

بررسی تأثیر اختلاط هیدروژل با بستر کشت بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای پیوندی و غیر پیوندی در سیستم هیدروپونیک

مجتبی دلشاد^۱، مستانه احرار^{۲*} و مصباح بابالار^۳

۱، ۲، ۳، استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۹/۶)

چکیده

میزان جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه یکی از مهمترین عوامل اثرگذار بر تولید گیاهی است. ایجاد شرایط رطوبتی مناسب در بسترهای هیدروپونیک از طریق بهبود خواص فیزیکی سبب بهینه شدن جذب و در نتیجه افزایش رشد و عملکرد می‌گردد. در این تحقیق تلاش شد با استفاده از اختلاط هیدروژل با بستر کشت پرلیت و عمل پیوند به بهبود شرایط جذب توسط گیاه کمک کرده و اثر آن بر شاخص‌های رشد، عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه خیار گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار گیرد. به این منظور خیار گلخانه‌ای رقم کاسپین به دو شکل پیوند بر روی پایه کدو مسمایی *Cucurbita pepo* L. و غیر پیوندی در بستر پرلیت به دو صورت فاقد هیدروژل و هیدروژل‌دار (سوپر آب ۲۰۰٪ نسبت اختلاط ۱/۵ درصد وزنی بستر) کاشته شد و عملیات محلول‌رسانی در دو سطح کامل (معادل با نیاز آبی محاسبه شده برای گیاه) و کاهش یافته (۷۰٪ نیاز آبی محاسبه شده برای گیاه) انجام گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد تیمار محلول‌رسانی تنها بر کسر زهکشی اثر گذاشته است به گونه‌ای که میزان آن در محلول‌رسانی کامل افزایش یافت. استفاده از هیدروژل در بستر موجب کاهش کسر زهکشی و افزایش عملکرد، وزن خشک ریشه و برگ، سرعت رشد نسبی، میزان فتوسنتز خالص و زی‌توده گردید، در حالی که بر صفات کیفی میوه بی تأثیر بود. گیاهان پیوندی نیز سرعت رشد نسبی بیشتری داشته و توانستند در بسترهای فاقد هیدروژل عملکرد و زی‌توده گیاهان را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: جذب، کسر زهکشی، سرعت رشد نسبی، میزان فتوسنتز خالص، زی‌توده.

مقدمه

اصلی محدودکننده جذب در بسترهای هیدروپونیک، هدایت هیدرولیکی غیر اشباع بستر می‌باشد. این ویژگی رابطه مستقیم و نزدیکی با ظرفیت نگهداری آب بستر دارد به گونه‌ای که کاهش ۱ تا ۵ درصدی آب بستر باعث کم شدن شدید هدایت هیدرولیکی غیر اشباع و در

بهبود جذب آب و عناصر غذایی به ویژه در شرایط تنش محیطی نظیر خشکی، شوری و دمای پایین بستر می‌تواند به افزایش رشد و کمیت و کیفیت عملکرد کمک نماید. طبق نظر (Da silva et al. 1993) عامل

رشد و عملکرد بهتری داشته‌اند و ویژگیهای کیفی میوه نیز تا حدی تحت تأثیر خصوصیات پایه قرار گرفته است. Echevarria & Rodriguez (2004) عنوان کردند پیوند خیار گلخانه‌ای روی کدو میزان عملکرد را افزایش داده اما بر صفات کیفی میوه تأثیری نداشته است. خیار گلخانه‌ای یکی از مهمترین سبزیجات مصرفی است که بخش زیادی از سطح زیر کشت گلخانه‌ای را در کشور ما به خود اختصاص می‌دهد. به دلیل حساسیت این گیاه به عوامل بیماری‌زای خاکزی کشت هیدروپونیک آن روز به روز در حال گسترش است. اما اختلال در جذب آب و عناصر غذایی بویژه در شرایط محیطی نامطلوب همواره موجب بروز آثار ضعف و پژمردگی و کاهش رشد شده و در نهایت از میزان عملکرد با کیفیت می‌کاهد (Kage et al., 2000; Reyes & Jennings, 1994; Rivero et al., 2003).

بر این اساس در این تحقیق تلاش شده با استفاده از اختلاط هیدروژل با بستر و تکنیک پیوند به بهبود شرایط فیزیکی بستر و افزایش قدرت جذب گیاه کمک نموده و اثر آن بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۶ در گلخانه‌های سبزیکاری گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. این آزمایش به صورت کرت خرد شده فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار و ۵ مشاهده در هر کرت انجام شد. به منظور بررسی تأثیر استفاده از سوپرچادب و عمل پیوند در جلوگیری از تنش کم‌آبی و افزایش مقاومت گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی، تیمارهای محلول‌رسانی کامل (معادل با نیاز آبی گیاه که از روش تشت تبخیر محاسبه شده بود) و محلول‌رسانی کاهش یافته (معادل ۷۰٪ مقدار محاسبه شده از تشت تبخیر) به عنوان تیمار کرت اصلی انتخاب شدند. برای این منظور ابتدا مقدار نیاز آبی گیاه به وسیله تشتک تبخیر مستقر در گلخانه و از طریق فرمول‌ها و محاسبات مربوطه تعیین شد و با استفاده از تایمر دو سطح محلول‌رسانی موردنظر اعمال شد (Blanco & Folegatti, 2003). فواصل محلول‌رسانی با

نهایت آب قابل دسترس ریشه‌ها می‌شود (Wallach et al., 1992). هیدروژل‌ها ترکیبات پلیمری آبدوستی هستند که به وسیله بهبود شرایط فیزیکی بستر موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی می‌گردند. براساس گزارش Martyn & Szor (2001) پرلیت آمیخته با هیدروژل در حالت‌های اشباع، ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، مقدار آب بیشتری را در مقایسه با پرلیت خالص نگهداری می‌کند. Bres & Weston (1993) نیز افزایش ظرفیت نگهداری آب بستر و کاهش آبشویی عناصر را در بسترهای هیدروژل‌دار گزارش کردند. سهولت دسترسی ریشه به آب و عناصر غذایی در بسترهای هیدروژل‌دار موجب افزایش جذب (Syvertsen & Dunlop, 2004; Taylor & Halfacre, 1986) کاهش تنش کم‌آبی و کمبود عناصر غذایی (Henderson & Hensley, 1986; Arbona et al., 2005; Huttermann et al., 1999) می‌گردد و به این ترتیب به بهبود رشد و عملکرد گیاه کمک می‌نماید (El-Hady & Camelia, 2004; Bres & Weston, 1993; El-Hady & Wanas, 2006). از سوی دیگر عمل پیوند روی گیاهانی با ریشه‌های قوی‌تر مدت‌هاست که در تولید و پرورش نشای سبزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. گیاهان پیوندی به دلیل قدرت زیاد ریشه و بر خورداری از مکانیزم‌های سازگاری قادرند میزان جذب آب و عناصر غذایی را به ویژه در شرایط تنش بهبود بخشیده و باعث افزایش رشد و تولید گیاه گردند (Edelstein, 2004; Rivero et al., 2003). Rivero et al., (1982) افزایش غلظت برخی از عناصر مهم را در خیارهای پیوندی روی کدوی برگ انجیری گزارش کردند. بهتر شدن جذب و نحوه استفاده از عناصر غذایی در گیاهان پیوندی توسط Ruiz & Romero (1999) و Rivero et al. (2004) نیز عنوان شده است. عمل پیوند می‌تواند بر کیفیت میوه نیز اثر گذار باشد البته این مسئله به خصوصیات پیوندک نیز بستگی دارد (Edelstein, 2004). Chouka & Jebari (1999) تأثیر مثبت پیوند را بر فاکتورهای رشد، عملکرد و کیفیت میوه‌های هندوانه گزارش کرده‌اند. Lee (1989) اثر پایه‌های مختلف کدو را بر رشد و عملکرد خیار بررسی نمود و نتیجه گرفت خیارهای پیوندی روی شینتوزا و کدوی برگ انجیری

لیتر) استفاده گردید. کلیه عملیات داشت نظیر مبارزه با آفت و بیماری و هرس بوته‌ها در موقع نیاز انجام شد. در طول آزمایش دمای گلخانه بین ۲۴-۳۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۵-۱۸ درجه سانتی‌گراد در شب نوسان داشت و رطوبت نسبی معادل ۴۰-۶۰٪ بود. برداشت میوه‌ها از نیمه دوم آذرماه ۸۶، حدود ۵ هفته پس از انتقال نشاها آغاز و تا زمان جمع‌آوری بوته‌ها در پایان آزمایش در تاریخ ۸۶/۱۲/۲۲ ادامه یافت. جهت بررسی تأثیر هیدروژل در افزایش ظرفیت نگهداری آب بستر، میزان زه‌آب گلدها اندازه‌گیری گردید. به این منظور در هر کرت آزمایشی دو گلدها مجهز به سیستم جمع‌آوری زه‌آب بودند که بعد از هر دور محلول‌دهی زه‌آب خروجی این گلدها داخل سطل‌های دو لیتری جمع‌آوری شده و هر دو روز یکبار حجم آنها اندازه‌گیری و ثبت می‌گردید. در پایان دوره مقدار زه‌آب خروجی این گلدها برای محاسبه کسر زهکش (محلول خارج شده از ته گلدها نسبت به محلول داده شده به آنها) مورد استفاده قرار گرفت (Warren & Bilderback, 2004). همچنین برای تعیین مقدار آب ورودی به گلدها در هر ردیف دو گالن چهار لیتری در زیر دو قطره چکان در دو نقطه مختلف در طول ردیف قرار گرفت و مقدار آب ورودی به آنها در طول هر دور محلول‌دهی معادل با آب ورودی به گلدها در نظر گرفته شد. جهت ارزیابی صفات کیفی میوه در طول دوره پرورش دوبار از هر کرت آزمایشی ۵ نمونه به صورت تصادفی انتخاب گردید و سپس فاکتورهای کیفی برای هر یک اندازه‌گیری شده و میانگین پنج عدد به دست آمده برای هر واحد آزمایشی منظور گردید و در نهایت میانگین داده‌های دو زمان اندازه‌گیری برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفت. فاکتورهای کیفی مورد مطالعه و وسایل اندازه‌گیری آنها به شرح زیر بوده: سفتی بافت میوه بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع با استفاده از دستگاه پنترومتر با سطح مقطع ۰/۸ سانتی‌مترمربع و وارد کردن آن تا مرز مشخص داخل گوشت میوه در دو نقطه، مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی مدل Kruss ساخت کشور آلمان، شدت رنگ پوست میوه یا کروما^۴ به

توجه به نیازهای آبی گیاهان متغیر بود. تیمارهای نوع بوته در دو سطح پیوندی و غیرپیوندی و نوع بستر در دو سطح هیدروژل‌دار و فاقد هیدروژل به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. خیار گلخانه‌ای رقم کاسپین^۱ متعلق به شرکت رکزوان^۲ به عنوان پیوندک و کدوی مسمایی *Cucurbita pepo* L. نیز به عنوان پایه مورد استفاده قرار گرفتند (Abdelmageed et al., 2004). به منظور ایجاد تطابق در قطر پایه و پیوندک بذور پیوندک^۴ روز زودتر از پایه در تاریخ ۸۶/۷/۱۶ همزمان با بذر گیاهان غیرپیوندی در داخل گلدها نشائی حاوی پرلیت (نسبت مساوی از پرلیت ریز و درشت) کاشته شدند. سپس گلدها داخل گلخانه شیشه‌ای با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شب نگهداری شدند و با استفاده از سیستم میست عملیات تغذیه برگ و آبیاری نشاها صورت گرفت. با رشد تدریجی نشاها و رسیدن به اندازه مناسب، عملیات پیوند انجام گرفت. در این آزمایش از پیوند حفره‌ای^۳ که به عنوان بهترین روش برای پیوند کدوئیان معرفی شده است استفاده گردید (Salehi mohammadi et al., 2005). بعد از انجام عمل پیوند گیاهان پیوندی به اتاکی با رطوبت ۹۰٪ و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در شب منتقل گردیدند. ۱۶ روز بعد از انجام پیوند گیاهان به اندازه مناسب رسیده و تمامی نشاها (پیوندی و غیرپیوندی) به گلدها اصلی ۶ لیتری انتقال داده شدند. جهت آماده کردن بسترهای کشت نیمی از گلدها با پرلیت خالص درشت پرشدند و در نیم دیگر از نوعی هیدروژل به نام سوپر آب آ- ۲۰۰ محصول پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران استفاده شد. پودر هیدروژل معادل ۱/۵٪ وزنی بستر با آب هیدراته و سپس با بستر مخلوط گردید و داخل گلدها ریخته شد (Martyn & Szor, 2001). در طول مدت کشت از محلول غذایی اختصاصی خیار (Papadopoulos, 1994) با ترکیب نهایی (نیترژن: ۱۹۰، فسفر: ۴۲، پتاسیم: ۲۶۰، کلسیم: ۱۴۵، منیزیم: ۳۵، آهن: ۲، منگنز: ۰/۷۵، روی: ۰/۵، بر: ۰/۴، مس: ۰/۱، مولیبدن: ۰/۰۵ میلی‌گرم در

1. Kaspian
2. Rijk zwaan
3. Hole insertion grafting

سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است در حالی که پیوند سرعت رشد نسبی و شاخص کرومای رنگ پوست میوه را در سطح ۱٪ تغییر داده و بر سایر صفات بی‌تأثیر بوده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تیمارها بر صفات مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد.

کسر زهکش

میانگین این کسر در تیمار محلول‌رسانی کامل معادل ۲۸/۷۵ درصد و در تیمار محلول‌رسانی کاهش یافته معادل ۱۵/۰۷ درصد بوده. این مقدار در بسترهای هیدروژل‌دار کمتر از فاقد هیدروژل و به ترتیب معادل ۱۹/۲۸ و ۲۴/۵۳ درصد بود.

شاخص‌های رشد

با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در پایان آزمایش، وزن خشک ریشه و برگ گیاهان در بسترهای هیدروژل‌دار نسبت به فاقد هیدروژل به طور معنی‌دار بیشتر بود (جدول ۲). در حالی که پیوند تأثیر معنی‌داری بر این صفات نداشت. از سوی دیگر تیمارهای هیدروژل و پیوند تأثیری بر شاخص سطح برگ نداشتند. مقدار این شاخص در گیاهان آزمایشی مختلف در محدوده ۳/۵۶ و ۷ مترمربع بر مترمربع قرار داشت و در گیاهان رشد یافته در بسترهای هیدروژل‌دار بیشتر از بسترهای فاقد هیدروژل بود البته این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نگردید (جدول ۱).

استفاده از هیدروژل و پیوند به طور معنی‌داری سرعت رشد نسبی را افزایش داد (جدول ۲). میانگین سرعت رشد نسبی گیاهان پیوندی و غیرپیوندی به ترتیب معادل ۰/۰۵۱ و ۰/۰۴۳ میلی‌گرم بر گرم بر روز بود. آمیختن هیدروژل با بستر کشت موجب افزایش معنی‌دار در میزان فتوسنتز خالص گیاهان گردید (جدول ۲) همچنین از نظر زی‌توده^۴ تولیدی نیز گیاهان رشد یافته در بسترهای هیدروژل‌دار افزایش معنی‌داری نسبت به گیاهان رشد یافته در بسترهای فاقد هیدروژل داشتند (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها پیوند روی پایه کدو مسمائی موجب افزایش معنی‌دار زی‌توده گیاهان در بسترهای فاقد هیدروژل شد (شکل ۱).

وسیله دستگاه رنگ‌سنج قابل حمل (Minolta, CR-200 Ransoy crop.NY) در دو نقطه، چگالی میوه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (Fernandez-Trujillo et al., 2004) جهت ارزیابی رشد بوته‌ها در پایان دوره کشت سه بوته در هر کرت آزمایشی انتخاب و تخریب شده و صفات زیر در آنها اندازه‌گیری شد. وزن خشک ریشه و برگ برحسب گرم (برای خشک کردن برگ‌ها و ریشه‌ها نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت گذاشته شدند پس از خشک شدن کامل وزن خشک آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.) سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ مدل DELTA – T DEVICES Ltd. بر حسب میلی‌مترمربع اندازه‌گیری شده و با سطح برگ‌های هرس شده (در طول دوره کشت) جمع گردید. توده زنده کل (بیوماس) بر حسب گرم با اضافه کردن وزن تر کلیه اندام‌های هرس شده و میوه‌های برداشت شده به وزن تر بوته (ریشه + ساقه + برگ) تعیین گردید. سپس با استفاده از فرمول‌های رایج، شاخص‌های رشد شامل سرعت نسبی رشد^۱ برحسب میلی‌گرم بر گرم در روز، میزان فتوسنتز خالص^۲ گرم بر مترمربع در روز، شاخص سطح برگ^۳ برحسب مترمربع بر مترمربع، محاسبه شد (Hunt, 1989). تحلیل نتایج به کمک نرم‌افزار SAS 6.12 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد. در موارد لازم از فرمول‌های رایج تغییر و تبدیل داده‌ها به منظور نرمال‌سازی و کنترل درصد ضریب تغییرات استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده نشان داد (جدول ۱) که تیمار محلول‌رسانی تنها بر کسر زهکش تأثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته و بر صفات دیگر بی‌تأثیر بوده است. با توجه به نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها هیدروژل بر میزان کسر زهکش، وزن خشک ریشه و برگ و نیز میزان فتوسنتز خالص در سطح ۵٪ و بر سرعت رشد نسبی، زی‌توده و عملکرد در

1. (RGR) Relative Growth Rate
2. (NAR) Net Assimilation Rate
3. (LAI) Leaf Area Index

عملکرد

استفاده از هیدروژل به صورت مخلوط با بستر موجب افزایش معنی‌داری در عملکرد به دست آمده گردید (جدول ۲) عمل پیوند نیز عملکرد گیاهان را اندکی بیشتر کرد اما این اثر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این در حالیست که گیاهان پیوندی در بسترهای فاقد هیدروژل عملکرد را به طور محسوسی افزایش دادند (شکل ۲).

فاکتورهای کیفی میوه

آنالیز داده‌های کیفی میوه نشان داد که هیدروژل تأثیری بر کیفیت میوه نداشته و پیوند از میان صفات کیفی مورد مطالعه تنها شاخص کرومای رنگ پوست میوه را افزایش داده است. مقدار این شاخص در گیاهان پیوندی و غیرپیوندی به ترتیب معادل (۲۰/۸ و ۱۹/۰۵ C*) بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر برخی از صفات مورد بررسی

میانگین مربعات صفات							منابع تغییرات
عملکرد	سفتی	مواد جامد قابل حل	چگالی	شاخص کروما	کسر زهکشی	درجه آزادی	
۶۳۳۷۵۳/۷ ^{n.s}	۰/۸۱۱ ^{n.s}	۰/۰۱۹ ^{n.s}	۰/۰۰۱۵ ^{n.s}	۱/۰۰۴ ^{n.s}	۰/۱۱۲*	۱	محلوسرسانی
۷۲۹۹۷۳/۴	۰/۱۰۶	۰/۳۸۹	۰/۰۰۱۸	۲/۷۰۱	۰/۰۰۹	۴	خطای کرت اصلی
۳۷۷۸۵۹۹**	۰/۲۴۴ ^{n.s}	۰/۳۱۲ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۴ ^{n.s}	۰/۳۶۳ ^{n.s}	۰/۰۱۷*	۱	هیدروژل
۸۶۹۴۱۲/۳ ^{n.s}	۰/۹۸۱ ^{n.s}	۰/۰۰۰۱۳ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۳ ^{n.s}	۱۸/۴۲۷**	۰/۰۰۰۰۶۷ ^{n.s}	۱	پیوند
۲۹۳۷۷۱/۳ ^{n.s}	۰/۰۰۴ ^{n.s}	۰/۰۰۳ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۷ ^{n.s}	۰/۵۲۵ ^{n.s}	۰/۰۰۵۴ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* هیدروژل
۱۰۳۸۹۸/۳ ^{n.s}	۰/۰۰۴ ^{n.s}	۰/۰۰۵۹ ^{n.s}	۰/۰۰۱۵ ^{n.s}	۱/۱۱۴ ^{n.s}	۰/۰۰۴۳ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* پیوند
۱۹۷۹۲۹۱*	۰/۰۲۶ ^{n.s}	۰/۰۵۵ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۳ ^{n.s}	۱۰/۲۵۷۴*	۰/۰۰۱۱ ^{n.s}	۱	هیدروژل* پیوند
۱۲۵/۲۱۸ ^{n.s}	۰/۰۳۹ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۰۱ ^{n.s}	۰/۰۰۱ ^{n.s}	۰/۲۷۹ ^{n.s}	۰/۰۰۸۱ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* هیدروژل* پیوند
۲۵۹۳۱۱/۶	۰/۳۱۴	۰/۰۸۶	۰/۰۰۵	۱/۶۴۹	۰/۰۰۳۱	۱۲	خطای آزمایش
۱۷/۷۳۳	۱۰/۱۳۲	۵/۸۳۸	۶/۹۲۷	۶/۴۴۴	۴/۵۷۷		CV%

ادامه جدول ۱-

میانگین مربعات صفات							منابع تغییرات
زی توده	میزان فتوسنتز خالص	سرعت رشد نسبی	شاخص سطح برگ	وزن خشک برگ	وزن خشک ریشه	درجه آزادی	
۱/۵۶۶ ^{n.s}	۰/۱۷۳ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۳ ^{n.s}	۵۵۵۶۲۷۸۵ ^{n.s}	۷۴/۶۵۲ ^{n.s}	۳۱/۷۵۸ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی
۷۴۹۱۵۵/۸	۰/۱۳۸	۰/۰۰۰۰۴ ^{n.s}	۷۲۲۱۶۲۹۶	۳۴۶/۶۶۱	۸۰/۴۳۸	۴	خطای کرت اصلی
۴۷۷۰۰۸۷**	۰/۵۲۸*	۰/۰۰۰۰۲**	۳۷۲۲۴۹۸۹ ^{n.s}	۴۲۳/۲۲۶*	۲۷۸/۴۲۰*	۱	هیدروژل
۶۲۱۰۳۲/۳ ^{n.s}	۰/۰۶۲ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۱ ^{n.s}	۸۱/۲۶۹ ^{n.s}	۸۴/۲۱۰ ^{n.s}	۱	پیوند
۵۱۰۴۶۶/۳ ^{n.s}	۰/۱۱۲ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{n.s}	۲۲۹۹۳۱/۷ ^{n.s}	۳/۳۰۴ ^{n.s}	۱۳۳/۴۶۳ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* هیدروژل
۲۱۴۷۵۹ ^{n.s}	۰/۲۰۸ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۰۲ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۰۰۱ ^{n.s}	۲۲۳/۴۱۹ ^{n.s}	۱۵۰/۱۸۰ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* پیوند
۱۸۵۰۷۲۱*	۰/۲۸۴ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۱ ^{n.s}	۱۳۸۹۰۵/۸ ^{n.s}	۱۶۴/۵۲۶ ^{n.s}	۷۴/۶۱۰ ^{n.s}	۱	هیدروژل* پیوند
۱۰۹۵۹/۸۲ ^{n.s}	۰/۰۴۷۳ ^{n.s}	۰/۰۰۰۰۰۰۴ ^{n.s}	۲۹۷۹۴۶۰۶ ^{n.s}	۱۳۷/۲۲۴ ^{n.s}	۱۰۴/۸۱۸ ^{n.s}	۱	محلوسرسانی* هیدروژل* پیوند
۲۵۹۰۵۳/۲	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۷۴۹۱۱۶۵۰	۵۵/۴۵۶	۵۶/۵۶۶	۱۲	خطای آزمایش
۱۳/۰۸۹	۲۲/۲۱۸	۲/۱۶۸	۱۷/۸۲۴	۸/۸۲۱	۲۶/۵۰۱		CV%

** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ * اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ n.s عدم اختلاف معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر نوع بستر بر برخی از شاخص‌های رشدی و عملکرد بوته

نوع بستر	وزن خشک ریشه (گرم/بوته)	وزن خشک برگ (گرم/بوته)	زی توده (گرم/بوته)	سرعت رشد نسبی (میلی‌گرم/گرم/روز)	میزان فتوسنتز خالص (گرم/مترمربع/روز)	عملکرد (گرم/بوته)
هیدروژل‌دار	۳۱/۷۹a	۸۸/۶۲a	۴۳۶/۲a	۰/۰۴۸a	۱/۲۸a	۳۲۶۸/۵a
فاقد هیدروژل	۲۴/۹۷b	۸۰/۲۲b	۳۴۴/۶b	۰/۰۴۶b	۰/۹۸۴b	۲۴۷۴/۹b

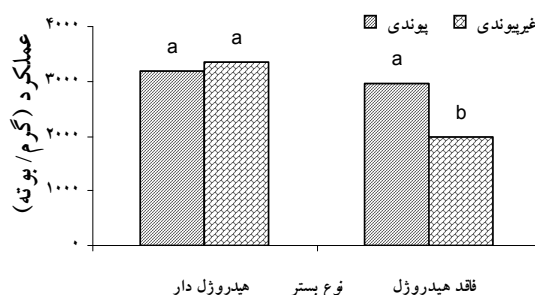
* در هر ستون میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند طبق آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

زهکش گردیده است. در واقع این مسئله نشان‌دهنده بهبود بافت فیزیکی بستر و افزایش ظرفیت نگهداری آب آن در صورت استفاده از هیدروژل می‌باشد. مطالعات آزمایشگاهی انجام شده توسط Martyn & Szor (2001) نشان داده که افزودن هیدروژل به پرلیت باعث کاهش منافذ تهویه ای و افزایش منافذ موئینه شده و به افزایش ظرفیت نگهداری آب بستر کمک می‌نماید این نتیجه توسط Akhter et al. (2004) نیز عنوان شده است. افزایش آب در بستر باعث بهبود پتانسیل هیدرولیکی غیراشباع آن گردیده و به این ترتیب آب موجود در بستر به راحتی در دسترس ریشه‌ها قرار می‌گیرد. براساس گزارشات موجود رشد ریشه‌ها در بخش‌هایی از بستر که میزان آب قابل دسترس بالاست بهتر انجام می‌شود (Wallach et al., 1992)، که این مسئله منجر به افزایش رشد ریشه‌ها در بسترهای هیدروژل‌دار شده است. Anupama et al. (2005) نیز به بهبود رشد ریشه‌ها در بسترهای هیدروژل‌دار اشاره کرده‌اند. افزایش رشد و توسعه ریشه‌ها به جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه کمک می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده، افزایش اندک سطح برگ گیاهان در بسترهای هیدروژل‌دار موجب افزایش میزان سرعت نسبی رشد و تولید ماده خشک بیشتر در این گیاهان گردیده است. از سوی دیگر، بهبود وضعیت فیزیکی بستر و کاهش تنش‌های احتمالی و جزئی و رهاسازی به موقع آب و عناصر غذایی توسط ذرات هیدروژل توان گیاه را برای استفاده بهینه از واحد سطح برگ موجود افزایش داده و در افزایش میزان فتوسنتز خالص انعکاس یافته است. بر اساس گزارش Turner et al. (1997) بهبود شرایط رطوبتی محیط ریشه می‌تواند تأثیر مثبتی بر افزایش میزان فتوسنتز داشته باشد. سهولت جذب محلول غذایی، افزایش میزان فرآورده‌های فتوسنتزی و بهبود رشد گیاه نهایتاً باعث تولید عملکرد بیشتر در گیاهان رشد یافته در بسترهای هیدروژل‌دار شده است.

براساس تحقیقات انجام شده، عملکرد خیار گلخانه‌ای در سیستم کشت هیدروپونیک به مقدار زیادی به ویژگی‌های بستر بستگی دارد (Soltani et al., 2006). افزایش عملکرد در اثر اختلاط هیدروژل با بستر توسط El-Hady & Wanas (2006) در مورد خیار و El-Hady



شکل ۱- اثر متقابل هیدروژل و پیوند بر زی توده



شکل ۲- اثر متقابل هیدروژل و پیوند بر عملکرد

بحث

همانطور که در بخش نتایج اشاره شد تیمار محلول‌رسانی به غیر از کسر زهکش بر سایر صفات مورد بررسی تأثیری نداشت. به نظر می‌رسد مقدار نیاز آبی گیاه که با استفاده از روش Blanco & Folegatti (2003) محاسبه شده بود بیشتر از نیاز آبی گیاهان در شرایط آزمایشی انجام شده بوده است. با توجه به اینکه عوامل اقلیمی و شرایط محیطی نظیر دما، رطوبت نسبی، میزان تشعشع و غیره در تعیین ضریب تشنگی و گیاه نقش دارند، مطمئناً به دلیل تفاوت در اقلیم و ویژگی‌های گلخانه مقادیر واقعی ضرایب در شرایط آزمایشی ما کمتر از مقادیر معادل در آزمایش بلانکو بوده‌اند و می‌بایست کمتر در نظر گرفته شوند. به عبارت دیگر تخمین نیاز آبی گیاهان در این آزمایش بیشتر از مقدار مورد نیاز بوده است. به همین دلیل تیمار کاهش محلول‌دهی که به منظور اعمال تنش بر گیاهان در نظر گرفته شده بود نتوانسته تنش لازم را ایجاد کند و نیاز آبی گیاه را تا حد زیادی تأمین کرده و یا این که شدت تنش‌های ایجاد شده به حدی کم بوده که آثار سوء آنها در صفات مورد مطالعه آشکار نشده است. با توجه به نتایج، استفاده از هیدروژل در بستر موجب کاهش کسر

شدت رنگ می‌باشد. در نتیجه رنگ پوست میوه در گیاهان پیوندی پررنگ‌تر از گیاهان غیرپیوندی بوده است.

نتیجه‌گیری کلی

افزایش میزان عملکرد با حفظ کیفیت محصول یکی از اهداف اصلی تولید گلخانه‌ای و هیدروپونیک می‌باشد. با توجه به تأثیر مثبت هیدروژل بر رشد و عملکرد و عدم تأثیر آن بر کیفیت میوه، استفاده از این ماده به منظور استفاده بهینه از منابع تولید توصیه می‌گردد. به دلیل مناسب نبودن ساختمان و تجهیزات گلخانه‌ها و سیستم‌های محلول‌رسانی در اغلب گلخانه‌های کشور، احتمال بروز شرایط تنش‌زا نظیر خشکی و دمای پایین بستر که موجب ضعف رشد و کاهش عملکرد گیاه می‌گردند همواره وجود دارد. اگرچه در این آزمایش تیمار کم‌آبیاری باعث ایجاد تنش نشد اما حتی در این شرایط نیز گیاهان پیوندی و یا رشد یافته در بسترهای هیدروژل‌دار از وضعیت بهتری برخوردار بودند که این مسئله نشان‌دهنده استفاده بهینه از آب و عناصر غذایی در دسترس می‌باشد. لذا به کارگیری این دو تکنیک می‌تواند به رشد بهتر گیاهان به ویژه در شرایط تنش کمک کند.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و پرسنل زحمت‌کش گلخانه سبزیکاری بخصوص آقای مهندس سعید ایلخانی تشکر و قدردانی می‌گردد.

Camelia & (2004) در مورد گوجه‌فرنگی گزارش شده است. افزایش رشد و عملکرد گیاهان در بسترهای هیدروژل‌دار عامل افزایش زی‌توده تولید شده و سرعت رشد نسبی گیاهان گردیده است. El-Hady & Camelia (2004) نیز به افزایش زی‌توده و کل وزن خشک تولیدی در طی دوره کشت گوجه‌فرنگی در بسترهای حاوی هیدروژل اشاره کرده‌اند. Karimi (2001) نیز به نتایج مشابهی در مورد تأثیر هیدروژل بر کل وزن خشک تولیدی در گیاه آفتابگردان دست یافت. بررسی اثر متقابل هیدروژل و پیوند نشان می‌دهد که گیاهان پیوندی توانسته‌اند در بسترهای فاقد هیدروژل مقدار رشد و عملکرد گیاه را بهبود ببخشند. به نظر می‌رسد نقش پایه‌ها در شرایط نامناسب بستر یا شرایط وجود تنش‌های مختلف (مانند خشکی بستر در فواصل زمانی بین دفعات محلول‌رسانی) چشمگیرتر است. وضعیت تقریباً مشابهی توسط Fonseca et al. (2003) گزارش شده است. آنها مشاهده کردند در صورت پوشاندن سطح زمین با مالچ و کم شدن میزان تبخیر از سطح خاک، اثر مثبت پیوند در افزایش عملکرد و گل دهی بوته‌های خیار کاهش می‌یابد. عدم تأثیر پیوند در شرایط غیرتنش توسط Marsic & Osvald (2004) و Miguel et al. (2004) نیز گزارش شده است. نقش مثبت پیوند در بسترهای فاقد هیدروژل موجب افزایش سرعت رشد نسبی در گیاهان پیوندی گردیده است این نتیجه توسط Abdelmageed et al. (2004) نیز گزارش شده است. عمل پیوند موجب افزایش شاخص کرومای رنگ پوست میوه گردیده است. این شاخص نشان‌دهنده

REFERENCES

1. Abdelmageed, A. H. A., Gruda, N. & Geyer, B. (2004). Effects of temperature and grafting on the growth and development of tomato plants under controlled condition. *Plant Science*, 162, 825-831.
2. Akhter, J., Mahmood, K., Malik, K. A., Mardan, A., Ahmad, M. & Iqbal, M. M. (2004). Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environment*, 50, 463-469.
3. Anupama, M., Singh, C., Kumar, R., Parmar, B. S. & Kumar, A. (2005). Performance of a new superabsorbent polymer on seedling and post planting growth and water use pattern of chrysanthemum grown under controlled environment. *Acta Horticulturae*, 742, 43-50.
4. Arbona, V., Iglesias, D. J., Jacas, J., Primo-Millo, E., Talon, M. & Gomez-Cadenas, A. (2005). Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. *Plant and Soil*, 270, 73-82.
5. Blanco, F. F. & Folegatti, M. V. (2003). Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7, 285-291.
6. Bres, W. & Weston, L. A. (1993). Influence of gel additives on nitrate, ammonium, and water retention and tomato growth in a soilless medium. *Hortscience*, 28, 1005-1007.

7. Chouka, A. S. & Jebari, H. (1999). Effect of grafting water melon vegetable and root development production and fruit quality. *Acta Horticulturae*, 492, 85–93.
8. Da silva, F. F., Wallach, R. & Chen, Y. (1993). A dynamic approach to irrigation scheduling in container media. In: Proceedings of the 6th International Conference on Irrigation. Telaviv, pp. 183-198.
9. Echevarria, P. H. & Rodriguez, A. (2004). Influence of rootstocks and soil treatment on the yield and quality of greenhouse- grown cucumbers in Spain. *Acta Horticulturae*, 633, 403–408.
10. Edelstein, M. (2004). Grafting vegetable crop plants: Pros and Cons. *Acta Horticulturae*, 659, 235-238.
11. El-Hady, O. A. & Camelia, Y. El. D. (2004). The conditioning effect of composts (natural) or/ and acrylamide hydrogels (synthesized) on a sandy calcareous soil 1. Growth response, nutrients uptake and water and fertilizers use efficiency by tomato plants. *Journal of Applied Science Research*, 2(11), 890-898.
12. El-Hady, O. A. & Wanas, S. A. (2006). Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamid hydrogels. *Journal of Applied Science Research*, 2(12), 1293-1297.
13. Fernandez-Trujillo, J. P., Sanchez, C., Obando, J., Gomez, M. D. & Mercader, J. M. (2004). Quality of greenhouse cucumber fruit grown on perlite substrate or nutrient film technique. *Acta Horticulturae*, 633, 229-236.
14. Fonseca, I. C. B., Klar, A. E., Goto, R. & Nevesi, C. S. V. J. (2003). Colored polyethylene soil covers and grafting effects on cucumber flowering and yield. *Scientia Agricola*, 60, 452- 461.
15. Henderson, J. C. & Hensley, D. L. (1986). Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *Hort Science*, 21, 991-992.
16. Hunt, R. (1989). *Basic growth analysis*. Kluwer academic publishers group. pp 160.
17. Huttermann, A., Zommodi, M. & Reise, K. (1999). Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of pinus halepensis seedling subjected to drought. *Soil and Tillage Research*, 50(3-4), 295- 304.
18. Kage, H., Kramer, M., Korner, O. & Fricke, A. (2000). A simple model for predicting transpiration of greenhouse cucumber. *Gartenbau Wissens Chaft*, 65(3), 107-114.
19. Karimi, A. (2001). Effects of a soil conditioner on growth and water consumption of sun flower. *Biaban*, 6(1), 33. (In Farsi).
20. Lee, J. M. (1989). On the cultivation of grafted plants of cucurbitaceae vegetable. *Plant Propagation*, 30, 169–179.
21. Marsic, N. & Osvald, J. (2004). The influence of grafting on yield of two tomato cultivars grown in a plastic house. *Acta Agriculture Slovenica*, 83, 243–249.
22. Martyn, W. & Szor, P. (2001). Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. *International Agrophysics*, 15, 87-94.
23. Masuda, M. & Gomi, K. (1982). Diurnal changes of the exudation rate and the mineral concentration in xylem sap after decapitation of grafted and Non – grafted cucumbers. *Japanese Society for Horticultural Science*, 51, 293–298.
24. Miguel, A., Maroto, J. V., San Batista, A., Baixauli, C. & Cobolla, V. (2004). The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of fusarium wilt. *Scientia Horticulturae*, 103, 9-17.
25. Papadopoulos, A. P. (1994). *Growing greenhouse seedless cucumbers in soil and in soilless media*. Agriculture and Agri- Food Canada Publication. 1902/E. 126pp.
26. Reyes, E. & Jennings, P. H. (1994). Response of cucumber and squash roots to chilling stress during early stages of seedling development. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 119, 964-970.
27. Rivero, R. M., Ruiz, J. M. & Romero, L. (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture and Enviroment*, 1, 70-74.
28. Rivero, R. M., Ruiz, J. M. & Romero, L. (2004). Iron metabolism in tomato and watermelon plants: Influence of grafting. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 2221- 2234.
29. Ruiz, J. M. & Romero, L. (1999). Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae*, 81, 113–123.
30. Salehi mohammadi, R., Kashi, A. K. & Lesani, H. (2005). The effects of different cucurbit rootstocks on growth and yield of greenhouse cucumber cv. Sultan. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 5, 59–66. (In Farsi).
31. Soltani, F., Kashi, A. K. & Babalar, M. (2006). Effects of different nutrient solutions on growth factors and leaf elements percentage of two cucumber cultivars in perlite substrate. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 37, 381-387. (In Farsi).
32. Syvertsen, J. P. & Dunlop, J. M. (2004). Hydrophilic gel amendments to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedling. *Horticultural Science*, 39, 267–271.

33. Taylor, K. C. & Halfacre, R. G. (1986). The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum Lucidum*. *Horticultural Science*, 21, 1159-1161.
34. Turner, N. C., Schulze, E. D. & Gollan, T. (1997). The response of stomata and leaf as exchange to vapour pressure deficits and soil water content. *Oecologia*, 65, 348- 355.
35. Wallach, R., da Silva, F. F. & Chen, Y. (1992). Hydraulic characteristics of tuff (scoria) used as a container medium. *American Journal of Horticultural Science*, 117, 415-421.
36. Warren, S. T. & Bilderback, T. E. (2004). Irrigation timing: Effect on Plant growth, Photosynthesis, Water-Use efficiency and Substrate temperature. *Acta Horticulturae*, 644, 29-37.