اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکی بسترهای ترکیبی و تاثیر آن ها بر مدیریت محلول رسانی سیستم های کشت بدون خاک

مجتبی دلشاد*[۱]، حسین مزاری منقابی[۲]، لیلا رضایی نسب[۳]

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۲- و. ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

*نویسنده مسئول: delshad@ut.ac.ir

چکیده

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی در بسترهای کشت بدون خاک به منظور مدیریت محلول رسانی در سیستم های مبتنی بر بستر کشت از اهمیت بالایی بر خوردار است. هدف از این پژوهش ارایه روشی جهت تخمین خصوصیات فیزیکی در بستر های کشت بدون خاک و تاثیر اجزا و ویژگی های فیزیکی بسترهای کشت بر مدیریت محلول رسانی در پرورش نشای گوجه فرنگی گلخانه ای بود. جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی از روش های استاندارد اتحادیه اروپا، و جهت تخمین خواص فیزیکی از مدل های رگرسیونی چند گانه استفاده شد. نتایج نشان داد که امکان پیش بینی خصوصیات فیزیکی در بسترهای کشت با استفاده از مدل های رگرسیونی چند گانه وجود دارد. همچنین نتایج حاصل از تاثیر اجزا و خصوصیات فیزیکی بر مدیریت محلول رسانی و رشد نشای گوجه فرنگی نشان داد که بسترهای با ویژگی های فیزیکی متفاوت نیاز به محلول رسانی متفاوتی دارند.

کلمات کلیدی: بستر کاشت، خصوصیات فیزیکی، فرکانس محلول رسانی

مقدمه

شناخت خصوصیات فیزیکی بسترهای موجود در کشور جهت استفاده بعنوان بستر هیدروپونیک و تنظیم مراحل محلول رسانی بر اساس این خصوصیات ضروری می‌باشد. در سال‌های اخیر استفاده از سیستم‌های کشت بدون خاک برای تولید سبزی‌های مختلف گسترش یافته است. اغلب تولیدکنندگان از سیستم‌های متکی بر بستر های مصنوعی استفاده می‌کنند. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی بسترهای کشت اطلاعات مهمی از بستر کشت از جمله نسبت آب به هوا (که جهت تنظیم مقدار صحیح آب ضروری بوده) و چگالی توده می‌دهد. با توجه به اینکه خصوصیات فیزیکی یک بستر خالص یا ترکیبی را نمی‌توان در طول کشت تغییر داد، بنابراین بستر مناسب قبل از شروع کشت باید انتخاب گردد(Verdonck & Demeyer, 2001). به منظور جلوگیری از بروز تنش آبی در بسترهای متخلخل می توان از دو روش استفاده نمود: 1) کنترل آبیاری (تعیین زمان و مقدار آبیاری) ۲) انتخاب بستری با ویژگی های فیزیکی مطلوب(راویو و همکاران، ۲۰۰۴). مدیریت محلول رسانی در نسبت اختلاط های یکسان پرلیت و ماسه با کوکوپیت متفاوت بوده، و بسترهای ترکیبی ماسه-کوکوپیت در قیاس با بسترهای ترکیبی پرلیت-کوکوپیت، در درصد اختلاط های مشابه نیاز به فرکانس محلول رسانی کوتاهتری(بیشتری) دارند(مزاری منقابی و همکاران، ۱۳۹۴). معمولاً به دلیل مشخص نبودن ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کشت و همچنین مقدار دقیق نیاز آبی گیاهان در شرایط گلخانه ای، تولیدکنندگان جهت جلوگیری از بروز کمبودهای آبی و تغذیه ای، بیش از حد نیاز گیاه، آبیاری یا محلول رسانی انجام می دهند و این موضوع در کشت های بدون خاک با سیستم باز که عملیات تغذیه همراه آبیاری صورت می گیرد باعث کاهش راندمان محلول رسانی و آلودگی آب های زیرزمینی می شود. با توجه به بررسی انجام شده، تاکنون مطالعه جامعی دربارهٔ شناسایی خواص بسترهای موجود

در کشور انجام نشده است بنابراین به نظر می‌رسد تعیین خواص فیزیکی بسترهای رایج در هر منطقه ضروری است تا با شناخت آنها نسبت به تنظیم و مدیریت محلول رسانی اقدام شود. در این صورت است که می توان مطمئن بود نیاز آبی و تغذیه ای گیاه تا حد قابل قبولی تأمین شده و احتمال بروز انواع تنش ها به حداقل می رسد. علیرغم گسترش نسبتا زیاد واحدهای گلخانه ای و هیدروپونیک در کشور، هنوز اندازه گیری استاندارد این ویژگی ها و بررسی اهمیت تأثیر آن ها روی مدیریت آبیاری و محلول دهی بصورت جامعی انجام نگرفته است.بنابراین اهداف این پژوهش به شرح ذیل خلاصه می‌گردد:

۱- اندازه گیری خصوصیات فیزیکی بسترهای ترکیبی با استفاده از روش‌های استاندارد اتحادیه اروپا

۲- شبیه سازی و پیش بینی خصوصیلت فیزیکی در بسترهای کشت با استفاده از مدل های رگرسیونی چندگانه

۳- تاثیر اجزا و خصوصیات فیزیکی بستر بر مدیریت محلول رسانی و کیفیت نشای گوجه فرنگی گلخانه ای

مواد و روش

مطالعات آزمایشگاهی

بسترهای مورد مطالعه

جهت اندازه‌گیری و تخمین خصوصیات فیزیکی در بستر های کشت بدون خاک، پنج بستر خالص شامل کوکوپیت(ابعاد ذره<۱میلیمتر)، ورمیکولیت(ابعاد ذره<۱میلیمتر)، پرلیت متوسط(ابعاد ذره ۲ میلیمتر)، پرلیت درشت و ماسه(ابعاد ذره۴ میلیمتر) تهیه شد. سپس بستر های ترکیبی پرلیت درشت- کوکوپیت(M_1)، پرلیت درشت-ورمیکولیت(M_2)، پرلیت درشت-پرلیت متوسط(M_3)، پرلیت درشت-ماسه(M_4) و ماسه- کوکوپیت(M_5) به نسبت های حجمی ۰-۱۰۰، ۱۰-۹۰، ۲۰-۸۰، ۳۰-۷۰، ۴۰-۶۰، ۵۰-۵۰، ۶۰-۴۰، ۷۰-۳۰، ۸۰-۲۰، ۹۰-۱۰ و ۱۰۰-۰ با یکدیگر ترکیب گردیدند (هر بستر دو جزئی(M) شامل ۹بستر ترکیبی است). در نهایت خصوصیات فیزیکی۵۰ بستر خالص و ترکیبی حاصله، در قالب طرح کاملا تصادفی و با ۶ تکرار اندازه‌گیری گردید.

اندازه گیری خصوصیات فیزیکی بسترهای کشت

جهت تعین حجم بسترها از روش Huffman (۱۹۹۱) استفاده گردید. بعد از تعیین حجم بستر کشت جهت اشباع کردن و اندازه‌گیری خصوصیات از جمله ظرفیت نگهداری آب[1](WHC)، خلل و فرج موثر (EPS[2])، ظرفیت گلدان (CC[3])، حجم هوای موثر (EAFPS)[4] و چگالی توده(BD[5]) از روش‌های ارائه شده اتحادیه ی اروپا با کمی تغییرات استفاده گردید (DIN EN,2012).

شبیه سازی و پیش بینی خواص فیزیکی

[1]-Water- holding capacity
[2] -Effective pore space
[3] -Container capacity
[4] - Effective air-filled pore space
[5]- Bulk density

پس از آنکه خصوصیات فیزیکی در ۵۰ بستر ترکیبی و خالص در قالب طرح کاملا تصادفی با ۶ تکرار اندازه‌گیری شد، جهت تعیین مدل مناسب پیش بینی خصوصیات فیزیکی بسترهای ترکیبی از دو مدل رگرسیونی چند گانه استفاده گردید . در نهایت نتایج حاصل از اندازه گیری خواص فیزیکی در آزمایشگاه با نتایج حاصل از داده های شبیه سازی با مدل مقایسه گردید.

مطالعات گلخانه‌ای

محلول رسانی گیاهان در آزمایش های گلخانه‌ای

با توجه به کمبود اطلاعات درباره‌ی نیاز آبی نشای گوجه فرنگی گلخانه‌ای و در نتیجه عدم توانایی در تعیین فرکانس محلول رسانی در دوره‌ی پرورش نشای، محلول رسانی بر اساس ظرفیت نگهداری آب هر بستر و با استفاده از روش وزنی تعیین گردید. ظرفیت نگه داری آب بستر و نوع اجزای بستر و خصوصیات فیزیکی بستر به عنوان عامل تأثیرگذار بر مدیریت محلول رسانی گیاه، انتخاب و به منظور بررسی اثر آن بر رشد و کیفیت نشای گوجه فرنگی بر روی بسترهای متفادمت اجرا شد. همچنین در این آزمایش تأثیر چهار تیمار محلول دهی شامل شروع محلول دهی پس از ۲۵درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد تخلیه ظرفیت نگهداری آب هر بستر بر روی رشد و کیفیت نشای گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصل از آزمایشات گلخانه‌ای با نرم افزار SAS ۹/۲ انجام شد. آزمون LSD برای مقایسه میانگین در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری حاصل از مطالعات آزمایشگاهی از نرم افزار SPSS 22 استفاده شد. رسم نمودار ها نیز با نرم افزار EXCEL انجام شد.

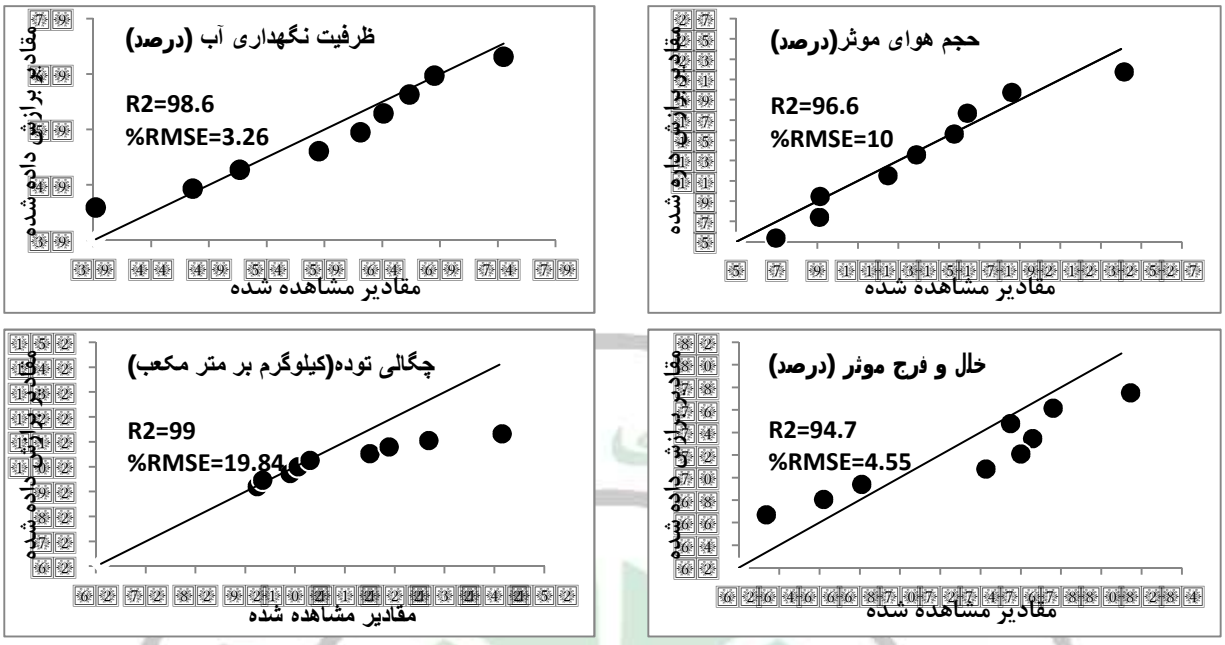
نتایج و بحث

تخمین خصوصیات فیزیکی بر اساس مدل رگرسیونی در بسترهای حاصل از مخلوط پرلیت درشت-کوکوپیت

نتایج ارزیابی

مدل رگرسیونی $y_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$] با توجه به مقادیر به دست آمده برای جذر میانگین مربعات خطا

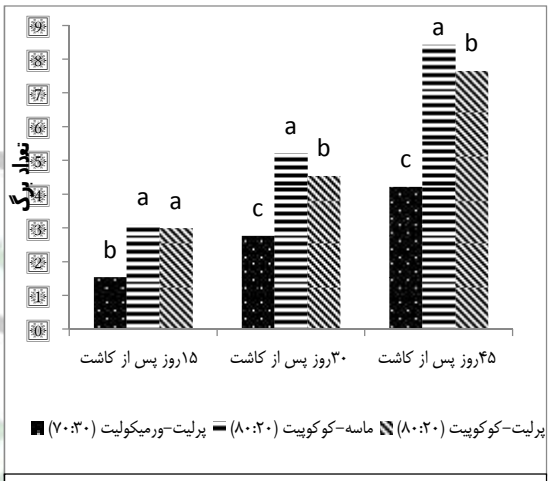
نشان داد که مدل برآورد شده توانایی پیش بینی متغیرهای وابسته مورد بررسی در بسترهای حاصله از اختلاط پرلیت درشت-کوکوپیت را دارد. ظرفیت نگهداری آب، حجم هوای موثر، خلل و فرج موثر و چگالی توده به ترتیب با اختلاف ۳/۲۶ ±، ۱۰/۰۰ ±، ۴/۵۵ ± و ۱۹/۸۴ ± از داده های اندازه‌گیری شده توسط مدل شبیه‌سازی شد(شکل۱). با توجه به مقادیر RMSE، می‌توان بیان کرد که مدل رگرسیونی میزان ظرفیت نگهداری آب بستر های حاصله از پرایت-کوکوپیت را با دقت بیشتری در مقایسه با سایر متغیرها شبیه‌سازی کرد، در صورتی که چگالی توده با دقت کمتری نسبت به سایر متغیرها شبیه سازی گردید. طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده می توان اظهار داشت که پیش بینی خصوصیات فیزیکی در بسترهای ترکیبی با استفاده از خصوصیات اجزا امکان پذیر است و دقت پیش بینی در بسترهای دو جزئی بسته به نوع اجزای ترکیب و صفات مختلف متفاوت است(در این مقاله تنها داده های حاصل از شبیه سازی یک مدل و یک بستر دوجزئی آورده شده است).



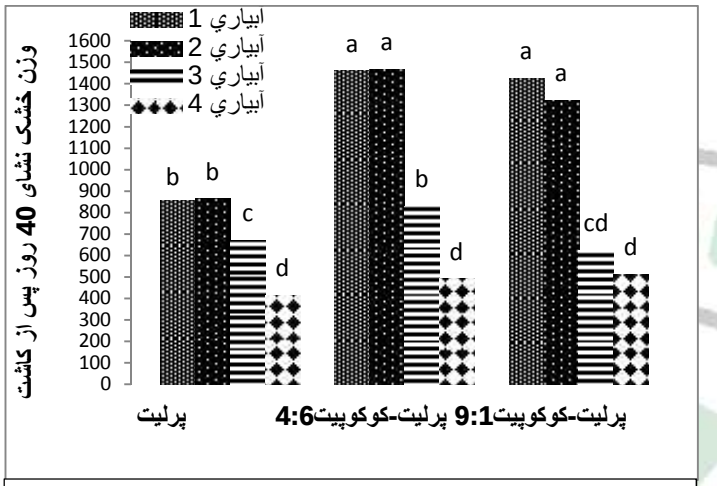
شکل۱ نمودار و خط ۱:۱ مقادیر مشاهده شده و برازش داده شده برای ویژگی های فیزیکی (متغیرهای وابسته) در بستر های ترکیبی حاصل از مخلوط پرلیت-کوکوپیت

نتایج حاصل از بستر های ترکیبی با خصوصیات فیزیکی یکسان اما اجزای متفاوت نیز تاثیر معنی داری بر خصوصیات رشدی نشاء گوجه فرنگی دارند. به عبارت دیگر نتایج نشان داد اجزای بسترهای ترکیبی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر رشد گیاهان پرورش یافته دارند. گیاهان پرورش یافته در بسترهای ترکیبی ماسه- کوکوپیت(۸۰:۲۰) و پرلیت کوکوپیت(۸۰:۲۰) در صفات ارتفاع، قطر، نسبت ارتفاع به قطر، ارتفاع اولین میانگره، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و همچنین شاخص سرعت رشد نسبی تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. ولی در صفاتی همچون سطح برگ، تعداد برگ(شکل ۲)، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و شاخص میزان فتوسنتز خالص، اگرچه در اوایل رشد تفاوت معنی داری نداشتند، ولی با گذشت زمان و مراحل انتهایی رشد برتری صفات ذکر شده در گیاهان رشد یافته در بستر ماسه-کوکوپیت قابل ملاحظه بود(شکل۲). گیاهان رشد یافته در بستر پرلیت-ورمیکولیت(۷۰:۳۰) با توجه به ویژگی های شیمیایی نامناسب در این بستر همانند آزمایش اول از رشد کافی بر خوردار نبودند. مزاری منقابی و همکاران (۱۳۹۳)گزارش کردند که استفاده از ماسه نسبت به پرلیت می توانند سبب رشد بهتر گیاهان گردد، که ممکن است به دلیل میزان آب سهل الوصول بالاتر ماسه باشد. همچنین با توجه به تحقیقات انجام شده، رشد متفاوت گیاهان در بسترهای با ویژگی های فیزیکی یکسان اما اجزای متفاوت می‌توانند به دلایلی همچون، تاثیر متفاوت اجزای بسترهای کشت در سرعت انتشار اکسیژن و پتانسیل ماتریک بستر باشد.همچنین نتایج نشان داد بسترهای ترکیبی با قدرت نگه داری آب بیشتر، مدت زمان طولانی تر در حالت نزدیک به ظرفیت گلدان باقی می مانند و به همین دلیل موجب رشد بهتر ریشه و وزن خشک برگ ها(شکل۳) و افزایش شاخص های رشد (RGR, LAR, NAR) می گردند. همچنین مقایسه سطوح مختلف آبیاری از لحاظ تأثیر بر کیفیت و رشد نشا تفاوت معنی داری را نشان داد به طوری که در بسیاری از صفات مورد آزمایش سطح آبیاری ۲۵ درصد و ۵۰ درصد تخلیه ظرفیت نگه داری آب (سطوح نزدیک تر به حالت ظرفیت گلدان) بیشترین شاخص را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می توان دریافت که با نگه داشتن محتوای آب بستر در حالت ظرفیت گلدان به

مدت طولانی تر، هدایت هیدرولیکی غیراشباع بستر بالا رفته و در نتیجه شرایط مناسبی را برای جذب آب توسط گیاه ایجاد می کند و از بروز تنش خشکی در گیاه جلوگیری می نماید و در نتیجه رشد بهتر گیاه را به دنبال خواهد داشت.. برای مقایسه بسترهای کشت با ظرفیت نگه داری آب متفاوت و یا بسترهای کشت یکسان در گلدان های با سایز متفاوت، کل ظرفیت نگهداری آب و مقدار آب در دسترس باید برای هر بستر کشت و یا هر سایز گلدان به کار رفته به صورت اختصاصی محاسبه شود(yelanich, 1995).



شکل۲- اثر اجزا بسترهای کشت برتعداد برگ نشای گوجه فرنگی گلخانه ای



شکل۳- اثر متقابل بستر و سطح آبیاری بر وزن خشک نشای گوجه فرنگی ۴۰ روز بعد از کاشت

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد پیش بینی خصوصیات فیزیکی بسترهای کشت با استفاده از مدل های رگرسیونی امکان پذیر است. همچنین نتایج نشان داد خواص فیزیکی و اجزای بسترها تاثیر بسزایی در مدیریت محلول رسانی و کیفیت نشای گوجه فرنگی گلخته ای در سیستم های کشت بدون خاک دارد. استفاده از بسترهای مناسب با قدرت نگه داری آب بالاتر و محلول رسانی گیاهان بر اساس ظرفیت نگهداری آب هر بستر به عنوان راهکاری مؤثر در مدیریت محلول رسانی در سیستم های هیدروپونیک قابل توصیه می باشد

منابع

۱. مزاری منقابی، ح.، دلشاد، م. و کاشی، ع. ۱۳۹۳. بررسی اثر ویژگی‌های فیزیکی و اجزای بسترهای ترکیبی بر خصوصیات رشدی نشای گوجه فرنگی گلخانه ای. کنفرانس بین المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری

۲. مزاری منقابی، ح.، دلشاد، م. و کاشی، ع. ۱۳۹۴. اهمیت نوع و نسبت اختلاط اجزاء بر خصوصیات و مدیریت محلول رسانی بسترهای ترکیبی. سومین همایش ملی انجمن های علمی دانشجویی رشته های کشاورزی و منابع طبیعی

3. Verdonck, O., & Demeyer, P. (2001). The influence of the particle sizes on the physical properties of growing media. *In International Symposium on Growing Media and Hydroponics* 644 (pp. 99-101

4. Hoffmann, G. (1991). Methodenbuch Band 1, Die Untersuchung von Böden.*Auflage. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.*

5. *DIN EN*, (2012). Soil improvers and growing media–Determination of physical properties-dry bulk density, air volume, water volume, shrinkage value and total pore space. *13041:* 1-26.
6. Yelanich, M.V. (1995). Modeling the consentration of nitrogen in the root zone on container-grown chrysanthemums. *PhD diss., Michigan State Univ., East Lansing.*

Measuring physical properties of substrates and their application in fertigation managing of soilless systems

Mojtaba Delshad [1], Hossein Mazari–e-Manghabi [2] and Leila Rezaeinasab[3]

1. Associate Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. 2&3- Ph.D and MSc student respectively., University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author: delshad@ut.ac.ir

Abstract

To manage fertigation volume and frequency in soilless culture systems, measuring and understanding of physical properties of substrates is important. The aim of this study was to introduce a method for estimating of physical properties in soilless culture systems and to evaluate the effects of mixed substrates' components and physical properties of a substrate on fertigation management of some greenhouse plants. European standard method and multiple regression models have been used for measuring and estimating of physical properties, respectively. The results showed that it's possible to estimate the physical properties of soilless media according to components characteristics. And substrates with different physical characteristics require different fertigation regimes.

Key word: fertigation frequency, physical characteristics, planting substrate