اولین کارگاه فنی ارتقاء کارایی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای
۲۶ مهرماه ۱۳۸۶

تأثیر دور آبیاری و بستر بر عملکرد و برخی پارامترهای رشد کاهو (Parris Island) در کشت بدون خاک (کیسه‌ای)

کامران داوری، بیژن قهرمان، نسرین سیاری و پریسا شاهین رخسار[1]

چکیده

این آزمایش در سال ۸۲-۱۳۸۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش بر اساس طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. به طوری که دور آبیاری در سه سطح شامل ۱۲ ، ٤ و ۲ بار در روز در کرت‌های اصلی و سه بستر پرلیت جدید، پرلیت استفاده شده و سبوس برنج در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر کاهو مورد استفاده پاریس آیلند (Parris Island) بود. فاکتورهایی نظیر عملکرد (وزن تر)، وزن خشک و ارتفاع تحت تاثیر دور آبیاری قرار گرفتند. نتایج نشان داد دور آبیاری ٤ بار در روز با ٤٦٦/۳۹ گرم بیشترین عملکرد و وزن خشک گیاه و دور آبیاری ۱۲ بار در روز با ۳۸٦/۹٤ گرم کمترین عملکرد و وزن خشک گیاه را دارا بودند. همچنین دور آبیاری ۱۲ بار در روز موجب افزایش ارتفاع گیاه گردید. بین بسترهای مورد آزمایش از نظر صفاتی نظیر عملکرد و وزن خشک گیاه اختلاف معنی داری وجود داشت. بستر پرلیت استفاده شده نسبت به سایر بسترها موجب افزایش عملکرد و وزن خشک گیاه گردید و این در حالی بود که بستر سبوس برنج کمترین عملکرد و وزن خشک گیاه را دارا بود. اثر متقابل معنی داری بین دور آبیاری و بستر از نظر کلیه صفات دیده نشد.

کلمات کلیدی: دور آبیاری، بستر، کشت بدون خاک، پرلیت، سبوس برنج، کاهو

مقدمه

افزایش بی رویه جمعیت و نیاز روز افزون غذا یکی از معضلات بزرگ کشورهای در حال توسعه می‌باشد. به دلیل محدودیت آبی در این کشورها، افزایش سطح زیر کشت به منظور افزایش عملکرد، راه حل منطقی و صحیحی

۱- به ترتیب استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد ودانشجوی سابق کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

نمی‌باشد. با استفاده از گلخانه امکان افزایش کیفیت و کمیت محصول با طولانی‌تر شدن فصل رشد (نصب سازه و پوشش در ابتدا یا انتهای فصل رشد) و یا پرورش گیاهانی که در آن اقلیم بازدهی مطلوبی ندارند، فراهم می‌شود. همچنین با استفاده از فعالیت‌های به‌نژادی، روش‌های نوین کشت نظیر آبیاری قطره‌ای و پرورش محصولات گلخانه‌ای بدون خاک، می‌توانیم شاهد بهبود شرایط تولید محصول، افزایش راندمان آبیاری و به همان نسبت تولید بیشتر باشیم. در طی سال‌های گذشته، استفاده از کشت‌های بدون خاک، برای تولید سبزی‌ها افزایش یافته است. زیرا با استفاده از این تکنیک می‌توان از حجم فضای موجود در محیط گلخانه به نحو بهتری استفاده نمود[٤]. سیستم کشت بدون خاک در صورت مدیریت صحیح یک سیستم ایده‌آل برای تأمین نیاز غذایی و آبی گیاهان می‌باشد و با یک برنامه آبیاری خوب و کنترل شده می‌توان به تعادل مطلوبی بین رشد رویشی و زایشی رسید. تاکنون تحقیقات زیادی بر روی محصولات مختلف اعم از خیار، گوجه‌فرنگی و کاهو در این سیستم صورت گرفته است.

کاهو با اسم علمی Lactuca Sativa. L بیشترین سبزی سالادی قابل استفاده در جهان می‌باشد و به عنوان یک سبزی فصل سرد در مناطق مختلف جهان کشت می‌گردد[۲]. کاهو یکی از محصولاتی است که در بسیاری از کشورها به صورت تجاری با استفاده از سیستم کشت بدون خاک تولید می‌شود. حجم محدود محیط ریشه و ظرفیت نگهداری آب پایین بسترها در کشت بدون خاک از مسائل مهم و بحرانی این سیستم می باشد و به همین دلیل دو پارامتر دور آبیاری و مدت زمان آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند[١٤]. تحقیقات زیادی بیان‌گر تاثیر دور آبیاری روی خصوصیات کمی و کیفی میوه می‌باشد [١٢،٢٠]. توزل و همکاران دور آبیاری ۱، ۲ و ٤ بار در روز را در کشت کیسه‌ای گوجه‌فرنگی مقایسه کردند. نتایج مطالعات نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۱ به ٤ بار در روز عملکرد، تعداد و وزن متوسط میوه افزایش یافت[۲۱]. واسیلاکاکیس و همکاران تاثیر بستر تازه و استفاده شده پرلیت را با دو دور آبیاری ۲ ساعت یک بار و ٤ ساعت یک بار در کشت کیسه‌ای توت فرنگی مقایسه کردند. گیاهانی که در بستر پرلیت استفاده شده و دور آبیاری ٤ ساعت یک بار پرورش پیدا کرده بودند، عملکرد کمتری از خود نسبت به بستر پرلیت تازه با همین دور آبیاری نشان داده بودند. به طور کلی دور آبیاری ۲ ساعت یک بار باعث افزایش عملکرد نسبت به دور آبیاری ٤ ساعت یک بار گردید[۲۳].

بروز بیماریهای قارچی، شوری و آلودگی محیط زیست از جمله مشکلات موجود در گلخانه‌های خاکی می‌باشد. در صورتیکه با استفاده از بسترهای کشت معدنی و آلی نظیر پرلیت، لیکا، سبوس برنج، پیت و پومیس مشکلات ذکر شده قابل کنترل می باشد[۲۳،۲۲]. پرلیت[1] نوعی شن سیلیسی می‌باشد که در اثر گرمای شدید و ناگهانی (۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد) متورم شده و تولید دانه‌های سفید و سبک می‌نماید. به دلیل مقدار جذب بالای آب، افزایش راندمان آبیاری و امکان استفاده مجدد بستر در کشت‌های بعدی و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید، پرلیت به عنوان بستری با خصوصیات بسیار عالی در کشت بدون خاک مطرح می‌باشد[۷].

یکی از مهمترین مسائل مربوط به کشت بدون خاک هزینه بسترها می‌باشد. امروزه تحقیقات بسیار گسترده‌ای روی بسترهای بومی با قیمت پایین صورت می‌گیرد. اخیراً سبوس برنج به دلیل هزینه پایین در دنیا مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات روی آن همچنان ادامه دارد. کشور ما از معدود کشورهایی است که در آن از محصولات

[1]Perlite

فرعی کشت برنج استفاده مطلوب و اقتصادی به عمل نمی‌آید. سبوس برنج یکی از فرآورده‌های جنبی کارخانجات برنجکوبی است که حدود ۱۰ درصد وزنی هر دانه شلتوک را شامل می‌شود که سالانه میزان قابل توجهی از آن در مناطق برنج خیز ایران بخصوص مناطق شمالی کشور برجای می‌ماند. آیسه گول با مطالعه ده بستر کشت متفاوت از جمله سبوس برنج ، توف، پرلیت، پیت و مخلوطی از بسترهای ذکر شده روی عملکرد گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که بستر سبوس برنج و توف نسبت به سایر بسترها باعث کاهش ارتفاع گیاه می شود[۸]. شینوهارا و همکاران بسترهای فیبر نارگیل، راک وول، پوست درخت و سبوس برنج تازه و دوباره استفاده شده را با یکدیگر مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین بسترهای تازه و بین بسترهای دوباره استفاده شده از نظر ارتفاع دیده می‌شود. به طوری که بستر فیبر نارگیل تازه و دوباره استفاده شده به ترتیب موجب افزایش و کاهش ارتفاع گیاه شدند. اختلاف معنی داری از نظر وزن خشک نیز بین بسترهای مورد بررسی مشاهده شد. کمترین و بیشترین وزن خشک در بسترهای تازه به ترتیب مربوط به سبوس برنج و پنبه معدنی و کمترین و بیشترین وزن خشک در بسترهای دوباره استفاده شده مربوط به فیبر نارگیل و پوست درخت بود[۱۸].

چانیستی و همکاران تحقیقی روی تولید کاهو با استفاده از سبوس برنج و الیاف نارگیل انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که سبوس برنج در فصل بهار و پاییز بهترین عملکرد را در مقایسه با الیاف نارگیل داشته است[٦]. همچنین سرانو و همکاران تحقیقی روی تولید کاهو با استفاده از سیستم کشت کیسه‌ای انجام دادند، آنها با استفاده از پرلیت که اندازه دانه‌بندی متفاوتی داشت به این نتیجه رسیدند که پرلیت با دانه‌بندی کوچک، محیط بهتری برای رشد ریشه فراهم می‌کند و از تنش آبی و مصرف آب بیشتر جلوگیری کرده و باعث تولید بیشتر می‌شود[١٦]. سیموس و همکاران تولید کاهو به روش کشت بدون خاک را با کشت خاکی مقایسه کردند. بسترهای مورد استفاده پومیس و پرلیت با دانه‌بندی ۸-۰ و ۸-۵ بود. نتایج نشان داد که محصولات کشت شده در خاک از کیفیت ظاهری خوبی برخوردار بوده و هیچگونه بیماری از جمله برگ سوختگی مشاهده نشده است. در حالیکه در محصولاتی که در بستر پومیس و پرلیت کاشته شده بودند، برخی علائم آلودگی و برگ سوختگی به صورت بسیار جزئی دیده شد که این مسئله در پرلیت مشهودتر بود[۱۹] .

با توجه به اطلاعات فوق، دو پارامتر دور آبیاری و نوع بستر می‌توانند تاثیر متفاوتی روی عملکرد گوجه فرنگی در سیستم کشت بدون خاک بگذارند. لذا از این نظر اجرای آزمایشی در زمینه تاثیر دو فاکتور یاد شده روی عملکرد کاهو ضروری به نظر رسید.

مواد و روش

این آزمایش در سال ۸۲-۸۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش بر اساس طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. به طوری که دور آبیاری در سه سطح شامل ۱۲ بار در روز، ٤ بار در روز و ۲ بار در روز در کرت‌های اصلی و سه بستر پرلیت جدید، پرلیت استفاده شده و سبوس برنج در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بذر کاهو مورد استفاده پاریس آیلند (Parris Island) بود.

ابتدا بسترهای مورد نظر با بخار آب ضدعفونی و پس از خشک شدن، در کیسه‌های پلاستیکی به حجم ۱۱ لیتر ریخته و هر کیسه برای چهار بوته در نظر گرفته شد [۱۱،۹]. به منظور تخمیر کامل سبوس برنج، این بستر به مدت یک هفته مرطوب نگه داشته شد[۹]. فاصله گیاه روی کیسه ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته و تراکم بوته ۰/۰۸ بوته در متر مربع بود. به منظور تأمین رطوبت کافی شکافی به فاصله پنج سانتی‌متری از کف کیسه، روی آن ایجاد گردید[۱۳]. سپس کیسه‌ها روی پایه‌هایی به شیب ۱ درصد قرار گرفتند[۱۷]. برای جمع آوری آب اضافی زهکشی شده سطل‌های سه لیتری در زیر پایه‌ها قرار داده شد. از آن جایی که ظرفیت نگهداری آب بسترهای مورد استفاده در این آزمایش کم بود. به منظور تأمین قطعی نیاز آبی گیاه، روزانه ۱/۵ لیتر آب و مواد غذایی برای هر بوته تأمین گردید [۱۷]. آب و مواد غذایی اضافی هر روز جمع آوری شده و به مخزن اصلی منتقل می‌شد.

برای آبیاری بوته‌ها از سیستم آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان‌های ۲ لیتر در ساعت متصل به لوله ماکارونی ۷۰ سانتی‌متر استفاده شد [۳]. تایمرها بر اساس دورهای آبیاری ۲، ٤ و ۱ بار در روز، با توجه به نیاز آبی گیاه تنظیم شدند. محلول غذایی مورد استفاده در این آزمایش شامل ۲۰۰ ppm نیتروژن نیتراتی ($N\text{-}NO_3$)، ٦۰ ppm فسفر (P)، ۳۰۰ ppm پتاسیم (K)، ۱۷۰ ppm کلسیم (Ca)، ۵ ppm منیزیم (Mg)، ۰/۳ ppm بر (B)، ۰/۱ مس (Cu)، ۳ ppm آهن (Fe)، ۰/۲ ppm مولیبدون (Mo) و ۰/۱ ppm روی (Zn) بود [۵]. انتقال نشاء در تاریخ ۲۳ دی ۱۳۸۲ در حالی که ارتفاع نشاء ها در حدود ٦/۵ سانتی متر و در مرحله ۳ برگی بودند، انجام شد[۱۷]. اندازه‌گیری EC و pH محلول غذایی هر روز انجام و زمانی که EC محلول غذایی از حداقل محدوده مورد نظر (۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر) کمتر گردید، محلول غذایی تعویض شد [۲۳]. همچنین در صورتی که pH محلول غذایی از محدوده مطلوب رشد گیاه ۵/۸ بیشتر گردید با استفاده از اسید نیتریک ٦۵ درصد کاهش داده شد [۱۵]. برداشت در تاریخ ۲۲ بهمن سال ۸۲ صورت گرفت. پس از برداشت وزن تر، وزن خشک و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. جهت محاسبات آماری در این بررسی از نرم افزارهای Quatropro 5.0, Excel 5.0 وMstatc استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام و سطح احتمال بکار رفته در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها سطح احتمال ۹۵ درصد بود.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آبیاری از نظر ارتفاع گیاه نشان داد ($p \leq ۰/۰۱$) (جدول۱). تیمار آبیاری ۱۲ بار در روز دارای بیشترین ارتفاع معادل ٤٦/۷ سانتی‌متر و تیمار آبیاری ۲ بار در روز دارای کمترین ارتفاع معادل ۳٤/۷ سانتی‌متر بود (جدول ۲). همان گونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود بین بسترهای مورد مطالعه از نظر ارتفاع گیاه اختلاف معنی داری وجود نداشت ($p \geq ۰/۰۵$). البته بستر پرلیت استفاده شده نسبت به پرلیت جدید موجب کاهش ارتفاع گیاه شد. نتایج مطالعات شینوهارا و همکاران نیز موید این نکته بود که بسترهای استفاده شده باعث کاهش ارتفاع گیاه شده‌اند و به نظر می‌رسد که این مسئله ناشی از کاهش تخلخل در این بسترها باشد. زیرا در گیاهانی که ریشه آنها در معرض کمبود اکسیژن است رشد طولی گیاه کاهش یافته و جذب آب و مواد غذایی نیز محدود می‌شود[۱]. شینوهارا و همکاران [۱۷] نیز به این نتیجه رسیده بودند که بسترهای استفاده

شده منجر به کاهش ارتفاع گیاه می شود[۱۸]. اثر متقابل معنی داری بین بستر و دور آبیاری از نظر طول ساقه وجود نداشت ($p \geq ۰/۰۵$) (جدول ۱).

همان گونه که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود بین دورهای آبیاری از نظر وزن تر اختلاف معنی داری وجود دارد ($p \leq ۰/۰۵$). دور آبیاری ٤ بار در روز بیشترین وزن تر و دور آبیاری ۲ بار در روز کمترین وزن تر را دارا بودند. با توجه به نتایج مذکور به نظر می‌رسد که شرایط آبیاری ٤ بار در روز جهت رشد مناسب‌ترین تیمار باشد. از آنجایی که این بسترها نسبت به خاک ظرفیت نگهداری آب بسیار پایینی دارند، به نظر می رسد دور آبیاری ۲ بار در روز در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

جدول۱: *تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه*

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک	وزن تر	ارتفاع گیاه
دور آبیاری	۲	۱۳۸/۰۸**	۲٤۲۷۲/٤٦*	٤۷۸/٤٥**
خطای اصلی	۹	۱۲/٦٥	٤٤٥۳/۰۸	٥۰/۷۲
بستر	۲	۲۱۲/۳۸**	۱۱۳٦٦٦/۳۸**	٤٦/۸۱^{ns}
اثر متقابل آبیاری * بستر	٤	٤۰/۰۷^{ns}	۹۰۷٥/٥۰^{ns}	۲٦/٦٥^{ns}
خطای فرعی	۱۸	۳۰/٤۱	٦۱۷۳/۲۰	۲٤/٥٥

*معنی دار در سطح ۰/۰۵ ، **معنی دار در سطح ۰/۰۱ ،ns در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست.

مالوپا و همکاران نیز بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تبخیر و تعرق در اثر تنش خشکی در گوجه‌فرنگی را گزارش کردند که باعث کاهش فتوسنتز و عملکرد می‌شود[۱۰]. بین بسترهای مورد مطالعه از نظر عملکرد اختلاف معنی داری دیده شد ($p \leq ۰/۰۱$)(جدول ۱). بیشترین و کمترین وزن تر به ترتیب مربوط به بستر پرلیت قدیمی به میزان ٤۹۱/۱ گرم و سبوس برنج به میزان ۳۰۵ گرم می‌باشد. مطالعات شینوهارا و همکاران نشان داد که ظرفیت نگهداری جذب آب بسترها با استفاده مجدد افزایش می‌یابد[۱۸]. همچنین مارتینز و آباد نیز بیان کردند که آب قابل در دسترس پرلیت به مرور زمان افزایش پیدا می‌کند[۱۱]. به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد در این بستر ناشی از این مسئله باشد. کاهش عملکرد در بستر سبوس برنج در بسیاری از مطالعات گزارش شده است. بطور مثال شینوهارا و همکاران و آیسه گول نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که بستر سبوس برنج نسبت به سایر بسترها باعث کاهش عملکرد می‌شود. شاید این مسئله ناشی از تجزیه ناقص این بستر باشد[۱۸،۸]. اختلاف معنی داری بین اثرات متقابل دور آبیاری و بستر دیده نشد($p \geq ۰/۰۵$)(جدول ۱). البته بستر پرلیت جدید و دور آبیاری ٤ بار در روز بیشترین عملکرد و بستر سبوس برنج و دور آبیاری ۱۲ بار در روز کمترین عملکرد را داشتند.

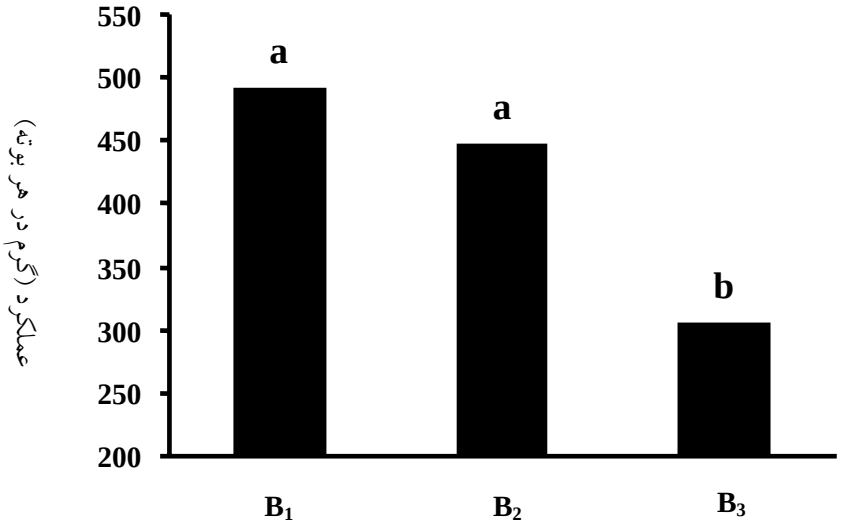
نتایج این آزمایش نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری و بستر از نظر وزن خشک اختلاف معنی داری وجود دارد ($p \leq ۰/۰۱$). دور آبیاری ۲ بار در روز کمترین وزن خشک و دور آبیاری ٤ بار در روز بیشترین وزن خشک را تولید کردند. بستر پرلیت قدیمی بیشترین وزن خشک و بستر سبوس برنج کمترین وزن خشک را تولید کردند. همچنین اثرات متقابل معنی داری بین فاکتورهای آزمایش مشاهده نگردید ($p \geq ۰/۰۵$).

جدول۲: *میانگین صفات مورد مطالعه تحت تاثیر دور آبیاری، بستر و اثر متقابل دور آبیاری و بستر*

تیمار	وزن خشک (گرم)	وزن تر (گرم)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
I_1	۲۷/۶۰^{a}	۳۸۶/۹۴^{b}	۴۶/۷۳^{a}
I_2	۲۸/۳۳^{a}	۴۶۶/۳۹^{a}	۳۷/۳۷^{b}
I_3	۲۲/۱۳^{b}	۳۹۰/۱۵^{b}	۳۴/۷۱^{c}
B_1	۲۹/۷۱^{a}	۴۹۱/۱۱^{a}	۳۹/۶۱^{a}
B_2	۲۶/۹۱^{a}	۴۴۷/۳۸^{a}	۴۱/۵۸^{a}
B_3	۲۱/۴۴^{b}	۳۰۴/۹۸^{b}	۳۷/۶۳^{a}
$_1B_1I$	۳۰/۹۸^{a}	۴۷۲/۷۴^{a}	۴۶/۸۱^{a}
$_2B_1I$	۲۶/۹۸^{a}	۴۰۷/۰۴ ^{a}	۴۶/۹۴ ^{a}
$_3B_1I$	۲۴/۸۵^{a}	۲۸۱/۰۴ ^{a}	۴۶/۴۴^{a}
$_1B_2I$	۳۱/۲۱^{a}	۵۱۴/۴ ^{a}	۳۵/۱۹ ^{a}
$_2B_2I$	۳۳/۱۳^{a}	۵۵۹/۳۸ ^{a}	۴۲/۲۹^{a}
$_3B_2I$	۲۰/۶۵^{a}	۳۲۵/۴۰ ^{a}	۳۴/۶۳^{a}
$_1B_3I$	۲۶/۹۶^{a}	۴۸۶/۲۰^{a}	۳۶/۸۱ ^{a}
$_2B_3I$	۲۰/۶۰^{a}	۳۷۵/۷۳ ^{a}	۳۵/۵^{a}
$_3B_3I$	۱۸/۸۲^{a}	۳۰۸/۵۲ ^{a}	۳۱/۸۱^{a}

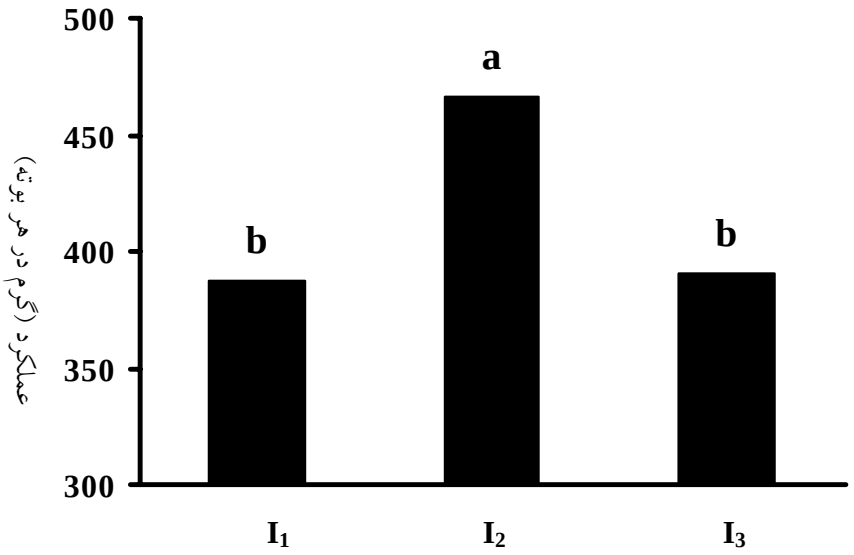
I_1: دور آبیاری ۱۲ بار در روز،I_2 : دور آبیاری ۴ بار در روز، I_3: دور آبیاری ۲ بار در روز و B_1: بستر پرلیت استفاده شده، B_2 بستر پرلیت جدید، B_3: بستر سبوس برنج

* حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵ درصد معنی دار نمی‌باشند.



شکل ۱: *تاثیر بستر بر عملکرد محصول*

B_1: بستر پرلیت استفاده شده، B_2 بستر پرلیت جدید، B_3: بستر سبوس برنج



I_1: دور آبیاری ۱۲ بار در روز، I_2 : دور آبیاری ٤ بار در روز، I_3: دور آبیاری۲ بار در روز

شکل ۲: *تاثیر دور آبیاری بر عملکرد محصول*

منابع

۱- بای بوردی. م. ۱۳۵۷. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه تهران

۲- پیوست. غ.ع. ۱۳۷۷. سبزیکاری. مرکز نشر علوم کشاورزی.

۳- تولایی. م. ۱۳۸۰. راهنمای کشت گیاهان گلخانه‌ای به روش هایدروپونیک. نشر آموزش کشاورزی

٤- سجادی. ع. ۱۳٦۲. آبکشت (کشاورزی بدون خاک). انتشارات طوفان.

۵- نوروزی. م. ۱۳۸۰. راهنمای کاشت گیاهان بدون استفاده از خاک. نشر محدث.

6- Chanseetis, C., Shinohara, Y., Takagaki, M., Maruo, M., Hojo, M and T, Ito. 2001. Application Of Capillary Hydroponic System To The Lettuce Growing Under Tropical Climate Condition. Acta Hortticulture. 548: 321-328

7- Djedidi. M., D. Gerasopoulos and E. Maloupa. 1999. The effect of different substrates on the quality of F. carmello tomatoes (Lycopersicom esculentum Mill.) grown under protection in a hydroponic system. Cahier Option Mediterranneenes. 31: 379-383

8- Gul. A. 1999. Investigation On The Effect Of Media And Bag Volume On Cucumber. Cahier Option Mediterranean's. 31: 371-378

9- Logendra. L.S., H.W. Janes. 1999. Hydroponics Tomato Production: Growing Media Requirement. Acta Horticulture. 481: 483-486

10- Maloupa. E., A. Abou Hadid, M. Prasad and CH. Kavafakis. 2001. Response Of Cucumber And Tomato Plants To Different Substrates Mixtures Of Pumice In Substrate Culture. Acta Horticulture. 559: 593-599

11- Martinez. P.F and M. Abad. 1992. Soilless Culture Of Tomato In Different Mineral Substrates. Acta Horticulture. 323: 251-259

12- Mitchell. J.P., S.R. Shennan and D.M May. 1991. Tomato Fruit Yelds And Quality Under Water Deficit And Salinity. Journal of American Society Horticulture Of Science. 116: 215-221

13- Olympios. C.M. 1992. Soilless Media Under Protected Cultivations Rockwood, Peat And Other Substrates. Acta Horticulture.323: 215-234

14- Olympios. C.M. 1999. Overview Of Soilless Culture: Advantages, Constraints And Perspectives For Its Use In Mediterranean Countries. Cahier option Mediterranean's. 31: 307-324
15- Papadopoulos. A.P., X.Hao, J.C. Tu and J. Zheng. 1999. Tomato Production In Open Or Closed Rockwool Culture System. Acta Horticulture. 481: 89-93
16- Serrano, L., Orozco, R., Martinez, A and O, Marfa. 1993. The Use Of Fine Graded Perlite In Bag Culture II. Yield and Water Consumption Of Lettuce. Acta Horticulture. 335: 109-113
17- Shinohara. Y., K. Akiba, T. Maruo and T. Ito. 1995. Effect Of Water Stress On The Fruit Yield, Quality And Physiological Condition Of Tomato Plants Using The Gravel Culture. Acta Horticulture. 396: 211-218
18- Shinohara. Y., T. Hata, T. maruo, M. Hohjo and T Ito. 1999. Chemical And Physical Properties Of The Coconut-Fiber Substrate And The Growth And Productivity Of Tomato (Lycopersicom esculentum Mill.) Plants. Acta Horticulture. 481:145-149
19- Siomos, A, S., Beis, G., Papadopoulou, P, P., Nasi, P and I, Kaberidou. 2001. Quality and Composition Of Lettuce (cv. 'PLENTY') Grown In Soil And Soilless Culture. Acta Horticulture. 548: 23-29
20- Traka-Mavrona. E., D. Gerasopoulos, T. Pritsa, and E. Maloupa. 2001. Growth, Fruit Yield And Quality Of Tomato In Relation To substrate and nutrition source in a soilless culture system. Acta Horticulture. 548: 173-179
21- Tuzel. I.H., Y. Tuzel, A. Gul, H. Altunlu and R.Z. Eltez. 2001. Effect of different irrigation schedules, substrate and substrate volume on fruit quality and yield of greenhouse tomato. Acta Horticulture. 548: 285-291
22- Vanos. E.A. 1995. Engineering and environmental Aspects of Soilless growing system. Acta Horticulture. 396: 256-224
23- Vasilakakis. M., A. Alexandridis, S. El Fadl and K. Anagnostou. 1999. Effect Of Substrate (New Or Used Perlite), Plant Orientation On The Column And Irrigation Frequency On Strawberry Plant Productivity And Fruit Quality. Cahier option Mediterranean's. 31: 357-363.