

اثر استفاده از مقادیر مختلف کمپوست و پلیمر سوپر جاذب رطوبت بر عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی گلخانه‌ای

محمد حسین رحیمیان^{۱*} و حمید رضا ذبیحی

مری پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد-ایران.

Mhrahimian45@yahoo.com

استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد-ایران.

Zabihhi_hamidreza@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر استفاده از مخلوط مقادیر مختلف کود کمپوست و پلیمر سوپر جاذب رطوبت در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) آزمایشی گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار طی سالهای ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (طرق) انجام شد. عامل اول شامل چهار مقدار کمپوست (صفر، ۱۵٪، ۳۰٪ و ۵۰٪ وزنی خاک) و عامل دوم پلیمر سوپر جاذب در چهار مقدار (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم برای هر بوته) بود. توصیه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک انجام شد. آبیاری در زمان ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی انجام شد. تمامی کودهای شیمیایی و کمپوست قبل از کاشت مصرف شدند. مقادیر مختلف پلیمر بصورت نقطه‌ای برای هر بوته در محل توسعه ریشه به خاک داده شد. تجزیه مرکب دو ساله نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مصرف پلیمر سوپر جاذب و کمپوست بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار بود بطوری که بیشترین عملکرد از تیمار بدون مصرف پلیمر سوپر جاذب و مصرف ۳۰ درصد کمپوست به میزان ۳۵۲۰ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته بدست آمد. کمترین عملکرد از تیمار مصرف ۱۵ گرم پلیمر سوپر جاذب و ۵۰ درصد کمپوست به میزان ۱۵۸۸ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مصرف پلیمر سوپر جاذب و کمپوست بر کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در سطح یک درصد معنی‌دار بود و بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار مصرف ۳۰ درصد کمپوست به میزان ۵۷/۹۷ گرم بر لیتر بدست آمد. کمترین کارایی مصرف آب از تیمار مصرف ۱۵ گرم پلیمر سوپر جاذب و صفر درصد کمپوست به میزان ۱۵/۶۴ گرم بر لیتر بدست آمد. بیشترین دور آبیاری معادل هشت روز از تیمارهایی که ۵۰ درصد وزنی کمپوست را داشتند بدست آمد. با توجه به نتایج این آزمایش و اثرات مفید کمپوست بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی، مصرف کمپوست در بستر کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، پلیمر سوپر جاذب، عملکرد، گوجه فرنگی گلخانه‌ای، کارایی مصرف آب.

۱- آدرس نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، روبروی پلیس راه طرق- مشهد.

* دریافت: بهمن ماه ۱۳۹۵ و پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

مقدمه

آب یکی از مهمترین نهاده‌ها در بخش تولید محصولات کشاورزی به حساب می‌آید و کاهش بارندگی‌ها در سال‌های اخیر از یک سو و کشاورزی متراکم از سوی دیگر برای تامین نیازهای جمعیت در حال افزایش، فشار زیادی بر منابع آبی وارد نموده است. از طرفی در راستای اقتصاد مقاومتی می‌توان کمبود آب را تا حدودی با صرفه‌جویی و مصرف بهینه جبران نمود. راه‌های متعددی در این زمینه وجود دارد که می‌توان به مواردی همچون استفاده از ارقام متحمل به خشکی، استفاده از پلیمرهای جاذب رطوبت خاک، استفاده از مالچ برای مقابله با تبخیر، کاشت گیاهان دارای نیاز آبی کم، استفاده از کودهای پتاسه برای کمک به مقاوم سازی گیاه در برابر تنش خشکی و ... اشاره کرد. به همین دلیل با مدیریت صحیح در مصرف آب و استفاده از تکنیک‌های نگهداشت آب و کود در خاک می‌توان تا حدودی بر خشکی غلبه کرد. از جمله مواد نگهدارنده آب، پلیمرهای سوپر جاذب رطوبت و همچنین کمپوست هستند. از طرفی استفاده از مخلوط پلیمر و کود کمپوست باعث می‌شود که گیاه علاوه بر حفظ رطوبت نیازهای غذایی خود را تامین کند.

الزوسکی و همکاران (۲۰۱۰) اثر مقادیر مختلف کمپوست و هیدروژل بر محیط کشت بدون خاک گیاه سدوم را مورد بررسی قرار دادند آنها اعلام کردند که رشد اولیه گیاه سدوم در ترکیب ۲۰ درصد کمپوست و کاربرد ۳/۷۵ پوند بر یارد مکعب (معادل ۲/۲۲ کیلوگرم بر متر مکعب) هیدروژل نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد به طوری که وزن خشک شاخسار ۱۹۸ درصد و پوشش سطح ۱۶۱ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. آنها نتیجه‌گیری کردند که کاربرد کمپوست و یا هیدروژل بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر کشت موثر است و باعث تسریع در رشد اولیه گیاه می‌گردد. این مهم به علت تامین نیازهای غذایی گیاه توأم با تامین آب مورد نیاز آن در محیطی بدون تنش (غذایی و آبی) است.

عبدالفتاح (۲۰۰۶) اثر کود دامی و هیدروژل بر خصوصیات گیاه شناسی گوجه فرنگی در یک خاک شنی را مورد بررسی قرار داد و اعلام کرد که کاربرد توأم کمپوست و هیدروژل باعث افزایش ضخامت برگ، ضخامت بافت مزوفیل، افزایش ابعاد آوند آبکش، افزایش میانگین قطر آوند چوبی، ضخامت لایه اپیدرمی و کورتکس می‌شود.

الهادی و الدیونی (۲۰۰۶) ضمن بررسی اثر کمپوست و هیدروژل بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی در سیستم آبیاری قطره‌ای نشان دادند که اثر مصرف توأم کمپوست و هیدروژل بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی معنی‌دار بود آنها اعلام کردند که مصرف ۱۲۰ تن کمپوست همراه با ۲۴ کیلوگرم هیدروژل در هکتار بهترین نتیجه را داشته است و باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گوجه فرنگی نسبت به تیمار شاهد و یا مصرف هر کدام از این مواد به تنهایی شده است. آنها همچنین اعلام کردند که مصرف این مواد باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک (ساختمان خاک) کاهش جرم ویژه خاک و کاهش خلل و فرج بزرگ گردید. همچنین آنها اثرات مثبت کاربرد این مواد بر خصوصیات شیمیایی خاک را از جمله کاهش اندکی در pH خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، افزایش سطح ویژه خاک، افزایش نیتروژن کل خاک و افزایش میزان فسفر و پتاس قابل استفاده خاک را اعلام نمودند.

عابدی کوپایی و سهرابی (۱۳۸۵) در بررسی تغییرات آب قابل استفاده خاکهای مختلف در اثر افزودن هیدروژل و کمپوست به این نتیجه رسیدند که میزان آب قابل استفاده گیاه در هر بافت نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. بطور کلی کاربرد هیدروژل سوپر آب در سطح دو تا هشت گرم در کیلوگرم در خاک، میزان رطوبت قابل استفاده را به تقریب ۱ تا ۲/۶ برابر نسبت به شاهد، افزایش می‌دهد. این در حالی است که این افزایش در مورد کود کمپوست ۱ تا ۲/۱ برابر است.

آزمایشی توسط ماس و همکاران (۱۹۹۵) در ایالت کلرادو صورت گرفت. آنها با کاربرد هیدروژل روی گیاه گوجه فرنگی در چینهای اول و دوم بترتیب ۲۴/۸٪ و ۱۳/۷٪ افزایش محصول و در مجموع ۱۸/۶٪ افزایش محصول داشتند. راگو و همکارانش (۱۹۹۷) تحقیقی روی گیاه گوجه فرنگی اثر دو نوع هیدروژل بر عملکرد گیاه را بررسی نمودند. نتایج این تحقیق مبین آن بود که هر دو هیدروژل باعث افزایش محصول به میزان ۱۰٪ و ۱۴٪ شدند. آزمایش دیگری توسط اشमित و گراهام (۱۹۹۱) روی گیاهان گوجه فرنگی، خیار و کاهو در آزمایشگاه با بکار گیری هیدروژل و آب بسیار شور صورت گرفت. نتایج نشان از افزایش تولید در پارامترهای عملکرد وزن خشک و وزن تر داشت. الحربی (۱۹۹۹) اثر آبیاری و افزودن مواد جاذب الرطوبه در خاک را بر رشد نهال گوجه فرنگی آزمایش نمود. نتایج نشان داد که افزودن اکوزورب به میزان ۰/۶ درصد وزنی باعث افزایش معنی-داری در اجزاء عملکرد می‌گردد که این افزایش ناشی از دسترسی بیشتر گیاه به آب بوده است.

کوچک‌زاده و همکاران (۱۳۷۹) در تحقیقی تحت عنوان «تأثیر پلیمر فراجاذب آب روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک» بیان نمودند که این پلیمر می‌تواند نگهداری رطوبت در خاکهای سبک را افزایش دهد و مشکل نفوذپذیری خاکهای سنگین را مرتفع سازد و بطور کلی مانع از تنشهای رطوبتی و نهایتاً باعث افزایش موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک گردد. شرفا (۱۳۶۶) تأثیر ماده جاذب رطوبت هیدروپلاس را بر تخلخل، ظرفیت نگهداری و آبگذری در دو نوع خاک نسبتاً سنگین و سبک مورد آزمون قرار داد و گزارش کرد که افزودن هیدروپلاس موجب افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در هر دو نوع خاک می‌شود و تخلخل در خاکهای سبک را افزایش می‌دهد.

رحیمیان (۱۳۸۷) در تحقیقی تأثیر استفاده از دو نوع پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و مصرف آب گوجه فرنگی را بررسی و نتیجه گرفت که استفاده از این مواد

اصغری و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی کمپوست تولید شده از زباله شهری به این نتیجه رسیدند که بیشترین درصد جوانه زنی وزن خشک بوته‌های گوجه فرنگی در نسبت اختلاط خاک و کمپوست یک به پنج به دست می‌آید. لیکن نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ بیشترین مقدار عناصر ماکرو و میکرو مصرفی گیاه را حاصل می‌نماید.

موسوی رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی پیرامون بررسی کارایی مصرف آب و کود در کشت بدون خاک گوجه فرنگی گلخانه‌ای با استفاده از خشکی دهی قسمتی از ریشه^۱ و کاربرد سوپر جاذب به این نتیجه رسیدند که استفاده از تکنیک خشکی دهی قسمتی از ریشه و کاربرد هیدروژل در بستر می‌تواند نقش بسزایی در کارایی مصرف آب و کود داشته باشد. در این پژوهش مخلوط کردن ۲٪ وزن هیدروژل با پرلیت درشت، تیمار مناسبی تشخیص داده شد.

حقیقی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب و سطوح مختلف کم آبیاری بر رشد و برخی خصوصیات کیفی میوه گوجه فرنگی پرداختند. آنها گزارش کردند که کاربرد پلیمر سوپر جاذب در سطح ۲۰٪ حجمی در تنش آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی باعث افزایش وزن تر شاخساره (۴۸ درصد) و وزن خشک شاخساره (۴۰ درصد)، وزن تر ریشه (۷۰ درصد) و وزن خشک میوه (۸۰ درصد) نسبت به تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بدون کاربرد سوپر جاذب شد و نتیجه گرفته‌اند که استفاده از پلیمرها در مناطق خشک مناسب است.

صفاری و همکاران (۱۳۸۹) در مقایسه کارایی کود کمپوست و کود دامی بر عملکرد گوجه فرنگی گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که اثر نوع کود و مقدار کود در سطح ۱٪ آماری اختلاف معنی‌داری داشت و کود ورمی کمپوست با نسبت ۵۰۰ گرم در کرتی به مساحت ۱ m² افزایش معنی‌داری داشت.

(هیدروژل) در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی گلخانه‌ای است که بمدت دو سال در گلخانه بخش تحقیقات خاک و آب استان خراسان رضوی اجرا گردید.

مواد و روشها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار روی گوجه فرنگی در گلخانه ای به مساحت حدود ۲۰۰ متر مربع و در گلدانهایی به قطر حدود ۴۰ سانتی متر و ارتفاع حدود ۶۰ سانتی متر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (طرق) انجام شد. فاکتور اول کمپوست در چهار سطح (صفر $C_0=$ ، $C_{15}=15\%$ ، $C_{30}=30\%$ و $C_{50}=50\%$ وزن خاک) و فاکتور دوم پلیمر سوپر جاذب (هیدروژل سوپر آب A200 ساخت ایران) در چهار سطح (صفر $G_0=$ ، $G_5=5$ ، $G_{10}=10$ و $G_{15}=15$ گرم برای هر بوته بترتیب معادل صفر و ۷۵۰ و ۱۵۰۰ و ۲۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود.

پلیمر سوپر جاذب مورد استفاده دانه سفید ریزو دارای رطوبت حدود چهار درصد و عاری از بو و سمیت و دارای دانسیته حدود $1/5(g/cm^3)$ و اسیدیته حدود ۷ و دارای حداکثر پایداری حدود شش سال و همچنین نامحلول در آب بود. آبیاری در زمانی انجام شد که ۵۰٪ آب قابل استفاده گیاه به مصرف رسیده باشد. مقدار ارتفاع آب آبیاری برحسب سانتیمتر در هر نوبت آبیاری برای هر تیمار از فرمول زیر محاسبه و اعمال گردید (علیزاده ۱۳۷۶):

$$In = 0.5(FC - PWP).D. bd/100 \quad (1)$$

که در آن:

FC و PWP درصد رطوبت وزنی در نقاط ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم، D عمق ریشه برحسب سانتیمتر و bd جرم ویژه ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب است. برای تعیین زمان آبیاری از روش نمونه‌گیری استفاده شد و زمانی که تخلیه به ۵۰ درصد آب قابل

باعث افزایش عملکرد ۴۰-۲۸ درصدی گیاه شده و در صورتیکه دور آبیاری و تنش زیاد گردد تاثیر این مواد کمتر است.

بانج شفیع (۱۳۸۲) تحقیقی را روی تاثیر پلیمر سوپر جاذب بر افزایش رطوبت خاک و بازدهی و استقرار گونه پانیکوم آنتیدوتالی داشت. او گزارش کرد که استقرار گونه در تیمار شاهد ۷۵٪ و در تیمار پلیمر ۸۰٪ بوده است و تولید ماده خشک از هر گلدان در تیمار شاهد ۱/۷۱ و در تیمار پلیمر ۳/۸۲ گرم می‌باشد. همچنین متوسط بازده مصرف آبیاری (WUE) در تیمار شاهد ۰/۲۱ گرم در لیتر و در تیمار پلیمر ۰/۴۶ گرم در لیتر بوده است. آبشویی ازت در تیمار شاهد ۳۱۷۴ میلی گرم در لیتر و در تیمار پلیمر ۱۹۹۰ میلی گرم در لیتر بوده است.

الله‌دادی (۱۳۸۴) در بررسی اثر مقادیر پلیمر سوپر جاذب سوپر آب A200 بر رشد و عملکرد سویا گزارش نمود که بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد سویا با اعمال آبیاری کافی (دور آبیاری ۶ روز) و نیز کاربرد بالاترین مقدار پلیمر سوپر جاذب ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بدست می‌آید.

در گزارشی روشن (۱۳۸۱) اعلام نمود که مصرف ۱۰ گرم پلیمر سوپر جاذب در مترمربع بر روی گیاه چمن در منطقه پنج شهرداری تهران در سال ۱۳۸۰ باعث گردیده که دور آبیاری دو برابر شود و در نتیجه ۵۰ درصد در مصرف آب و هزینه‌های آبیاری صرفه‌جویی شود. همچنین برای گیاه گل رز با مصرف ۱۰ گرم آن در مترمربع دور آبیاری هفت برابر افزایش یافت در حالیکه گیاه رز شاداب‌تر بود.

با در نظر گرفتن تولید کمپوست از زباله‌های شهری به عنوان منبع تأمین کننده مواد آلی خاک، ضروری است تاثیر مخلوط کمپوست و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد گیاه، حفظ رطوبت و حفظ مواد غذایی در منطقه ریشه بررسی گردد. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر استفاده از مخلوط مقادیر مختلف کود کمپوست (حاصل از پسماند شهری) و پلیمر سوپر جاذب رطوبت

استفاده رسید آبیاری صورت گرفت. مقادیر آبیاری در هر دور آبیاری در تمام تیمارها بوسیله کنتور معمولی دقیق اندازه گیری شد. قبل از اجرای آزمایش خصوصیات

فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده مطابق جدول ۱ تعیین شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی- شیمیایی خاک مورد استفاده

جرم ویژه ظاهری g/cm ³	PWP رطوبت پژمردگی %	FC رطوبت زراعی %	آزمایش بافت خاک			میلی گرم در کیلوگرم mg/kg		ازت کل %	کربن آلی %(O.C)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی dS/m	
			بافت	رس %	سیلت %	شن %	پتاسیم قابل جذب					فسفر قابل جذب
۱/۴۲	۷/۲	۱۷/۳	لوم سیلتی	۲۰/۴	۴۶	۳۳/۶	۲۳۴	۱۴/۴	۰/۰۶۶	۰/۵۷	۸/۱	۱/۱۰

جدول ۲- نتیجه تجزیه کمپوست حاصل از پسماند شهرداری مشهد

درصد رطوبت	EC (dS/m) ۱/۵	pH	Cu	Zn	Mn	Fe	Ash	O.C	N	P	K
							%				
۸	۱۳/۴۲	۷/۸	۱۰۷	۳۹۵	۱۴۰	۲۴۴۵	۶۶	۱۸/۶	۱/۶۹	۰/۳۴	۰/۵۰

جدول ۳- نقاط مهم رطوبتی و شوری و دور آبیاری و تعداد آبیاری تیمارهای مختلف

تیمار	درصد اشباع SP %	ظرفیت مزرعه FC %	پژمردگی PWP %	شوری EC dS/m	تخلیه مجاز رطوبتی %	دور آبیاری روز	تعداد آبیاری
C ₃₀ G ₀	۴۲/۲۵	۲۲/۲۵	۱۰/۱۱	۱۳/۴۴	۵۰	۷	۲۰
C ₀ G ₁₅	۴۱/۲۰	۲۱/۷۱	۹/۸۷	۲/۰۵	۵۰	۳	۴۶
C ₃₀ G ₁₅	۵۱/۱۹	۲۶/۸۱	۱۲/۱۶	۱۷/۳۷	۵۰	۸	۱۷
C ₃₀ G ₅	۴۷/۵۲	۲۴/۹۳	۱۱/۳۲	۹/۸۵	۵۰	۷	۲۰
C ₁₅ G ₁₅	۵۶/۸۶	۲۹/۷۰	۱۳/۴۶	۱۱/۳۳	۵۰	۵	۲۸
C ₁₅ G ₅	۴۹/۲۴	۲۵/۸۱	۱۱/۷۲	۲/۹۰	۵۰	۵	۲۸
C ₀ G ₀	۳۴/۸۹	۱۸/۴۹	۸/۴۲	۱/۵۹	۵۰	۳	۴۶
C ₁₅ G ₀	۴۵/۲۵	۲۳/۷۸	۱۰/۸۰	۸/۰۶	۵۰	۵	۲۸
C ₅₀ G ₁₀	۵۲/۲۰	۲۷/۳۲	۱۲/۳۹	۱۱/۸۴	۵۰	۸	۱۷
C ₅₀ G ₀	۵۵/۱۹	۲۸/۸۵	۱۳/۰۸	۸/۳۵	۵۰	۸	۱۷
C ₃₀ G ₁₀	۴۴/۵۵	۲۳/۴۲	۱۰/۶۴	۹/۰۷	۵۰	۷	۲۰
C ₃₀ G ₁₅	۴۵/۵۰	۲۳/۹۰	۱۰/۸۶	۸/۹۲	۵۰	۷	۲۰
C ₅₀ G ₅	۵۶/۱۳	۲۹/۳۲	۱۳/۳۰	۱۲/۹۶	۵۰	۸	۱۷
C ₁₅ G ₁₀	۴۲/۴۶	۲۲/۳۶	۱۰/۱۶	۶/۲۴	۵۰	۵	۲۸
C ₀ G ₁₀	۴۲/۹۹	۲۲/۶۳	۱۰/۲۸	۱/۸۸	۵۰	۳	۴۶
C ₀ G ₅	۴۳/۶۹	۲۲/۹۸	۱۰/۴۴	۱/۲۸	۵۰	۳	۴۶

تیمارهای آزمایش به آنها اضافه گردید. تاریخ کاشت گوجه فرنگی ۱۵ فروردین و زمان برداشت ۱۰ شهریور ماه بود. دور آبیاری بر اساس ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی در تیمارها بدست آمد. جدول ۳ تعداد آبیاریها و زمانهای آبیاری و همچنین شوری را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. درصد رطوبت وزنی تیمارها به روش وزنی قبل از آبیاریها از گلدانها با نمونه‌گیری خاک و بردن آن

توصیه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک بود. کودهای شیمیایی و کمپوست قبل از کاشت مصرف شد. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی (عناصر، مواد آلی و ...) موجود در کمپوست مصرف شده در جدول ۲ ارائه شده‌اند. گلدانها به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر و قطر ۳۰ سانتی‌متر بودند و با نسبتهای تعیین شده خاک و کمپوست پر شدند و سپس مقادیر مختلف پلیمر بر اساس

Yield عملکرد گوجه فرنگی برحسب کیلوگرم و V_w حجم آب مصرفی بر حسب متر مکعب است، برای هر تیمار محاسبه شد. با استفاده از نرم افزار های Excel و Mstac تجزیه و تحلیل آماری انجام و بهترین تیماری که بیشترین کارایی مصرف آب و حداکثر عملکرد را داشت معرفی شد.

نتایج

نتایج تجزیه مرکب دو سال اجرای آزمایش نشان داد که اثر خالص کود کمپوست و همچنین اثر خالص هیدروژل و همچنین اثر متقابل کود کمپوست و هیدروژل بر عملکرد در سطح یک درصد اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۴).

به اون آزمایشگاه اندازه گیری شده و بر اساس ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی آبیاری ها اعمال می شدند.

نوع کود مصرفی ۲۰-۲۰-۲۰ بود که در چهار نوبت در طول دوره رشد به گلدانها داده شد. تراکم بوته در هر گلدان یک بوته بود (معادل ۱۰ بوته در متر مربع). رقم بذرگوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) نیوتن بود و برای کاشت ابتدا بذور داخل سینی های کاشت که حاوی پیت ماس بودند پرورش داده شدند. پس از جوانه زنی و گذشت حدود ده روز که گیاهچه ها به اندازه کافی رشد کرده بودند (حدود ۱۰ سانتیمتر قد و چهار برگگی) به گلدانها منتقل شدند. در طول دوره رشد مراقبت های ویژه از جمله وجین علف های هرز، آبیاری، کود دهی انجام شد. کارایی مصرف آب از فرمول:

$$WUE = \text{Yield} / V_w \quad (2)$$

که در آن:

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و کارایی مصرف آب تجزیه مرکب دو سال اجرای آزمایش

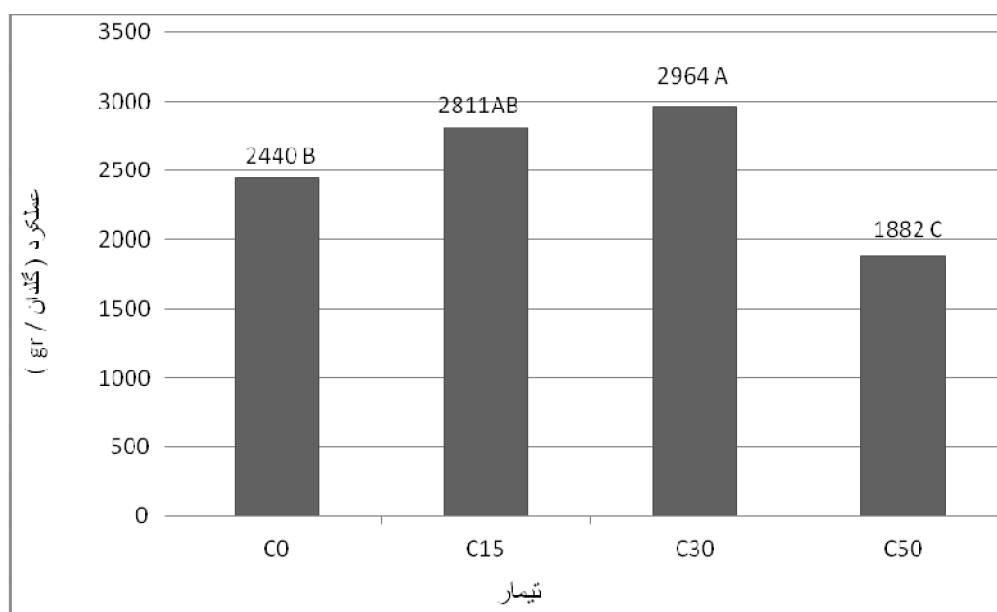
منابع تغییر	درجه آزادی Df	میانگین	مربعات (MS)
		کارایی مصرف آب	عملکرد
سال	۱	۱۷۲۶/۶۶۳**	۵۵۷۹۸۸۷/۶۹۵*
سال × تکرار	۶	۱۰۹/۵۴۷ns	۷۰۹۸۲۳/۱۱۲ns
فاکتور A (کمپوست)	۳	۲۶۸۴/۸۷۷**	۷۴۲۳۶۳۹/۷۷۹**
سال × فاکتور A	۳	۲۶۵۲/۴۳۵**	۱۹۱۳۴۱۷۹/۳۶۲**
فاکتور B (هیدروژل)	۳	۹۴/۳۷۷ns	۱۸۸۳۰۲۲/۰۷۰**
سال × فاکتور B	۳	۸۳۹/۱۰۰**	۳۹۹۹۱۵۵/۴۰۴**
فاکتور A × فاکتور B	۹	۶۴۷/۶۴۳**	۲۰۱۵۱۳۱/۷۹۳*
سال × فاکتور A × فاکتور B	۹	۸۸۴/۷۰۷**	۴۹۰۸۲۵۹/۵۷۰**
خطا	۹	۱۶۱/۶۱۵ns	۸۴۰۵۷۳/۶۶۸ns
کل	۱۲۷		

ضریب تغییرات: ۳۶/۳۲٪

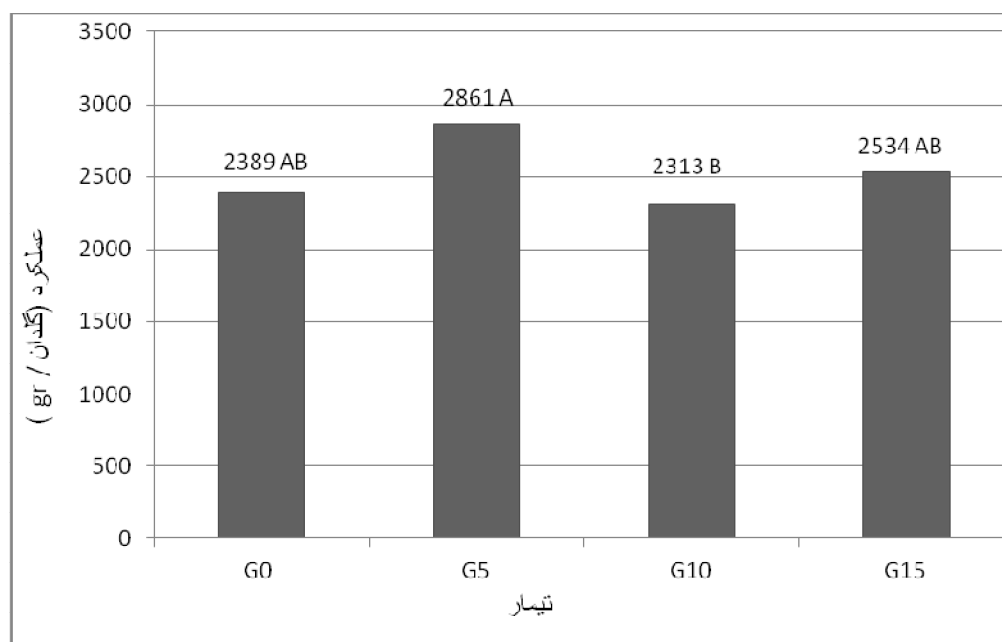
اثر خالص کمپوست بر عملکرد گوجه فرنگی

برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد استفاده شد. نتایج مقایسه میانگین ها نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد از تیمار ۳۰ درصد

کمپوست به میزان ۲۹۶۴ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته و کمترین عملکرد از تیمار ۵۰٪ کمپوست به میزان ۱۸۸۲ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته بدست آمد (شکل ۱).



شکل ۱ - اثر خالص مقادیر مختلف کمپوست بر عملکرد گوجه فرنگی



شکل ۲ - اثر خالص مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد گوجه فرنگی

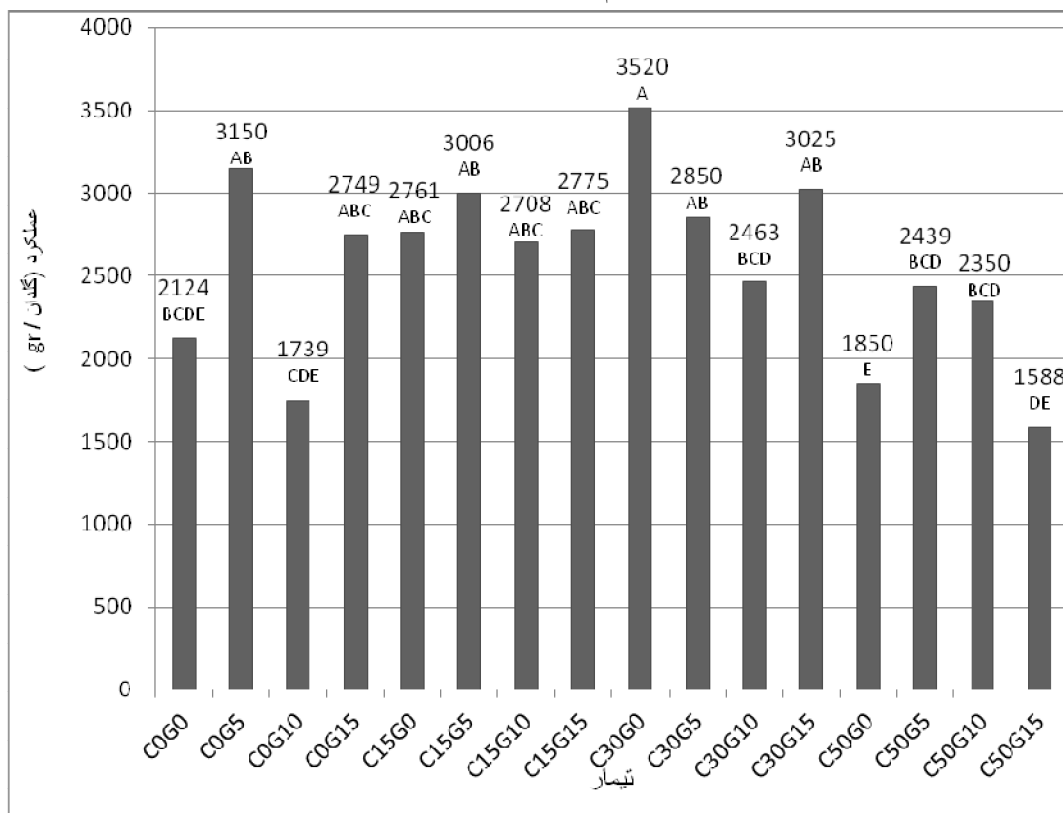
اثر متقابل کمپوست و هیدروژل بر عملکرد محصول

ادغام دو ساله نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مصرف هیدروژل و کمپوست بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح پنج درصد معنی دار بود و بیشترین عملکرد از تیمار بدون مصرف هیدروژل و مصرف ۳۰٪ کمپوست به میزان ۳۵۲۰ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته

اثر خالص هیدروژل بر عملکرد گوجه فرنگی

اثر هیدروژل بر عملکرد گوجه فرنگی در سطح پنج درصد معنی دار بود و بیشترین عملکرد مربوط به تیمار مصرف پنج گرم هیدروژل (برای هر گلدان) به میزان ۲۸۶۱ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته بود (شکل ۲).

بدست آمد. کمترین عملکرد از تیمار مصرف ۱۵ گرم هیدروژل و ۵۰ درصد کمپوست به میزان ۱۵۸۸ گرم میوه گوجه فرنگی در بوته بدست آمد شکل (۳).



شکل ۳- اثر متقابل مقادیر مختلف کمپوست و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد گوجه فرنگی

کارایی مصرف آب

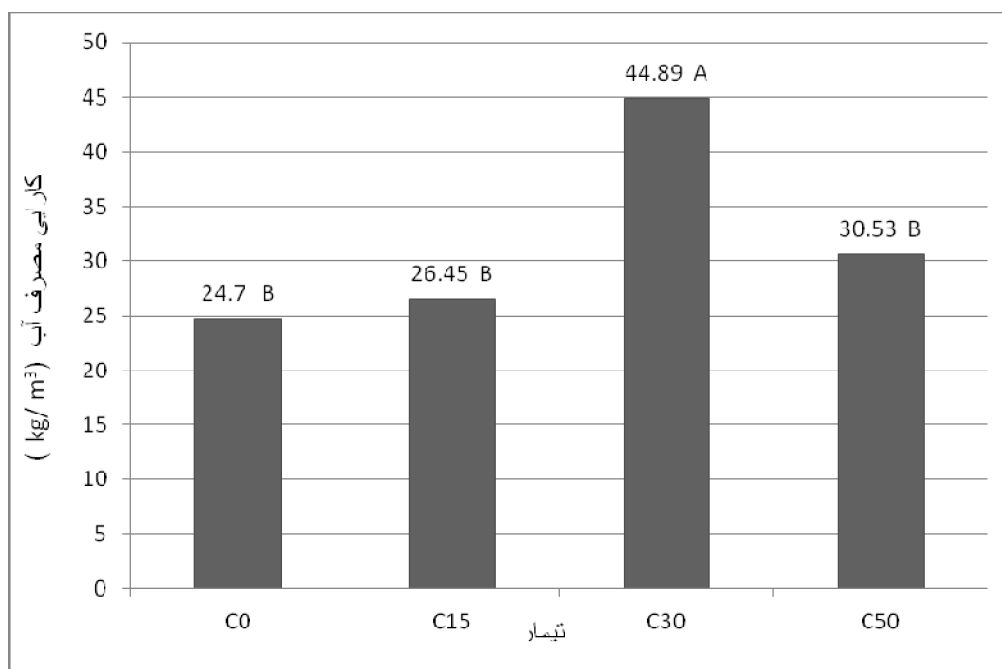
اثر کمپوست بر کارایی مصرف آب WUE

ادغام دو ساله نتایج نشان داد که اثر مصرف کمپوست بر کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در سطح یک درصد معنی دار بود و بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار مصرف ۳۰٪ کمپوست به میزان ۴۴/۸۹ کیلوگرم بر متر مکعب) بدست آمد. کمترین کارایی مصرف آب از تیمار صفر درصد کمپوست (بدون کمپوست) به میزان ۲۴/۷ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (شکل ۴).

کارایی مصرف آب نسبت عملکرد محصول بر آب مصرفی گیاه در طول دوره رشد است. نتایج ادغام شده دو سال اجرای آزمایش نشان داد که اثر خالص کود کمپوست و همینطور اثر متقابل کود کمپوست و هیدروژل بر کارایی مصرف آب در سطح یک درصد اختلاف معنی داری داشتند.

اثر پلیمر سوپر جاذب بر کارایی مصرف آب: WUE

نتیجه مرکب دو ساله نتایج نشان داد که اثر مصرف پلیمر سوپر جاذب بر کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در هیچ سطح آماری معنی دار نبوده است.

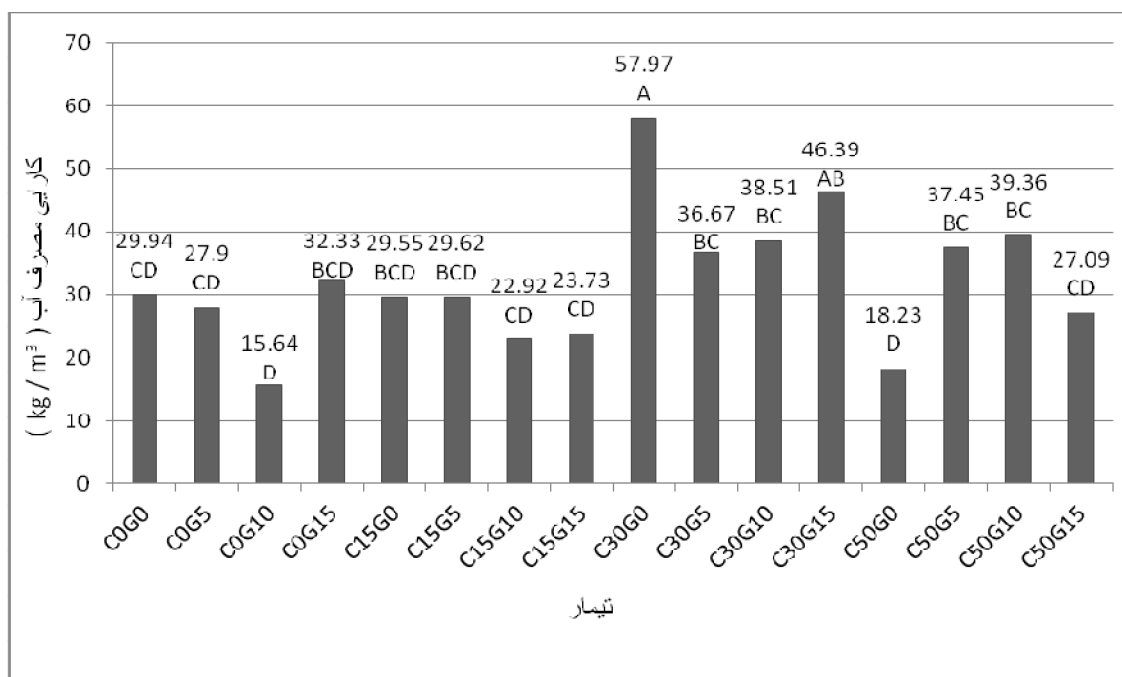


شکل ۴- اثر خالص مقادیر مختلف کمپوست بر کارایی مصرف آب

کمپوست و بدون مصرف هیدروژل به میزان ۵۷/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. کمترین کارایی مصرف آب از تیمار مصرف ۱۵ گرم هیدروژل و صفر درصد کمپوست به میزان ۱۵/۶۴ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (شکل ۵).

اثر متقابل کمپوست در هیدروژل بر کارایی مصرف آب WUE

ادغام دو ساله نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مصرف هیدروژل و کمپوست بر کارایی مصرف آب گوجه فرنگی در سطح پنج درصد معنی دار بود. بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار مصرف ۳۰٪



شکل ۵- اثر متقابل مقادیر مختلف کمپوست و پلیمر سوپرجاذب بر کارایی مصرف آب گوجه فرنگی

بحث و نتیجه گیری

از دو سال اجرای پروژه به نتایج مهمی به شرح ذیل دست یافته شد:

- اثر خالص هیدروژل بدون حضور کمپوست بر عملکرد گیاه مؤثر بود و باعث افزایش عملکرد شد. این موضوع با نتایج تحقیقات مشابه (رحیمیان ۱۳۸۷) همخوانی دارد و این بدان علت می باشد که تاحدودی هیدروژل می تواند آب را در محیط ریشه حفظ کند.

- اثر خالص کمپوست بر عملکرد گوجه نیز تاثیرگذار است و مصرف ۳۰ درصد (وزنی) کمپوست باعث بهترین افزایش عملکرد گوجه فرنگی گلخانه ای شد. این اثر از یک سو بدلیل بهبود حفظ رطوبت خاک در اثر افزایش ماده آلی خاک و از سوی دیگر به دلیل بهبود وضعیت رها سازی و جذب عناصر غذایی است.

- اثر متقابل کمپوست و هیدروژل حاکی از برتری اثر کمپوست بر عملکرد داشته و مصرف ۳۰ درصد (وزنی) کمپوست (بدون مصرف هیدروژل) بالاترین عملکرد را عاید کرد. این نتایج با تحقیقات الزوسکی و همکاران (۲۰۱۰) و الهادی و الدیونی (۲۰۰۶) همخوانی دارد. با توجه به اثرات مشابه هیدروژل و کمپوست بر نگهداشت آب و با توجه به برتری کمپوست از نظر ارائه همزمان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و تاثیر بر فراهمی عناصر غذایی در خاک که هیدروژل چنین توانایی هایی را ندارد. در کاربرد هر دو، هم هیدروژل و هم کمپوست همزمان به دلیل همپوشانی این اثرات برتری با کمپوست خواهد بود. - اثر خالص کمپوست و همچنین اثر متقابل کمپوست و هیدروژل نشان داد که مصرف ۳۰ درصد کمپوست و عدم مصرف هیدروژل بیشترین کارایی مصرف آب را ایجاد کرد یعنی با حضور کمپوست، هیدروژل تاثیر و کارایی ندارد.

نتایج نشان داد، استفاده از کود کمپوست در افزایش محصول و کارایی مصرف آب بسیار مهم و تاثیرگذار است. بطوری که مصرف ۳۰٪ کود کمپوست

باعث افزایش عملکرد محصول نسبت به شاهد شده و از طرفی کارایی مصرف آب را نیز افزایش می دهد.

- نتایج آزمایش فیزیکی نشان داد که با در نظر گرفتن ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی تیمارهای دارای کمپوست ۵۰ درصد وزنی بیشترین نگهداری آب را در خود داشته و بیشترین دور آبیاری معادل هفت روز را عاید می نمایند که میتواند در کاهش مصرف آب و صرفه جویی آن مفید واقع گردد.

- با توجه به نتایج حاصله از این تحقیق و گرانی هیدروژل حذف هیدروژل و در عوض استفاده از ۳۰٪ وزنی کمپوست در گلخانه ها جهت افزایش محصول و کارایی مصرف آب توصیه می شود.

نتایج این پژوهش نشان داد که کود کمپوست تاثیر زیادی در بهبود کارایی مصرف آب و بهبود عملکرد گیاه گوجه فرنگی داشته بطوری که با مصرف ۳۰ درصد وزنی خاک از کمپوست بیشترین نتیجه از نظر کارایی مصرف آب بدست آمد و عملکرد گوجه فرنگی نیز نسبت به شاهد افزایش یافت. این موضوع به ویژگی های منحصر به فرد کمپوست اشاره دارد که علاوه بر اینکه میزان جذب آب و نگهداری آن را در طول تعیین رشد گوجه فرنگی افزایش می دهد، به دلیل دارا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد و رهاسازی عناصر غذایی در طول فصل رشد و همچنین بهبود شرایط شیمیایی خاک در ریز مکانهای مجاور ریشه، باعث بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه فرنگی شده است. در نتیجه این امر منجر به بهبود رشد و عملکرد گوجه فرنگی گردیده است. به طوریکه تیمارهای مصرف کمپوست بدون مصرف هیدروژل باعث ایجاد بالاترین عملکرد گردید. هیدروژل ها موادی صنعتی هستند که تنها در یک بعد جذب آب عمل می نمایند و انقباض و انبساط آنها در زمان جذب و رهاسازی رطوبت گاهی باعث تحت فشار قرار گرفتن ریشه می گردد. این مواد همچون کمپوست نبوده و فاقد توانایی تعدیل شرایط رشدی خاک و رهاسازی عناصر غذائی بوده و لذا نتوانسته اند به اندازه کمپوست کارایی مناسبی در افزایش

عملکرد گوجه فرنگی داشته باشند. لذا چنانچه در محل کمپوست موجود باشد می تواند جایگزین مصرف هیدروژل گردد. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش توصیه می گردد در شرایط کشت گلخانه‌ای گوجه فرنگی، در صورت در دسترس بودن کمپوست از آن بعنوان اصلاح کننده خاک (هم خواص فیزیکی و هم شیمیایی) استفاده گردد.

فهرست منابع

۱. اصغری پور.م.ر. و م. رفیعی. ۱۳۸۸. تاثیر کمپوست تولید شده از زباله شهری مشهد بر سبز شدن و رشد گیاهچه های گوجه فرنگی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۱۹/۱. شماره ۲. ص ۲۱-۱۱
۲. الله‌دادی، ا.، ف. یزدانی، غ. اکبری، م. ر. بهبهانی. ۱۳۸۴. بررسی اثر مقادیر پلیمر سوپر جاذب (Superab A200) روی رشد، عملکرد، اجزاء عملکرد و گره‌زایی سویا (Glycine max L.) تحت شرایط تنش خشکی. مجموعه مقالات سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژلهای سوپر جاذب. آبان ۱۳۸۴. کرج.
۳. بانج شفییعی، ش. ۱۳۸۲. تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر روی افزایش رطوبت خاک، بازدهی کود و استقرار گونه پانیکوم. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک. شهریور ۸۲. رشت.
۴. حقیقی م.، م. مظفریان، و ز. عقبی پور. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر پلیمر سوپر جاذب و سطوح مختلف کم آبیاری بر رشد و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) دانشگاه فردوسی. جلد ۲۸. شماره ۱. بهار ۱۳۹۴. ص ۱۲۵-۱۳۳
۵. رحیمیان، م. ح. ۱۳۸۷. بررسی اثرات کاربرد دونوع پلیمر سوپر جاذب رطوبت در خاک بر مصرف آب آبیاری و عملکرد گوجه فرنگی. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۱۴۰۲. کرج.
۶. روشن، ب. ۱۳۸۱. تاثیر مصرف سوپر جاذب استاکوئورب بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی-آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپر جاذب. بهمن ۱۳۸۱. کرج.
۷. شرفا، م. ۱۳۶۶. اثر پریت و هیدروپلاس بر تخلخل، ظرفیت نگهداری رطوبت و آنگذری خاکها، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، پایان نامه کارشناسی ارشد.
۸. ۸-صفاری، ع.، ن. جاوید، ع. نجفی و ا. کریمیان. ۱۳۸۹. مقایسه کارایی کود ورمی کمپوست و کود دامی بر عملکرد گوجه فرنگی گلخانه‌ای. همایش ملی مدیریت پسماندها و پسابهای کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. تهران.
۹. عابدی کوپایی، ج.، و ف. سهراب. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات آب قابل استفاده خاکهای مختلف در اثر افزودن هیدروژل و کمپوست، اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران.
۱۰. عزیزاده، ا. ۱۳۷۶. اصول طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا
۱۱. کوچکزاده، م.، ع. ا. صباغفرشی و ن. گنجی خرم‌دل (۱۳۷۹). تأثیر پلیمر فرا جاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۴ شماره ۲. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

۱۲. رحیمی موسوی، م.، م. دلشاد، ع. لیاقت و ا. رحیمیان. ۱۳۹۳. بررسی کارایی مصرف آب، کود در کشت بدون خاک گوجه فرنگی گلخانه‌ای با استفاده از خشکی دهی قسمتی از ریشه و کاربرد سوپر جاذب. نشریه علوم باغبانی ایران. ص: ۱۸۴-۱۷۵. دوره ۴۵. شماره ۲۵. تابستان ۹۳.
13. Abd El-Fattah A. 2006. Effect of Organic Manure and Hydrogels and their Mixtures on the Nutritional and Botanical Properties of Tomato. 18th World Congress of Soil Science. July 9-15, 2006 - Philadelphia, Pennsylvania, USA
 14. Akter, J., K. Mahmood, K. A. Malik, A. Mardan, M. Ahmad, M. M. Iqbal. 2004. Effect of Hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soil and seedling growth of Barley Wheat and Chickpea. *Plant Soil Environ*, 50, 2004(10): 463-469.
 15. AL-Harbi AR, A.M. AL-Omran, A.A. Shalaby and M.I. Choudhary. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. *Hort Sci.* 34: 2, 223-224
 16. El-Hady, O.A. and Camilia, Y. El-Dewiny. 2006. The conditioning effect of composts (natural) or / and acrylamide hydrogels (synthesized) on a sandy calcareous soil. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11): 890-898.
 17. Haynes, R.J. and R. Naidu. 1998. Influence of lime fertilizers and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: A review. *Nutrient Cycling in Agro ecosystems* 51:2, 123-137 (Abstract).
 18. Olszewski, M.W, M.H. Holmes and A.Y. Courtney. 2010. Assessment of Physical Properties and Stonecrop Growth in Green Roof Substrates Amended with Compost and Hydrogel. *Horttechnology*. April 2010 20(2).
 19. Szmidi R.A.K. and N.B. Graham. 1991. The effect of poly (Ethylene Oxide) hydrogel on crop growth under saline conditions. *International Symposium on Protected Cultivation of Vegetable in Mild Winter Climates (ISHS)*.