



مقاله علمی-پژوهشی

انتخاب بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژبررا (*Gerbera jamesonii*)

در سیستم کشت هیدروپونیک

سیده مهدیه خرازی^۱ - احمد شریفی^{۲*} - صبا نجاتی زاده^۳ - آزاده خادم^۴ - مریم مرادیان^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱

چکیده

با توجه به وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی در کشور و لزوم مصرف بهینه آب، بکارگیری فناوری‌های نوین نظیر سیستم‌های کشت هیدروپونیک بسته به منظور افزایش کارایی مصرف کود و آب نقش موثری در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد در واحد سطح خواهد داشت که در این میان انتخاب بستر کشت مناسب می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد. لذا پژوهش حاضر با هدف انتخاب بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاهچه‌های کشت بافتی ژبررا در سیستم کشت هیدروپونیک بسته انجام شد. گیاهچه‌ها پس از طی نمودن مرحله سازگاری در سیستم‌های مختلف کشت گردیدند؛ سیستم بستر کشت یکپارچه به صورت سیستم بسته حاوی بسترهای کشت مختلف (پرلیت شکری، ورمی کولیت، ورمی کولیت: پرلیت، کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ) و سیستم کشت هیدروپونیک^{NFT} به صورت سیستم بسته انجام شد. آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (کوکوپیت: پرلیت، ورمی کولیت: پرلیت، پشم سنگ، ورمی کولیت، پرلیت شکری) در بستر کشت یکپارچه به صورت سیستم بسته، سیستم کشت هیدروپونیک^{NFT} به صورت سیستم بسته) در ۶ تکرار انجام شد. طی یک دوره ۶ ماهه پارامترهای مختلف رشدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت ورمی کولیت و ورمی کولیت: پرلیت در مقایسه با سایر بسترهای کشت سریعتر وارد مرحله زایشی شدند و تعداد گل بیشتری را نیز تولید نمودند. گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت پشم سنگ عملکرد مطلوبی را از خود نشان ندادند که احتمالاً تنش خشکی وارده بر گیاهان دلیل این امر می‌تواند باشد. همچنین از آنجا که گیاه ژبررا دارای ریشه‌های حجیمی می‌باشد، ریشه‌های این گیاه در سیستم^{NFT} نتوانستند بخوبی توسعه پیدا کنند، لذا کاربرد سیستم^{NFT} نیز جهت پرورش گیاه ژبررا مناسب نمی‌باشد. بهترین عملکرد نمونه‌های گیاهی در بستر کشت ورمی کولیت حاصل شد ولی با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار این بستر کشت با بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت، به منظور کاهش هزینه‌های تولید، کاربرد بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت در سیستم بسته جهت پرورش گیاه ژبررا توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سیستم هیدروپونیک بسته، سیستم^{NFT}، قطر طبق گل، بستر کشت یکپارچه

مقدمه

که از جمله مهم‌ترین آنها پرلیت، پشم سنگ، ورمی کولایت، ماسه، کوکوپیت و پوکه صنعتی می‌باشند (۹، ۱۱، ۱۸، ۲۰ و ۲۳). با این حال بستر کشتی مناسب‌تر می‌باشد که تخلخل مناسبی داشته باشد، ظرفیت نگهداری آب آن بالا باشد، زهکشی مناسبی داشته باشد و ساختار فیزیکی آن نیز مطلوب باشد (۱۸). لذا با توجه به خصوصیات یاد شده، این عامل می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد و عملکرد گیاه تاثیرگذار باشد. بنابراین یکی از مهم‌ترین فاکتورها در ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک بهینه، انتخاب بستر کشت مناسب می‌باشد (۲۴).

از سوی دیگر، اکثر سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به صورت سیستم‌های باز طراحی می‌شوند، به طوریکه مازاد محلول غذایی از بستر کشت خارج می‌شود. در این نوع کشت به منظور تثبیت غلظت و pH محلول غذایی در ناحیه ریشه گیاه و همچنین جهت تنظیم

کشت بدون خاک، پایه و اساس تکنیک‌های باغبانی مدرن می‌باشد. در سیستم‌های کشت بدون خاک، بسترهای کشت مختلفی جهت پرورش گیاهان زینتی از جمله ژبررا مورد استفاده قرار می‌گیرد

۱، ۲، ۴ و ۵ - استادیاران و مربیان، گروه پژوهشی بیوتکنولوژی گیاهان زینتی، پژوهشکده بیوتکنولوژی صنعتی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
(* - نویسنده مسئول: Email: ahmadsharifi66@yahoo.com)

۳ - دانشجوی مقطع دکتری رشته بیوتکنولوژی در کشاورزی، گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhorts4.v34i2.79193

۶ - سیستم لایه نازک عناصر غذایی یا Nutrient Film Technique
7 - Nutrient Film Technique

گلخانه‌ای باشد. از این رو در پژوهش حاضر سیستم‌های مختلف کشت به منظور انتخاب سیستم کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژربرا مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی اجرا گردید. بدین منظور از گیاهچه‌های کشت بافتی ژربرا رقم Sunway استفاده گردید. گیاهچه‌ها پس از طی نمودن مرحله سازگاری در سیستم‌های مختلف کشت به شرح ذیل کشت گردیدند: الف: سیستم بستر کشت یکپارچه حاوی بسترهای کشت مختلف (پرلیت شکری، ورمی کولیت، ورمی کولیت: پرلیت، کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ) و آبیاری قطره‌ای روزانه سه مرتبه و هر بار به مدت ۶ دقیقه به صورت سیستم بسته (استفاده مجدد از آب زهکش).

ب: سیستم کشت هیدروپونیک NFT به صورت سیستم بسته (استفاده مجدد از آب زهکش)، به طوریکه هر ۲/۵ دقیقه یک مرتبه آبیاری به مدت یک دقیقه انجام می‌شد.

جهت بهینه‌سازی میزان عناصر موجود در محلول غذایی، از شاخص EC استفاده گردید. بدین ترتیب که با اندازه‌گیری شاخص EC به صورت هفتگی، غلظت عناصر غذایی موجود در محلول غذایی مورد ارزیابی قرار می‌گرفت و با کاهش میزان EC، محلول غذایی جدید به سیستم اضافه می‌گردید تا شاخص EC در حد بهینه باقی بماند. جهت تغذیه نمونه‌های گیاهی از ترکیب کودی توصیه شده توسط برس و همکاران (۴) به شرح ذیل استفاده گردید: K_2SO_4 (۰/۲۲)، KNO_3 (۳/۶۲)، KH_2PO_4 (۰/۷۱)، $NH_4H_2PO_4$ (۰/۳۵)، NH_4NO_3 (۰/۵۳)، $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ (۱/۴۸)، $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (۰/۴)، $4H_2O$ ، $MnCl_2$ (۰/۰۰۴۹)، H_3BO_3 (۰/۰۰۴۸)، $CuSO_4$ ، $5H_2O$ (۰/۰۰۶۱)، $ZnSO_4$ (۰/۰۲۰)، $FeSO_4$ ، $7H_2O$ (۰/۰۰۳۴۸)، Na_2MoO_4 ، $2H_2O$ (۰/۰۰۵۸)، Na_2EDTA (۰/۰۳۸۴). قابل ذکر است که مقادیر ذکر شده به میلی مولار می‌باشد.

آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار در ۶ تکرار انجام شد. طی یک دوره ۶ ماهه پارامترهای رشدی گیاهان از جمله تعداد برگ تولیدی (شمارش تعداد برگ در هر گیاه در پایان دوره)، طول دمبرگ (اندازه‌گیری با استفاده از خط کش مدرج در پایان دوره)، وزن تر و خشک اندام هوایی (با استفاده از ترازوی دیجیتال)، درصد کلروز برگ، درصد نکروز برگ، تعداد گل (شمارش تعداد گل در هر گیاه در پایان دوره)، قطر طبق گل (با استفاده از کولیس دیجیتال)، ارتفاع ساقه گل دهنده (اندازه‌گیری با استفاده از خط کش مدرج در پایان دوره)، تعداد روز تا آغاز گلدهی، قطر انتهای ساقه گل دهنده (با استفاده از کولیس دیجیتال) و قطر وسط ساقه گل دهنده (با استفاده

رطوبت بستر، حجم محلول غذایی مورد استفاده بیشتر از نیاز تغذیه‌ای گیاه در نظر گرفته می‌شود (۸). به طوریکه روزانه حدود ۲۵ درصد از محلول غذایی مورد استفاده در سیستم‌های باز گلخانه‌ای به طور مستقیم از بستر کشت وارد خاک می‌گردد. این بدین معناست که در طی کشت گلخانه‌ای گیاه ژربرا در گلخانه‌ای به مساحت یک هکتار، روزانه بین ۱/۶ تا ۱۱/۴ مترمکعب محلول غذایی از طریق زهکش از بستر کشت خارج می‌شود (۴)، که اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی موجود در زه‌آب در گلخانه تحت پرورش گیاه ژربرا نشان می‌دهد سالانه حدود ۹۳ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن، ۶/۸ کیلوگرم بر هکتار فسفر، ۱۶۵ کیلوگرم بر هکتار پتاسیم و ۱۰۷ کیلوگرم بر هکتار کلسیم به محیط آزاد می‌شود که تمامی این شواهد دال بر برتری سیستم بسته نسبت به سیستم‌های باز هیدروپونیک می‌باشد (۱۰).

بنابراین به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، سیستم‌های کشت هیدروپونیک چرخشی (بسته) جایگزین سیستم‌های غیرچرخشی (باز) شده‌اند (۱۰). سیستم‌های بسته در مقایسه با سیستم‌های باز از لحاظ رعایت نکات بهداشتی و مدیریت تغذیه‌ای نیاز به دقت و توجه بیشتری دارند (۳۱). هنگامیکه عناصر غذایی موجود در محلول غذایی کاهش می‌یابد، به منظور جلوگیری از کمبود عناصر غذایی، محلول جدید جایگزین محلول قدیمی خواهد شد (۱۵). با این حال چرخش محلول غذایی می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی از جمله عدم تعادل عناصر غذایی، افزایش هدایت الکتریکی و تجمع سمی برخی از عناصر و به دنبال آن کاهش عملکرد گردد که مدیریت صحیح تغذیه‌ای می‌تواند این مشکلات را مرتفع سازد (۳۱).

از جمله سیستم‌های کشت هیدروپونیک که محلول غذایی در آن بصورت چرخشی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، سیستم NFT می‌باشد. در این سیستم یک لایه نازک محلول غذایی در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد که تاثیر قابل توجهی در کاهش میزان کود و آب مصرفی دارد (۲۵). تحقیقات آسکر (۲) بر روی گیاه لیلیوم حاکی از تاثیر مطلوب سیستم کشت NFT بر روی رشد و گلدهی این گیاه بود. گیاهان پرورش یافته تحت این سیستم، در طی یک دوره ۵۵ روزه وارد مرحله زایشی شدند و از لحاظ گلدهی کیفیت مناسبی را دارا بودند. همچنین در پایان دوره، کاربرد سیستم فوق منجر به تولید تعداد زیادی پیاز دختری بر روی ساقه اصلی گیاه شد. مطالعات اینسئمتوگلو و همکاران (۱۴) بر روی گیاه توت فرنگی نیز نشان داد که پرورش این گیاه تحت سیستم NFT تاثیر مطلوبی بر پارامترهای رشد رویشی و زایشی این گیاه داشت.

با توجه به اینکه یکی از معضلات پیش روی کشور، مشکل کم آبی و خشکسالی می‌باشد، لذا بکارگیری فناوری‌های نوین نظیر سیستم‌های کشت بسته به منظور مصرف بهینه کود و آب، می‌تواند گامی موثر در جهت بهبود راندمان مصرف آب و کود در کشت‌های

نتایج

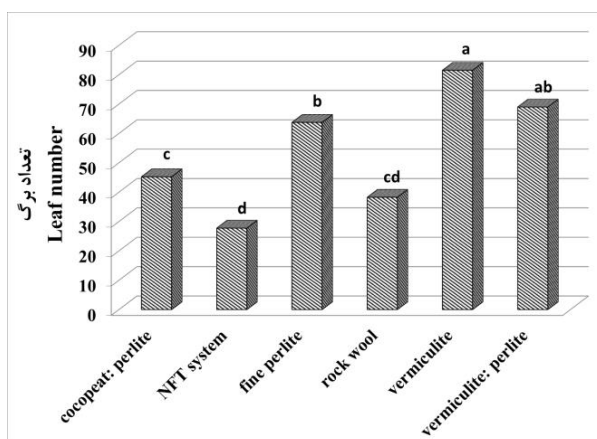
نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد برگ تولیدی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p \leq 0.01$). گیاهچه‌هایی که در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت کشت شده بودند، بیشترین تعداد برگ را تولید نمودند ولی با این حال تفاوت معنی‌داری با گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت: پرلیت نداشتند. کمترین تعداد برگ تولیدی نیز در گیاهچه‌های کشت شده در سیستم NFT مشاهده شد. همچنین گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت یکپارچه پشم سنگ تفاوت معنی‌داری با سیستم NFT نداشتند که در این رابطه تنش خشکی وارده بر گیاهان و به دنبال آن رشد ضعیف نمونه‌های گیاهی باعث کاهش تعداد برگ تولیدی شده است.

از کولیس دیجیتالی مورد ارزیابی قرار گرفت.

به منظور اندازه‌گیری میزان درصد برگ‌های نکروزه، تعداد برگ‌های نکروزه شده در پایان آزمایش شمارش شدند و بر تعداد کل برگ‌های گیاه تقسیم شدند (۳). در رابطه با درصد برگ‌های نکروزه نیز از همین روش استفاده گردید.

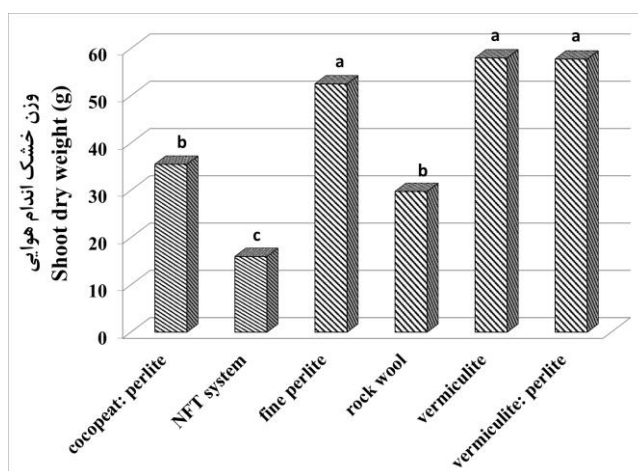
تجزیه و تحلیل‌های آماری

آماده‌سازی داده‌ها در برنامه Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار 8 Jump انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel رسم گردیدند.



شکل ۱- اثر نوع بستر کشت بر تعداد برگ تولیدی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 1- The effect of cultivation media on number of produced leaves of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, $p \leq 0.05$)



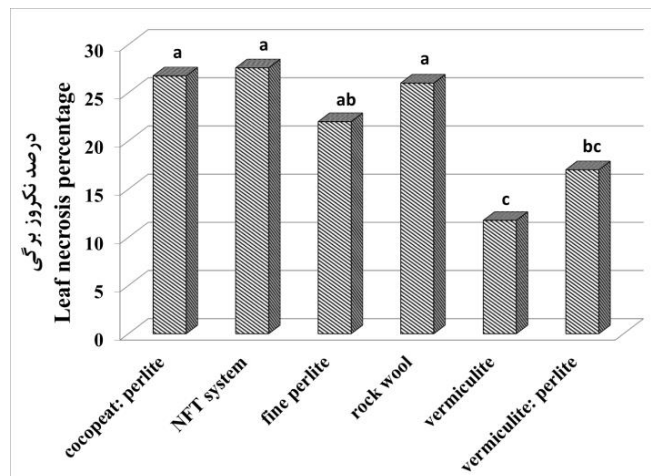
شکل ۲- اثر نوع بستر کشت بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 2- The effect of cultivation media on shoot dry weight of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, $p \leq 0.05$)

($p \leq 0.01$). درصد نکروز برگگی در سیستم NFT بیش از دو برابر مقدار اندازه‌گیری شده در بستر کشت یکپارچه ورمی کولیت بود. بین بسترهای کشت یکپارچه کوکوپیت: پرلیت، پرلیت شکر، پشم سنگ و سیستم NFT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین کمترین میزان نکروز برگگی در بستر کشت یکپارچه ورمی کولیت حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با بستر کشت یکپارچه ورمی کولیت: پرلیت نداشت. پایین بودن میزان نکروز برگگی در تیمارهای یاد شده نشان دهنده جذب مطلوب عناصر غذایی و رشد مناسب گیاهچه‌ها در این بسترها می‌باشد.

در پایان آزمایش وزن خشک اندام هوایی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار تیمارها بر این صفت بود ($p \leq 0.01$). سنگین‌ترین گیاهچه‌ها از لحاظ وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در بسترهای کشت یکپارچه ورمی کولیت، ورمی کولیت: پرلیت و پرلیت شکر حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین میزان این صفت نیز در سیستم NFT مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. چنین به نظر می‌رسد که تنش خشکی می‌تواند دلیل اصلی کاهش وزن گیاهچه‌ها در این تیمار باشد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایش تاثیر معنی‌داری بر درصد کلروز برگگی نداشتند ($p \leq 0.05$), ولی درصد نکروز برگگی در گیاهچه‌ها تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت



شکل ۳- اثر نوع بستر کشت بر درصد نکروز برگگی گیاه ژیربا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 3- The effect of cultivation media on leaf necrosis percentage of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, $p \leq 0.05$)

ورمی کولیت: پرلیت کمترین تعداد روز جهت آغاز گلدهی مورد نیاز بود، این در حالی است که بیشترین تعداد روز جهت ورود به مرحله زایشی در سیستم NFT و پشم سنگ مشاهده گردید. دو سیستم اخیر (سیستم NFT و پشم سنگ) از لحاظ تعداد برگ تولیدی و وزن خشک اندام هوایی کمترین میانگین‌ها را به خود اختصاص داده بودند که این امر نشان از ظرفیت فتوسنتزی پایین تر و به دنبال آن تاخیر در ورود به مرحله زایشی در مقایسه با سایر بسترهای کشت مورد ارزیابی می‌باشد.

اندازه‌گیری قطر انتها و وسط ساقه گل دهنده بیانگر تاثیر معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش بر این پارامترها بود. بالاترین میانگین‌ها در رابطه با این پارامترها در سیستم‌های کشت حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت، پرلیت شکر و ورمی کولیت مشاهده شد. کمترین

شمارش تعداد گل تولیدی در تیمارهای آزمایش نشان داد که این صفت تحت تاثیر نوع بستر کشت قرار گرفت. کاربرد سیستم کشت بسته حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت و ورمی کولیت منجر به تولید بیشترین تعداد گل تولیدی شد. در سیستم NFT کمترین تعداد گل تولیدی با میانگین ۲/۵ عدد برداشت شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر بسترهای کشت مورد استفاده داشت. تعداد گل تولیدی در این سیستم بیش از ۳/۵ برابر کمتر از سیستم‌های کشت بسته حاوی ورمی کولیت: پرلیت و ورمی کولیت بود. سایر بسترهای کشت مورد استفاده از قبیل کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ و پرلیت شکر اختلاف آماری معنی‌داری از این لحاظ با یکدیگر نداشتند.

سرعت ورود به مرحله زایشی نیز تحت تاثیر نوع بستر کشت قرار گرفت. در سیستم‌های کشت بسته حاوی بستر کشت ورمی کولیت و

میزان قطر انتها و وسط ساقه گل دهنده نیز در سیستم کشت NFT به دست آمد. با توجه به اینکه در این سیستم گیاهچه ها رشد رویشی مطلوبی نداشتند، لذا فاقد پتانسیل کافی برای تولید ساقه های گل دهنده قوی بودند و در مقایسه با سایر تیمارها ساقه های ضعیف تری را تولید نمودند.

جدول ۱- تاثیر بسترهای کشت مختلف بر پارامترهای رشد زایشی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Table 1- The effect of different cultivation media on reproductive growth parameters of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system

بستر کشت Culture medium	تعداد گل تولیدی No of flower	تعداد روز تا آغاز گلدهی Number of days to flowering	قطر انتهایی ساقه گل دهنده end diameter of stalk	قطر وسط ساقه گل دهنده middle diameter of stalk
پرلیت Perlite	5.25 b	90.25 ab	5.42 ab	7.05 bc
ورمی کولیت Vermiculite	9.00 a	81.00 b	5.40 ab	7.44 a
ورمی کولیت: پرلیت Vermiculite: perlite	9.25 a	81.75 b	5.74 a	7.29 ab
کوکوپیت : پرلیت Cocopeat: perlite	5.50 b	89.87 ab	5.10 bc	6.71 c
پشم سنگ Rock wool	5.16 b	95.00 a	5.02 bc	6.70 c
سیستم NFT NFT system	2.50 c	97.50 a	4.62 c	5.95 d

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means followed by the same letter within each column are not significantly different at probability level of 5% based on LSD test.

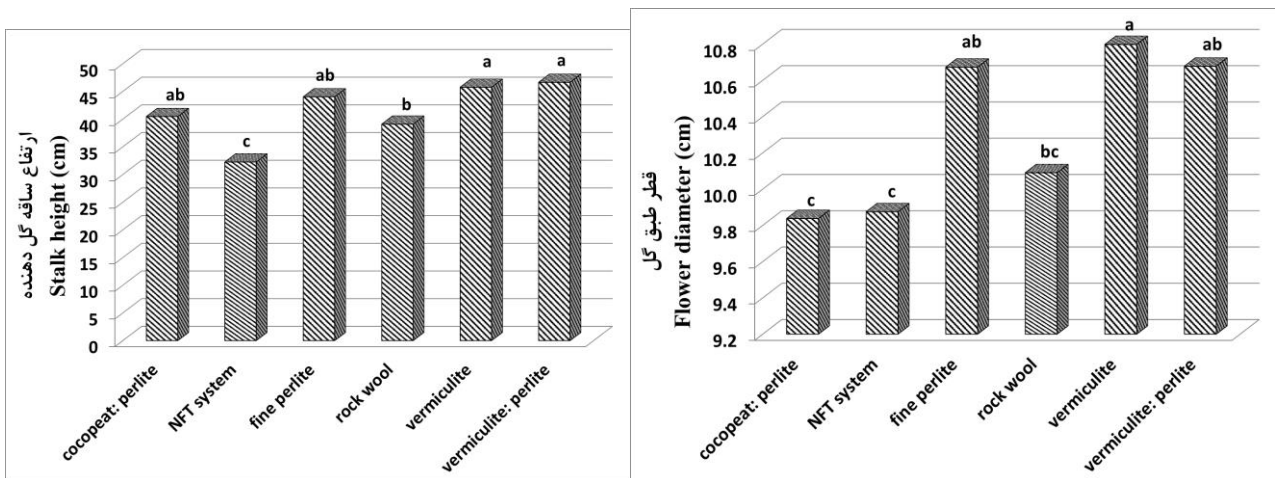
بحث

در طی سال های اخیر کشت بدون خاک محصولات زینتی به سمت سیستم های آبیاری بسته سوق داده شده است. مزیت اصلی کشت های بسته، محدودیت آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی می باشد. علاوه بر این چرخش مجدد زه آب حاوی محلول غذایی، منجر به صرفه جویی قابل توجه در میزان کود مصرفی می گردد (۲۷). با این حال پاسخ گونه های مختلف گیاهی به استفاده پیوسته از محلول زه آب می تواند متفاوت باشد (۲۸).

در مطالعه انجام شده توسط هان و همکاران (۱۱)، اثر نوع سیستم کشت بر میزان رشد و گلدهی گیاهچه های کشت بافتی دو رقم ژربرا مورد ارزیابی قرار گرفت. گیاهچه ها در دو سیستم کشت متفاوت، کشت حاکی و کشت در بسترهای کشت ورمی کولیت، پرلیت، کوکوپیت و پشم سنگ (بصورت سیستم بسته) کشت گردیدند. نتایج نشان داد در رقم Ensophy، کاربرد بستر کشت پشم سنگ نتایج بهتری را در رابطه با صفات قطر گل، ارتفاع ساقه گل دهنده و وزن گیاه در پی داشت، این در حالی است که نتایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر نامطلوب بستر کشت پشم سنگ بر این صفات می باشد که دلیل آن می تواند تفاوت در دور آبیاری به کار رفته در دو آزمایش باشد.

نتایج تجزیه واریانس داده های آزمایش بیانگر تاثیر معنی دار تیمارهای مورد آزمایش بر قطر طبق گل بود. کاربرد سیستم های کشت حاوی بستر کشت ورمی کولیت، ورمی کولیت: پرلیت و پرلیت شکری منجر به تولید گل هایی با طبق بزرگ تر در مقایسه با سایر تیمارهای مورد بررسی شد. از آنجا که بستر کشت پرلیت شکری ظرفیت نگهداری آب پایینی دارد، کاربرد سیستم بسته در رابطه با این بستر کشت تاثیر بسیار مطلوبی بر گیاهچه های تولیدی داشت و قطر گل تولید شده اختلاف معنی داری با برترین تیمار نداشت که دلیل آن می تواند رطوبت کافی بستر و دسترسی مطلوب به عناصر غذایی در سیستم بسته پرلیت شکری باشد. گل های تولید شده در سیستم های NFT و کوکوپیت: پرلیت کمترین میانگین ها را به خود اختصاص دادند.

پس از برداشت گل های شاخه بریده، ارتفاع ساقه گل دهنده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاکی از تاثیر معنی دار تیمارهای آزمایش بر این صفت بود. طول ترین ساقه های گل دهنده در سیستم بسته حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت و ورمی کولیت مشاهده شد که تفاوت معنی داری با سیستم حاوی بستر کشت پشم سنگ و سیستم NFT داشتند. از سوی دیگر کوتاه ترین ساقه های گل دهنده در سیستم NFT حاصل شد که در مقایسه با سیستم حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت، ۴۴ درصد کاهش ارتفاع مشاهده شد.



شکل ۴- اثر نوع بستر کشت بر قطر طبق گل و ارتفاع ساقه گل دهنده گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک
 Figure 4- The effect of cultivation media on flower diameter and stalk height of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, $p \leq 0.05$)

بر برتری بستر کشت ورمی کولیت در مقایسه با بستر کشت پرلیت مطابقت دارد.

اسمیت (۳۰) گزارش کرد که در بستر پشم سنگ عملکرد سالانه افزایش می‌یابد و گیاهان ژربرا کشت شده در این بستر کشت به مدت بیشتری در حالت رشد فعال باقی می‌مانند. با این حال نتایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر مطلوب بسترهای کشت ورمی کولیت و ورمی کولیت: پرلیت بر صفات قطر گل، ارتفاع گیاه و وزن گیاه بود و کاربرد بستر کشت پشم سنگ در رابطه با صفات یاد شده چندان رضایت بخش نبود. از آنجا که دور آبیاری در سیستم بسته مورد آزمایش، برای تمامی بسترها بطور یکسان در نظر گرفته شده بود، لذا چنین به نظر می‌رسد که احتمالاً تنش خشکی وارد شده به گیاهان تحت تیمار پشم سنگ دلیل این امر می‌تواند باشد.

مالوپا و همکاران (۲۱) به منظور تعیین بستر کاشت مناسب و تاثیر آن بر عملکرد و کیفیت گل ژربرا آزمایشی با چهار رقم و چهار نوع بستر کاشت شامل پشم سنگ، پرلیت، زئولیت و ماسه انجام دادند. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد گیاهان در بستر پشم سنگ کمتر از بسترهای مورد مطالعه دیگر بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابق می‌باشد. همچنین نتایج پژوهش آنها نشان داد که طولی‌ترین ساقه در بستر کشت حاوی پرلیت مشاهده شد. در مطالعه حاضر نیز گیاهان پرورش یافته در بستر کشت پرلیت از ارتفاع مطلوبی برخوردار بودند.

نتایج پژوهش حیدری و همکاران (۱۳) بر روی گیاه کارلا (*Momordica charantia* L.) نشان داد که کاربرد بسترهای کشت مختلف تاثیر معنی داری بر صفات رشدی و عملکردی این گیاه داشت و بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه و تعداد میوه در بوته و عملکرد در تیمار ورمی کولیت: پرلیت و ورمی

همچنین نتایج پژوهش هان و همکاران (۱۱) نشان داد که در رابطه با رقم Estel، کاربرد انواع مختلف بستر کشت تفاوت معنی داری را در رابطه با صفات یاد شده در پی نداشت. تعداد گل در هر گیاه، ارتفاع ساقه گل دهنده، وزن گل، قطر گل در هر دو رقم، در سیستم بستر کشت به مراتب بهتر از سیستم کشت خاکی بود. کاربرد بسترهای کشت پرلیت و ورمی کولیت در مقایسه با بسترهای کشت کوکوپیت و پشم سنگ منجر به افزایش تعداد گل تولیدی گردید و کمترین تعداد گل تولیدی در گیاهان پرورش یافته در بستر کشت کوکوپیت حاصل شد. نتایج پژوهش حاضر نیز برتری بستر کشت ورمی کولیت و ورمی کولیت: پرلیت را از لحاظ تعداد گل تولیدی در مقایسه با سایر بسترهای کشت نشان داد. حسن زاده و همکاران (۱۲) گزارش کردند که ظرفیت جذب کاتیونی و ظرفیت نگهداری آب بالای بستر کشت ورمی کولیت می‌تواند عاملی موثر در افزایش جذب عناصر غذایی در این بستر کشت باشد. کاربرد سیستم NFT منجر به کاهش شدید تعداد گل تولیدی گردید و عملکرد گل شاخه بریده در بسترهای پشم سنگ، پرلیت و کوکوپیت: پرلیت چندان رضایت بخش نبود. احتمالاً هدایت الکتریکی بالای بستر کشت کوکوپیت و تنش خشکی وارده به گیاهان در بسترهای کشت پرلیت و پشم سنگ می‌تواند عامل اصلی کاهش عملکرد در بسترهای فوق باشد.

در مطالعه انجام شده توسط کراس و همکاران (۷) بر روی گیاه *Portulaca oleracea* مشخص گردید که گیاهان پرورش یافته در بستر کشت ورمی کولیت از لحاظ ارتفاع گیاه، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ میانگین‌های بالاتری را نسبت به بستر کشت پرلیت از خود نشان دادند که با نتایج پژوهش حاضر مبنی

گیاهان قرار می‌گیرد، مواد مغذی و اکسیژن محلول در آن توسط گیاهان ابتدای خط مصرف شده و شیب غلظتی را ایجاد کرده که این امر سبب تفاوت در رشد گیاهان ابتدا و انتهای خط شده. علاوه بر این رشد ریشه گیاهان در داخل کانال می‌تواند مانعی در برابر عبور جریان مواد غذایی باشد و سرعت عبور محلول غذایی را کاهش دهد که این امر به نوبه خود نیز شیب غلظتی را ایجاد می‌کند (۱۶). لذا به دلیل هزینه اولیه بالا، خرابی سیستم و تجهیزات، مشکلات تغذیه‌ای و از دست رفتن نمونه‌های گیاهی به دلیل شیوع بیماری‌های ریشه‌ای، کاربرد این سیستم محدود شده است (۵).

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سیستم کشت NFT جهت پرورش گیاه ژربرا مناسب نمی‌باشد. در سیستم NFT تنها یک لایه نازک محلول غذایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. لذا کاربرد این سیستم برای گیاهانی با ریشه نرم و نازک نظیر کاهو مناسب می‌باشد و از آنجائیکه گیاه ژربرا دارای ریشه‌های حجیم و ضخیمی می‌باشد، در این سیستم ریشه‌ها نمی‌توانند به خوبی توسعه پیدا کنند. ریشه‌های این گیاه از لحاظ ساختاری نرم و انعطاف پذیر نمی‌باشند و هنگامیکه در معرض هوای خشک قرار می‌گیرند، به سرعت خشک شده و در دوره بعدی آبیاری نمی‌توانند به راحتی رطوبت را جذب کنند.

نتایج تحقیقات نیز نشان می‌دهد کاربرد سیستم‌های مبتنی بر چرخش پیوسته محلول غذایی نظیر NFT برای کشت محصولات با دوره رشدی طولانی مناسب نمی‌باشند که از دلایل آن می‌توان به عدم تعادل مواد غذایی در محلول چرخشی، تجمع ترکیبات آلی مضر مترشح از ریشه گیاه، محدودیت اکسیژن در محلول غذایی اشاره نمود که اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد گیاه دارند (۱۷ و ۳۲). لذا با توجه به طولانی بودن دوره رشدی گیاه ژربرا، کاربرد این سیستم جهت پرورش این گیاه توصیه نمی‌گردد.

مالویا و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند در صورت استفاده از بستر مناسب کشت، سیستم‌های دارای بستر کشت در مقایسه با سایر سیستم‌های هیدروپونیک فاقد آن مناسب تر می‌باشند که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تاثیر نامطلوب سیستم کشت NFT بر گیاه ژربرا مطابق می‌باشد.

همچنین کاربرد بستر کشت یکپارچه پشم سنگ در سیستم بسته نتایج مطلوبی به دنبال نداشت که احتمالاً تنش خشکی وارده بر گیاهان دلیل آن می‌باشد. با توجه به اینکه در سیستم بسته یکپارچه، آبیاری روزی سه مرتبه به مدت شش دقیقه انجام می‌شد، به نظر می‌رسد این دور آبیاری برای بستر کشت پشم سنگ کافی نبوده و گیاهچه‌ها قادر به جذب مناسب محلول غذایی از بستر کشت نبوده‌اند. لذا نیاز است سیستمی طراحی گردد که با توجه به ظرفیت نگهداری آب هر بستر کشت، میزان مناسب محلول غذایی را در اختیار گیاه قرار دهد.

کولیت: کوکویت مشاهده شد که با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر برتری بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت مطابقت دارد.

از سوی دیگر، تحقیقات نشان می‌دهد که کوکویت ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد، قابلیت جذب آب و ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد. همچنین نفوذپذیری آن نسبت به آب و هوا بالا می‌باشد (۲۹). ولی با تمامی این ویژگی‌ها، در برخی از گیاهان گلدار نظیر رز و لیلیوم تجمع کلسیم و منیزیم در بستر کشت کوکویت منجر به جذب ناکافی این عناصر توسط گیاه می‌گردد که در نتیجه موجب اختلال در رشد گیاه می‌شود. اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی اولیه در بستر کشت کوکویت نیز حاکی از بالا بودن میزان EC (2130 ms/cm) در این بستر کشت می‌باشد که این امر می‌تواند به نوبه خود بر پارامترهای رشدی گیاه تاثیرگذار باشد و منجر به رشد ریشی ضعیف نمونه‌ها و به دنبال آن کاهش تعداد گل تولیدی گردد که این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌ها و همکاران (۱۱) منطبق می‌باشد.

نتایج مطالعه انجام شده بر روی گیاه لیلیوم نشان داد که عملکرد رشدی گیاه لیلیوم در سیستم کشت NFT رضایت بخش می‌باشد و در طی یک دوره ۵۵ روزه گیاهان وارد مرحله زایشی شدند (۲). قابل ذکر است که در پژوهش یاد شده از قالب‌های حجیم پشم سنگ با ابعاد $112 \times 49 \times 21$ سانتی متر برای هر گیاه استفاده گردید. این درحالی است که در سیستم NFT عموماً نیاز به استفاده از بستر کشت نمی‌باشد و در صورت نیاز، برای استحکام بیشتر گیاه تنها از قطعات کوچک پشم سنگ استفاده می‌گردد (۵ و ۲۵). از آنجا که گیاه لیلیوم کانونی حجیمی دارد و ریشه‌های آن توسعه زیادی می‌یابند، لذا کاربرد این سیستم نمی‌تواند جهت پرورش گیاه لیلیوم چندان موثر باشد و رشد مطلوب این گیاه را نمی‌توان به کاربرد سیستم NFT مرتبط ساخت. در واقع سیستمی که آسکر (۲) در پژوهش خود بکار برده است، مبتنی بر کاربرد بستر کشت می‌باشد که تفاوت اساسی با سیستم NFT دارد.

سیستم کشت NFT به طور گسترده‌ای جهت انجام امور تحقیقاتی استفاده می‌شود و در کشت‌های تجاری کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵). این سیستم عموماً برای سبزیجات برگی نظیر کاهو استفاده می‌گردد (۱، ۱۹، ۲۶). هزینه‌های سرمایه‌گذاری جهت پیاده‌سازی این سیستم بالا می‌باشد و به دلیل عدم وجود بستر کشت، خاصیت بافری این سیستم پایین می‌باشد که در نتیجه ریسک تولید در این نوع سیستم بالا می‌باشد (۲۵). همچنین جهت پیاده‌سازی این سیستم به مهارت‌های تکنیکی بالایی نیاز می‌باشد (۶). در این سیستم به دلیل غلظت پایین اکسیژن در محلول غذایی NFT و تجمع ناخواسته برخی از یون‌ها (نظیر یون سدیم، کلراید و سولفات) و عدم تعادل عناصر غذایی در محلول غذایی، خطر از بین رفتن محصول در این سیستم افزایش می‌یابد (۵).

همچنین از آنجا که محلول غذایی از طریق کانال در اختیار

نتیجه گیری

ژبریا در شرایط گلخانه، کاربرد بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت در سیستم بسته توصیه می گردد.

سیاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهش و فناوری جهاد دانشگاهی جهت حمایت مادی و معنوی این طرح پژوهشی (با کد ۶۰۰۶-۲۰) تشکر و قدردانی می گردد.

به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده، بستر کشت ورمی کولیت، به عنوان بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژبریا شناخته شد ولی با توجه به گران قیمت بودن بستر کشت یاد شده در مقایسه با سایر بستر کشت های تولید داخل و همچنین عدم اختلاف معنی دار این بستر کشت با بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت (در رابطه با بسیاری از صفات)، به منظور کاهش هزینه های تولید و پرورش گیاه

منابع

- 1- Al-Tawaha A.M., Al-Karaki Gh., Al Tawaha A.R.M., and Massadeh A. 2018. Effect of water flow rate on quantity and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in nutrient film technique (NFT) under hydroponics conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 24(05): 793-800.
- 2- Asker H.M. 2015. Hydroponic technology for lily flowers and bulbs production using rainwater and some common nutrient solutions. *African Journal of Biotechnology*, 14(29): 2307-2313.
- 3- Askari A.A., Imani A., Hadavi E., and Khodadadi M. 2019. Investigation the amount of macro and micro elements, chlorophyll content and chlorophyll index of selected almond cultivars on the GF677 and GF677 in alkali conditions. *Journal of Plant Research*, 32(1): 112-121.
- 4- Bres W., Kozłowska A., and Walczak T. 2013. Effect of nutrient solution concentration on yield and quality of gerbera grown in perlite. *Journal of Elementology* 18(4): 577-588.
- 5- Challinor D.P., and Collison P. 2014. Review of hydroponic flower production and future opportunities for the UK industry. Project code: PO018. May Barn Consultancy LTD.
- 6- Christie E. 2014. Water and Nutrient Reuse within Closed Hydroponic Systems. MSc Thesis, Washington State University.
- 7- Cros V., Martínez-Sánchez J.J., and Franco J.A. 2007. Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. *HortTechnology* 17(1): 14-20.
- 8- De Pascale S. and Paradiso R. 1999. Water and nutrient uptake of roses growing in two inert media. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 548: 631-640.
- 9- Fakhri M., Maloupa E. and Gerasopoulos D. 1995. Effect of substrate and frequency of irrigation in yield and quality of three gerbera jamesonii cultivars, *Acta Horticulture*, (ISHS) 408: 41-45.
- 10- Ferrante A., Malorgio F., Pardossi A., Serra G. and Tognoni F. 2000. Growth, flower production and mineral nutrition in gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) plants grown in substrate culture with and without nutrient solution recycling. *Advances in horticultural Science* 14(3): 99-106.
- 11- Hahn E.J., Jeon M.W., and Paek K.Y. 1999. Culture method and growing medium affect growth and flower quality of several Gerbera cultivars. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 548: 385-392.
- 12- Hasan Zadeh M., Rusta H.R., Mirdehghan H. 2012. Influence of different culture media and sodium chloride on growth, yield and physiological properties of bell pepper in hydroponic system. MSc Thesis. Valiasr University of Rafsanjan - Faculty of Agriculture and Natural Resources (In Persian).
- 13- Heidari M., Ismailpour B., Torabi Giglo M., and Sheikhalipour M. 2009. International Conference and the 6th National Conference on Organic and Conventional Agriculture, Ardabil, Mohaghegh Ardabili University (In Persian).
- 14- Incemehmetoglu A., Yildiz F., and Ozen C. 2012. Investigation the effect of different support medium on product with nutrient film technique in hydroponic plant growth. MSc Thesis, Biotechnology Department, Middle East Technical University.
- 15- Jeannequin B., and Fabre R. 1995. Techniques for the recycling or the reduction of waste nutrient solution in soilless cultivation. *Plasticulture*.
- 16- Jones J.B. 2005. The plant root: its roles and functions. *Hydroponics: A Practical Guide for the Soilles Grower*. CRS PRESS. USA. 19-28.
- 17- Jung V., Olsson E., Asp H., Jensen P., Caspersen S., and Alsanius B. 2001. Plant response of hydroponically grown tomato to phenolic compounds. In: *Proceedings of the International Symposium on Growing Media and Hydroponics*, September 8-14, Alnarp, Sweden, Abstracts, C13.
- 18- Khalaj M.A., Amiri M., and Azimi M.H. 2014. Effect of Different culture media on the nutrient absorption, Growth Characteristics, and Yield of gerbera in hydroponic culture. *Journal of Horticulture Science* 27(4): 470-479.

- 19- Khater E.S.G., and Ali S.A. 2015. Effect of flow rate and length of gully on lettuce plants in aquaponic and hydroponic systems. *Journal of Aquaculture Research & Development* 6(3): 1-5.
- 20- Maloupa E.L., Mitsios P.F., Martinez S., and Poulou B. 1993. Study of substrates used in Gerbera culture in plastic greenhouse, *Acta Horticulture (ISHS)* 323: 139-144.
- 21- Maloupa E., Traka-Mavrona K., Papadopoulos A., Papadopoulos F., and Pateras D. 1999. Wastewater re-use in horticultural crops growing in soil and soilless media. *Acta Horticulture* 181: 603-607.
- 22- Maloupa E., Abou Hadid A., Prasad M., and Kavafakis C.H. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. *Acta Horticulture* 550: 593-599.
- 23- Marschner H. 2012. Mineral nutrition of higher plants, 3rd edn. Academic, London, UK.
- 24- Olympios C.M. 1999. Overview of soilless culture: advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. *Cahiers Options Méditerranéennes* 31(307-324): 2.
- 25- Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R., and Massa D. 2011. Fertigation and substrate management in closed soilless culture. Pisa: University of Pisa.
- 26- Puerta A.R., Sato S., Shinohara Y., and Maruo T. 2007. A modified nutrient film technique system offers a more uniform nutrient supply to plants. *HortTechnology* 17(2): 227-233.
- 27- Raviv M. Krasnovsky A., Medina S., and Reuveni R. 1998. Assessment of various control strategies for recirculation of greenhouse effluents under semi-arid conditions. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73(4): 485-491.
- 28- Savvas D., and Gizas G. 2002. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. *Scientia Horticulturae* 96(1-4): 267-280.
- 29- Schwartz M. 1995. Soilless culture management. 1st ED. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- 30- Smith D.L. 1988. Rock wool in horticulture. 2nd ED. Grower books, London.
- 31- Van Os E.A. 1994. Engineering and environmental aspects of soilless growing systems. *Hydroponics and Transplant Production* 396 :25-32.
- 32- Zekki H., Gauthier L., and Gosselin A. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121(6): 1082-1088.



Selection of Optimal Cultivation Media for Gerbera (*Gerbera jamesonii*) Growth in the Hydroponic Culture System

M. Kharrazi¹- A. Sharifi^{2*}- S. Nejatizadeh³- A. Khadem⁴- M. Moradian⁵

Received: 02-03-2019

Accepted: 11-07-2020

Introduction: Considering the occurrence of successive droughts in our country and the necessity of optimal water consumption, the use of modern technologies such as closed systems to increase the efficiency of fertilizer and water use will have an effective role in reducing production costs and increasing yield. The Nutrient Film Technique (NFT) system is one of the hydroponic culture systems in which the nutrient solution is circulated continuously. In this system, a thin layer of nutrient solution will be available to the plant roots, which has a significant effect on reducing fertilizer and water consumption.

Materials and Methods: The present study was conducted to select an optimal system for cultivation of Gerbera plantlets. Plantlets were cultivated in different systems after the acclimation stage: Integrated bedding system as a closed system containing different culture media (Perlite, vermiculite, vermiculite: perlite, cocopeat: perlite and rock wool) and NFT hydroponic system as a closed system. For fertilization, the following fertilizer combination (mM) was used: K₂SO₄ (0.22), KNO₃ (3.62), KH₂PO₄ (0.71), NH₄H₂PO₄ (0.35), NH₄NO₃ (0.53), Ca (NO₃)₂·4H₂O (1.48), MgSO₄·7H₂O (0.4), MnCl₂·4H₂O (0.0049), H₃BO₃ (0.020), ZnSO₄ (0.0061), CuSO₄·5H₂O (0.00048), NaMoO₄·2H₂O (0.00058), FeSO₄·7H₂O (0.0348), Na₂EDTA (0.0384). The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments in six replicates. During six months, the growth parameters of the plants including number of leaves, petiole length, fresh and dry shoot weight, leaf chlorosis percentage, leaf necrosis percentage, flower number, flower diameter, flowering stem height, number of days to flowering, end diameter of the stalk and the middle diameter of the stalk were evaluated. Data preparation was done in Excel and data analysis was performed using the Jump 8 software. Mean comparison between treatments was performed with LSD test at 5% probability level and charts were drawn using the Excel program.

Results and Discussion: The results showed that there was a significant difference between treatments for the number of leaves ($p < 0.01$). Seedlings cultivated in the vermiculite culture medium produced the highest number of leaves; however, there was no significant difference between seedlings cultured in vermiculite and vermiculite: perlite media. The lowest number of produced leaves was observed in plantlets grown in the NFT system. Also, the seedlings grown in the rock wool medium had no significant difference with the NFT system. In this regard, the drought stress on plants and the consequent poor growth of plantlets reduced the number of produced leaves. The percentage of necrotic leaves in the NFT system was more than twice the vermiculite culture medium. There was no significant difference between cocopeat: perlite, perlite, rock wool, and NFT systems. Also, the lowest amount of necrotic leaves was found in the vermiculite culture medium, which did not have a significant difference with vermiculite: perlite culture medium. Low levels of leaf necrosis in these treatments indicate the optimal absorption of nutrients and the proper growth of plantlets in these culture media. The results showed that plantlets cultivated in the vermiculite and vermiculite: perlite flowered more quickly than other culture media and also produced more flowers. Plantlets grown in the rock wool medium did not show the desirable performance, which is due to drought stress. Besides, the use of cocopeat in the culture medium did not have a beneficial effect on plants. Measuring the initial electrical conductivity in the cocopeat culture medium also indicates a high EC concentration in this culture medium, which could affect the growth parameters of the plant and lead to poor vegetative growth of plantlets. Since Gerbera plant has bulky roots, the roots of this plant cannot be developed well in the NFT system, so the use of the NFT system is not suitable for Gerbera cultivation. The best performance of plant samples was obtained from vermiculite culture media, but since there were no significant differences between vermiculite and vermiculite: perlite, so to reduce production costs, the use of vermiculite: perlite culture medium in the closed system is recommended for the cultivation of Gerbera

1, 2, 4 and 5- Assistant Professors and Instructors, Research Group of Ornamental Plants Biotechnology, Department of Industrial Biotechnology, Khorasan Razavi Branch of Academic Center of Education, Culture and Research, respectively.

(*- Corresponding Author Email: ahmadsharifi66@yahoo.com)

3- Ph.D. Student of Agricultural Biotechnology, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

plant.

Conclusion: Since Gerbera plant has bulky roots, the roots of this plant cannot be developed well in the NFT system, so the use of the NFT system is not suitable for Gerbera cultivation. The best performance of plant samples was obtained from vermiculite culture media, but since there were no significant differences between vermiculite and vermiculite: perlite, so to reduce production costs, the use of vermiculite: perlite culture medium in the closed system is recommended for the cultivation of Gerbera plant.

Keywords: Closed irrigation system, Flower diameter, Integrated planting bed, NFT system