ریشه**

نتایج بیانگر این مطلب بود که بسترهای کشت ۱۰۰ درصد پرلایت و ۱۰۰ درصد کوکوپیت به طور معنی داری در سطح ۱٪ باعث کاهش وزن تر ریشه گردید، و

فقط در بستر ۱۰۰ درصد پرلایت معنی دار بود که کمترین میزان را از نظر وزن تر اندام هوایی در بین تیمارها داشت (شکل های ۱ و ۲). بنابراین اثر بستر بر رشد اندام هوایی در سیستم هیدروپونیک معنی دارتر از سیستم آکواپونیک بود.



نمودار ۱- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر وزن تر اندام هوایی داوودی (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبتهای درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). ستون های دارای حروف مشابه از نظر آماری نشانه اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می باشد.



نمودار ۲- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر وزن خشک اندام هوایی داوودی (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبتهای درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). ستون های دارای حروف مشابه از نظر آماری نشانه اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می باشد.

پرلایت خالص کمترین مقدار بود که این نتایج با یافته‌های (النی و همکاران، ۲۰۰۱؛ فاسلا و زیزو، ۲۰۰۵ و حسن پور و همکاران، ۱۳۸۸) همخوانی داشت. در واقع هر چه مقدار جذب عناصر بیشتر باشد رشد رویشی افزایش می‌یابد.

### قطر ساقه‌ی اصلی و فرعی

بیشترین قطر ساقه‌ی گل شاخه بریده خوشه‌ای داوودی در بستر کشت مخلوط کوکوپیت و پرلایت (۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت، ۵۰ درصد پرلایت: ۵۰ درصد کوکوپیت) و کمترین قطر در بستر کشت پرلایت ۱۰۰٪ بود و این نتیجه با نتایج النی و همکاران (۲۰۰۱) و فورلانی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) هماهنگی دارد. در رابطه با تعداد شاخه نتایج نشان داد که اثرات متقابل سیستم و بسترهای کشت و نیز اثرات سیستم و بستر کشت هر کدام بطور جداگانه بر صفت سطح برگ گل و تعداد شاخه معنی‌دار نگردید.

### صفات زایشی: عملکرد (تعداد گل)

خصوصیات مواد بستر کشت اثرات مستقیم و غیرمستقیمی روی فیزیولوژی گیاهی و تولید دارد (کانتلیفی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱). نتایج نشان داد اثر بسترهای کشت بر افزایش تعداد گل در هر شاخه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین گل‌ها در بستر کشت ۱۰۰٪ پرلایت و ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت برداشت گردید و بستر ۵۰ درصد پرلایت: ۵۰ درصد کوکوپیت کمترین تعداد گل‌های موجود در هر شاخه را داشت. بررسی اثرات متقابل تیمارها نشان داد که در سیستم هیدروپونیک تعداد گل در هر شاخه در تیمار ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت کاهش یافت در حالی که تعداد گل شاخه بریده در سیستم آکواپونیک افزایش یافت. (شکل ۵).

بیشترین وزن تر ریشه در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت به دست آمد. هم‌چنین در مورد اثر بسترهای کشت مختلف میزان وزن خشک ریشه از ۴/۴۴ گرم در هر گیاه در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت به ۲/۵۸ گرم در بستر کشت ۱۰۰ درصد پرلایت کاهش یافت. نتایج برهمکنش سیستم و بستر کشت نشان داد که در سیستم هیدروپونیک بالاترین میزان وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بود که با نسبت‌های دیگر تفاوت معنی‌دار نشان داد، در صورتیکه در سیستم آکواپونیک این تفاوت فقط در بستر ۱۰۰٪ پرلایت معنی‌دار بود که کمترین میزان را از نظر وزن خشک ریشه در بین تیمارها داشت (شکل‌های ۳ و ۴). بنابراین اثر بستر بر رشد ریشه در سیستم هیدروپونیک معنی‌دارتر از سیستم آکواپونیک بود. این احتمالاً به خاطر عدم تهویه مناسب ریشه‌های گیاه داوودی در بستر کوکوپیت ۱۰۰٪ و نبود آب کافی در بستر پرلایت ۱۰۰٪ بوده که در مورد بستر کوکوپیت ۱۰۰٪، خسارت کوتاه و کلفت شدن ریشه‌ها، ضخیم و تا حدی قهوه‌ای شدن آن‌ها را به دنبال داشت و این یافته‌ها با نتایج النی و همکاران (۲۰۰۱) و رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت و با نتایج خیاط و همکاران (۲۰۰۷) مغایرت داشت.

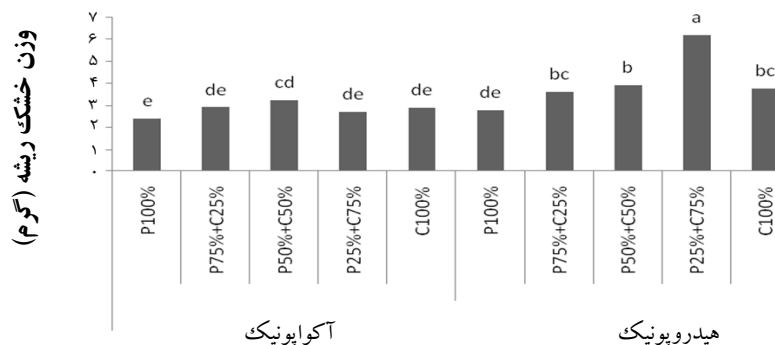
### ارتفاع گیاه

نتایج نشان دادند که گیاهان رشد یافته در سیستم هیدروپونیک به طور معنی‌داری ارتفاع ساقه بیشتری (۶۹/۰۷ سانتی‌متر) در مقایسه با سیستم آکواپونیک (۶۱/۶۶۷ سانتی‌متر) داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بسترهای مختلف کشت بر ارتفاع گیاه و نیز تاثیر اثرات متقابل بستر کشت در سیستم تغذیه‌ای بر ارتفاع ساقه‌ی گل‌های پرورش داده شده در گلخانه معنی‌دار نشد.

طول شاخه‌ی گل در بسترهای کشت حاوی کوکوپیت و پرلایت بیشترین و در بسترهای حاوی

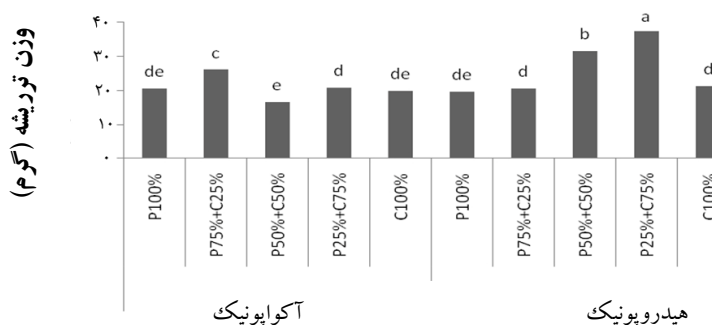
1- Furlani *et al.*

2- Cantliffe *et al.*



سیستم × محیط کشت

نمودار ۳- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر وزن خشک ریشه (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد.



سیستم × محیط کشت

نمودار ۴- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر وزن توریشه (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد.

پژوهش گیاهان در بستر کشت پرلایت خالص و ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بیشترین عملکرد تعداد گل را داشتند که با نتایج (النسی و همکاران، ۲۰۰۱؛ نوگرو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰؛ تراکا مارونا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵

تأثیر اثرات متقابل بستر کشت و سیستم تغذیه‌ای بر تعداد گل در هر بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (شکل ۵). از نظر تعداد غنچه کل خوشه نیز بستر ۷۵:۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بیشترین و ۱۰۰٪ پرلایت کمترین تعداد غنچه را داشت که با نتایج حسن پور و همکاران (۱۳۸۸) هماهنگی دارد. در این

1 - Noguera *et al.*2- Traka-Marrona *et al.*

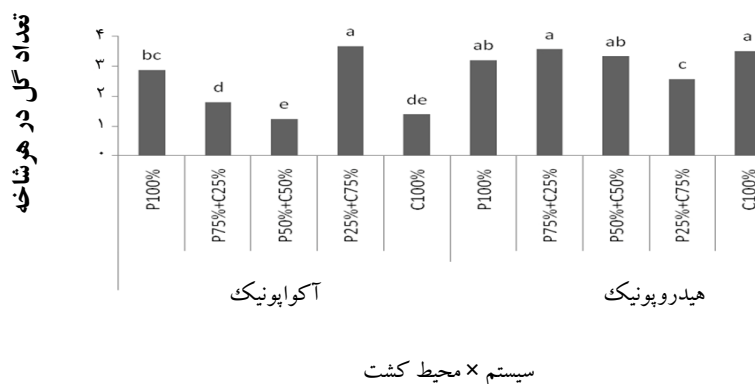
شد، و این در حالیست که بستر پرلایت ۱۰۰٪، کمترین تعداد گل در هر بوته را دارا بود. این نتایج متفاوت در دو سیستم احتمالاً به دلیل تفاوت شرایط لازم در دو سیستم است بطوریکه در سیستم آکوپونیک تهویه بالا جهت تشدید پروسه تجزیه مواد آلی و شوره‌سازی لازم است و این در حالیست که در سیستم هیدروپونیک آب کافی جهت افزایش پتانسیل آب و کاهش شوری ناشی از نمک‌های غذایی در محیط ریشه و در نتیجه در دسترس بودن عناصر غذایی فاکتور مهمی می‌باشد. افزایش پرلایت اثر منفی معنی‌داری روی ظرفیت بافاری آب در ترکیب دارد در حالی که پرلایت در ترکیب با کمپوست در همه‌ی نسبت‌های مطالعاتی هدایت هیدرولیکی را بهبود بخشیده و با بهبود منافذ هیدروفیزیکی منجر به آبیاری موثرتر و باروری و حاصلخیزی بهتر و توسعه و گسترش ساختارهایی می‌شود که در واقع می‌تواند منبع آبی کافی برای گیاه فراهم کند و تهویه‌دهی عالی به دنبال داشته باشد. در آزمایشی عبدالهادی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) در مورد گل رز مشاهده کردند در میان بسترهای کشت خالص بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب از نسبت‌های بالاتر پرلایت در بستر کشت بدست آمد. نتایج اسمارتزیدس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) نشان دادند که ژئولیت و پرلایت به عنوان مواد کارآمدی هستند که ژئولیت اثری مثبت بر تولید گل رز (*Rosa Hybrida*) دارد. پرلایت اهمیت بیشتری در فتوسنتز داشت و باعث بهبود فتوسنتز شد اما با این وجود افزایش معنی‌داری در تولید رز نداشت. در آزمایش فتوحی قزوینی و همکاران (۲۰۰۷) روی توت‌فرنگی (*Strawberry*) بیشترین تعداد گل و میوه و عملکرد گیاه در بستر کشت پرلایت: ژئولیت (۱:۳) حاصل شد. هم‌چنین میزان عملکرد بالا با این ترکیب در رز (*Rosa Hybrida*) (مالوپا و همکاران، ۱۹۹۹) مشاهده شده است. در محیط کشت پرلایت هوادهی ریزوسفر بالاست، بنابراین برای

و فاسلا و زیزو، ۲۰۰۵) مطابقت دارد که در آزمایشات آنان عملکرد در محصولات گلخانه‌ای متفاوت مورد بررسی، و در تیمار مخلوط کوکوپیت و پرلایت بیشتر از هر کدام از بسترها به‌تنهایی است. در آزمایشی استفاده از کوکوپیت در ترکیب با ۳۰٪ از کمپوست مواد زائد ارزان‌ترین بستر برای استفاده به‌عنوان بستر کشت گیاهان زینتی و به منظور دستیابی به اهداف اقتصادی و حفظ بعد زیست محیطی آن معرفی شد (هرن آندز و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). مالوپا و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی بر روی رز رقم فرست رد بیانکا مشابه این نتیجه را داشتند. در سیستم کشت هیدروپونیک صفات رویشی و عملکرد تعداد گل گیاه در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بهتر بوده و در بستر کشت ۷۵ درصد پرلایت: ۲۵ درصد کوکوپیت کمترین میزان را داشت. این مساله را می‌توان به اختلاف بسترهای کاشت مختلف در نگهداری و رهاسازی عناصر غذایی و ویژگی‌های فیزیکی بستر کشت از قبیل مقدار مناسب آب قابل دسترس به همراه تامین هوای کافی نسبت داد (ساواس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). به طور کلی پرلایت دارای ویژگی‌های مناسبی از قبیل سبکی، خنثی بودن از لحاظ شیمیایی، شرایط مناسب از نظر ظرفیت نگهداری رطوبت و هوا می‌باشد. نتایج نشان داد که تعداد گل در هر بوته در سیستم هیدروپونیک بیشتر از سیستم آکوپونیک بود. در سیستم آکوپونیک گیاهان در بستر کشت مخلوط پرلایت و کوکوپیت بیشترین عملکرد را داشتند به طوری که هر چه نسبت پرلایت به کوکوپیت بیشتر شده عملکرد نیز افزایش یافته است (شکل ۶)، که با نتایج فاسلا و زیزو و دیگران (۲۰۰۵) در مبحث عملکرد، مطابقت دارد و بستر کشت کوکوپیت کمترین عملکرد تعداد گل را داشت. در سیستم هیدروپونیک نتیجه متفاوتی کسب شد و بیشترین تعداد گل در بستر کشت ۵۰ درصد پرلایت: ۵۰ درصد کوکوپیت مشاهده

3- Abd El-Hady *et al.*4- Samartzidis *et al.*1- Hern-andez-Apaolaza *et al.*

2- Savvas





نمودار ۵- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر تعداد گل در هر شاخه (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد.



نمودار ۶- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر تعداد گل (C= کوکوپیت، P= پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد.

ترکیب پرلایت با پیت بالاترین عملکردها را در میان بسترهای کشت آزمایش شده دارد. در کشت‌های بدون خاک ژبررا عملکرد بالاتری را در نسبت‌های پرلایت: زئولیت (نسبت ۱:۱) نسبت به دیگر ترکیبات آب می‌باشد (عیسی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۷).

جلوگیری از یک تنش آبی سریع گیاه به آبیاری کافی نیاز دارد (مالوپا و همکاران، ۲۰۰۱). هم‌چنین آلباهو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) ترکیب بستر پیت ماس: پرلایت (۱:۱) را بهترین تیمار مناسب، به دلیل رشد و عملکرد بیشتر برای فلفل معرفی کردند. عبدالمنیم و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) در آزمایشی روی کاهو (*Lettuce*) دریافتند که

3- Issa

1- Albaho *et al.*

2- Abd-Elmoniem *et al.*

## شاخص کیفیت گل

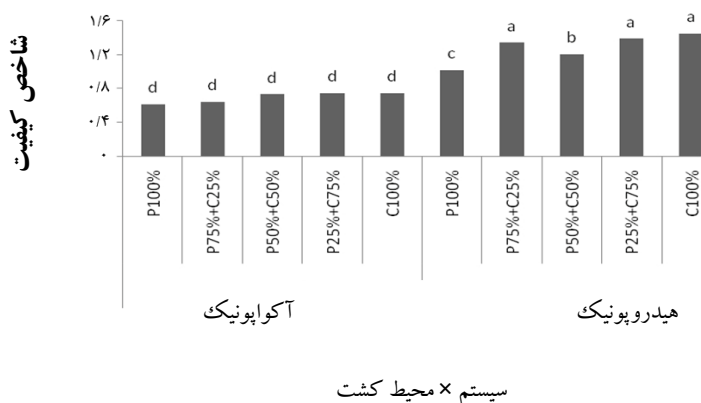
شاخص کیفیت گل از طریق تقسیم مقدار وزن تازه گل بریدنی به طول گل بدست می‌آید (دارلینگتون، ۱۹۹۲). شاخص کیفیت گل در سیستم هیدروپونیک (۱/۲۱) گرم بر سانتی متر) بیشتر از سیستم آکواپونیک (۰/۶۹) بود. هم‌چنین نتایج آزمایش حاضر نشان داد کیفیت عملکرد گل‌های پرورشی داوودی در بستر کشت ۲۵ درصد پرلایت: ۷۵ درصد کوکوپیت بیشترین افزایش را داشته است و به ترتیب بسترهای ۷۵ درصد پرلایت: ۲۵ درصد کوکوپیت، ۵۰ درصد پرلایت: ۵۰ درصد کوکوپیت و ۱۰۰٪ کوکوپیت در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. اگر چه در سیستم آکواپونیک تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص کیفیت در بین بسترها وجود نداشت، ولی در سیستم هیدروپونیک بسترهای ۱۰۰٪ پرلایت ضعیف‌ترین بسترهای کشت از لحاظ شاخص کیفیت گل بودند (شکل ۷).

رضایی و همکاران (۱۳۸۸) در معرفی بهترین

بسترکشت از لحاظ کیفیت گل رز رقم ماروسی (طول، وزن و قطر ساقه) بستر مخلوط ۲۵ درصد زئولیت: ۷۵ درصد کوکوپیت را پیشنهاد کردند که تاییدی جدید بر نتیجه آزمایش حاضر است. در مورد میزان طول شاه‌گل نتایج نشان داد که گل‌های پرورش یافته در سیستم هیدروپونیک بیشترین میزان طول شاه‌گل را نسبت به سیستم آکواپونیک داشتند، و تاثیر بستر کشت بر میزان طول شاه‌گل در سطح ( $p < 0/01$ ) معنی‌دار نشد.

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش بیانگر این است که سیستم هیدروپونیک از نظر کمیت و کیفیت تولید گل بریده داوودی بهتر از سیستم آکواپونیک بوده است، و در این سیستم گیاهان در بستر کشت مخلوط کوکوپیت و پرلایت بخصوص در نسبت‌های بالاتر کوکوپیت بهترین رشد را داشتند.



نمودار ۷- اثرات برهمکنش تیمار و بستر کشت بر شاخص کیفیت گل (C = کوکوپیت، P = پرلایت با نسبت‌های درصدی ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۰:۱۰۰). حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن می‌باشد.

### منابع

۱. آقارخ، ع. ۱۳۸۷. بررسی امکان پرورش گل‌ها و ماهی‌های زینتی با روش آکوپونیک در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بوشهر در مقیاس پایلوت، مرکز انتشار مطالعات و پژوهش‌های دانشگاه خلیج فارس (بوشهر)، ۴۷:۵۳-۶۵.
۲. پورحسینی، ل. عبادی، ع. و مستوفی، ی. ۱۳۸۸. بررسی اثر سطوح مختلف EC محلول غذایی، دفعات محلول دهی و بستر کاشت بر رشد و تولید محصول توت فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. ص: ۵۱۶. دانشگاه گیلان.
۳. حسن پور اصیل، م.، کریمی، م. و طالش ساسانی، س. ۱۳۸۸. تاثیر بسترهای کشت روی فیزیولوژی رشد دو رقم لیلیوم. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. رشت. ۳۱۹ ص.
۴. رحیمی، ا.، سجادی‌نیا، ع. و ارشادی، ا. ۱۳۸۸. اثر محیط‌های مختلف کشت بر میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها، رشد و نمو و خصوصیات اکوفیزیولوژیکی گیاه فیلودندرون (*Philodendron scandens*) در محیط هیدروپونیک. خلاصه مقالات اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گیاهی ایران. اصفهان. ۹۶ ص.
۵. رضایی، آ.، مبلی، م.، اعتمادی، ن.، خوشگفتارمنش، ا.، و بانی‌نسب، ب. ۱۳۸۸. تأثیر بسترهای مختلف کاشت بر رشد رز شاخه بریده رقم Marosia. خلاصه مقالات اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گیاهی ایران. اصفهان. ۲۹۸ ص.
۶. روستا، ح. ر. ۱۳۸۸. آکوپونیک: کشت و پرورش توام ماهی و گیاه در سیستم بسته بازچرخانی آب. انتشارات پلک. ۱۷۱ ص.
۷. میسون، ج. ۱۹۹۶. راهنمای کاشت گیاهان گلخانه‌ای به روش هایدروپونیک. (ترجمه تولایی، م.). انتشارات آموزش کشاورزی، ۳۸۲ ص.
8. Abd El-Hady, M., Ebtisam, I., and El-Dardiry. 2006. Improving Hydrophysical Properties Quality of Compost, Journal of Applied Sciences Research, 2(12): 1137-1141.
9. Abd-Elmoniem, E.M., Abdrabbo, M.A., Farag, A.A., and Medany, M.A. 2006. Hydroponics for Food Production: Comparison of Open and Closed Systems on Yield and Consumption of Water and Nutrient. The International Conf. on Water Resources & Arid Environment, 24: 674-683.
10. Adler, P.R., Harper .J.K, Takeda, F., Wade, E.M., and Summerfelt, S.T. 2000. Economic evaluation of hydroponics and other treatment options for phosphorus removal in aquaculture effluent. Horticulturae Science, 35: 993-999.

11. Albaho, M., Bhat, N., Abo-Rezq, H. and Binson Thomas .2009. Effect of Three Different Substrates on Growth and Yield of Two Cultivars of *Capsicum Annuum*. Journal of Scientific Research, 28(2): 227-233
12. 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 Horticulturae, 559: 515–20.
13. Darlington A.B., Dixon, M.A., and Tsujita, M.J. 1992. The influence of humidity control on the production of greenhouse roses (*Rosa hybrida*). Acta Horticulturae.
14. Eleni, M., Sabri, K., and Dimitra, Z. 2001. Effect of growing media on the production and quality of two rose varieties. Acta Horticulturae, 548: 79-83.
15. Fascella, G., and Zizzo, G.V. 2005. Effect of Growing Media on Yield and Quality of Soilless Cultivated Rose. Acta Horticulturae, (ISHS) 697: 133-138.
16. Fotouhi Ghazvini, R., Payvast, G., and Azarian, H. 2007. Effect of Clinoptilolitic-zeolite and Perlite Mixtures on the Yield and Quality of Strawberry in Soil-less Culture. International Journal of Agriculture and Biology, 09–6: 885–888.
17. Furlani, A.M.C., de Abreu, M.F., de Abreu, C.A., Furlani, P.R., and Bataglia, O.C. 2005. Determination of available macronutrients, Na, Cl, Ph and Ec in coir substrate incubated with mineral fertilizers, International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics, 37: 863-879.
18. Hall, A.D. 2009. Role of Perlite in Hydroponic Culture and (Hall. I. C., Is your plant reaching its full potential. California state Science fair. project summary).
19. Hern-andez-Apaolaza, L., Gasc, A.M., Gasc, J.M., and Guerrero, F. 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. Bioresource Technology, 96: 125–131.
20. Issa, M., Maloupa, E., and Gerasopoulos, D. 1997. Effects of the substrate on yield and quality of two gerbera varetis grown under protection. Chaiers Options Mediterranean's, 31: 365–9.
21. Khayyat, M., Nazari, F., and Salehi, H. 2007. Effects of Different Pot Mixtures on Pothos (*Epipremnum aureum Lindl.* and Andre 'Golden Pothos') Growth and Development. American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science, 2 (4): 341-348.
22. Maloupa, E.A., Abouhadid, M., Prasad and Kavafakis, C. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. Acta Horticulturae, 550: 593-599.
23. Noguera, P., Abad, M., Noguera, V., Puchades, R., Maquieira, A., 2000. Coconut corr waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. Acta Horticulturae, 517: 279–286.

24. Rakocy, J.E., M.P., Masser, and T.M., Losordo. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics integrating fish and plant Culture. SRAC Publication, 454.
25. Samartzidis, C., Awada, T., Maloupa, E., Radoglou, K., and H.-I.A Constantinidou. 2005. Rose productivity and physiological responses to different substrates for soil-less culture. *Scientia Horticulturae*, 106: 203–212.
26. Savvas, D. 2003. Hydroponics: A modern technology supporting the application of integrated crop management in green house. *Food, Agri, Environmental Science*, 1: 80-86.
27. Teixeira da Silva, J.A. 2003. Chrysanthemum: advances in tissue culture, cryopreservation, postharvest technology, genetics and transgenic biotechnology. *Biotechnology Advances*, 21: 715-766.
28. Traka-Marrona, E., Gerasopoulou, D., Pritsa, T., and Maloupa, E. 2005. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrient source in a soilless culture system. *Acta Horticulturae*, 548: 173-179.