تأثیر پلیمر سوپرجاذب آکوسورب و دور آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص‌های رشد خیار گلخانه‌ای

فریبا نجفی علیشاه[۱*]، احمد گلچین[۱] و محمود محبی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۲۴)

چکیده

کمبود منابع آب و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، نظیر ایران، است. استفاده از برخی مواد افزودنی مانند پلیمرهای سوپرجاذب (هیدروژل) می‌تواند به حفظ و ذخیره رطوبت در خاک و استفاده بهینه از منابع محدود آب کمک نماید. در این تحقیق، تأثیر چهار سطح پلیمر سوپرجاذب آکوسورب (صفر، ۲، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک) و سه دور آبیاری (۳، ۶ و ۹ روز) بر شاخص‌های رشد، میزان عملکرد و راندمان مصرف آب در گیاه خیار سبز گلخانه‌ای رقم نگار مورد بررسی گرفت. نتایج نشان داد که میزان عملکرد و شاخص‌های رشد خیار سبز تحت تأثیر مصرف هیدروژل قرار گرفت و به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. هم‌چنین، میزان مصرف آب با طولانی‌تر شدن دور آبیاری به طور معنی‌داری در تمامی تیمارها کاهش یافت. با مصرف ۲ گرم پلیمر سوپرجاذب در هر کیلوگرم خاک و دور آبیاری ۶ روز، بیشترین مقدار عملکرد (۱۹۶/۳ گرم در بوته) حاصل گردید. هر چند مصرف هیدروژل به طور معنی‌داری میزان مصرف آب را افزایش داد، ولی مصرف ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک موجب افزایش معنی‌دار کارایی مصرف آب (۱۷/۰ گرم خیار سبز تولید شده به ازای هر لیتر آب) گردید.

واژه‌های کلیدی: هیدروژل، دور آبیاری، طول شاخه اصلی، درصد ماده خشک

مقدمه

کشور ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود و خشکسالی‌های اخیر باعث بروز مشکل کم‌آبی در اکثر مناطق کشور گردیده است. اکثر گیاهان در صورت مواجه شدن با تنش خشکی در مراحل حساس رشد (مثل جوانه‌زنی بذر و مرحله گل‌دهی) عملکردشان کاهش می‌یابد. بنابراین استفاده بهینه از منابع محدود آب و بارندگی‌های پراکنده فصلی و بهبود کارایی مصرف آب امری ضروری می‌باشد. کاربرد برخی مواد افزودنی نظیر بقایای گیاهی، کودهای دامی، کمپوست و مواد پلیمری سوپرجاذب آب می‌تواند ظرفیت نگهداشت آب خاک را افزایش داده و باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب گردد (۷). سوپرجاذب‌ها یا هیدروژل‌ها، شبکه‌های پلیمری آبدوست هستند که پس از جذب آب و تورم، شکل هندسی خود را حفظ کرده و در زمان نیاز گیاه، منقبض شده و آب و املاح کودی خود را در اختیار ریشه قرار می‌دهند (۱۶). در صورت اختلاط هیدروژل‌ها با بسترهای مورد استفاده در

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان

۲. گروه باغبانی، واحد علمی کاربردی جهاد کشاورزی زنجان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: f_najafialishah@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

سیستم‌های بدون خاک می‌توانند سبب بهبود بافت فیزیکی بستر، افزایش ظرفیت نگهداری آب محیط کشت (۲، ۱۰، ۱۲ و ۲۱)، سهولت دسترسی ریشه گیاه به آب و عناصر غذایی (۱۶)، کاهش تنش خشکی (۱۴ و ۱۸) و افزایش میزان عملکرد گیاه به ازای هر واحد آب و کود مصرفی شوند. بنابراین می‌توانند کارایی مصرف آب و عناصر غذایی توسط گیاه را بهبود بخشیده و باعث صرفه جویی در مصرف آب شوند (۱۳، ۱۶و ۲۳).

فراهم نمودن زمینه افزایش بهره‌وری آب کشاورزی، به عنوان منطقی‌ترین رویکرد مدیریتی منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح می‌باشد. استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب در کشاورزی دیم و فاریاب یکی از راهکارهای دستیابی به این مهم بوده که نه تنها شرایط را برای بهبود کمی و کیفی عملکرد فراهم می‌آورد، بلکه باعث افزایش قابل توجه کارایی مصرف آب نیز می‌شود (۷). هیدروژل‌ها ضمن برخورداری از ظرفیت زیاد برای جذب آب، مانند آب‌انبارهای کوچک عمل کرده و در موقع نیاز گیاه به آب به راحتی آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (۷). در آزمایشی که توسط اختر و همکاران (۱۰) انجام شد، تأثیر سطوح مختلف هیدروژل (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) بر رشد جوانه‌های جو، گندم و نخود مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مصرف هیدروژل منجر به تأخیر ۴ تا ۵ روزه در پژمردگی جوانه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد گردید. مصرف هیدروژل هم‌چنین رطوبت قابل دسترس و استقرار گیاه را افزایش داد. در تحقیق دیگری (۸) تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپرآب 200A (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه دور آبیاری (۷، ۹ و ۱۱ روز یک‌بار) بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه ذرت علوفه‌ای در منطقه پاکدشت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب موجب افزایش میزان عملکرد، وزن خشک بخش هوایی، ارتفاع گیاه، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول، شاخص پر برگی، شاخص سطح برگ و دوام برگ در ذرت علوفه‌ای گردید. ولی افزایش فاصله آبیاری موجب کاهش صفات فوق و کاهش میزان آب مصرفی گردید. افزایش و یا کاهش صفات مورد بررسی با سطوح هیدروژل و آبیاری به صورت خطی بود. نتایج تحقیقی که توسط سیورتسن و دانلوپ (۲۳) انجام گرفت نشان داد که اختلاط پلیمر سوپرجاذب آب با بستر شنی، میزان جذب آب و نیتروژن توسط نهال‌های بالنگ را ۱۱ تا ۴۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. توحیدی و همکاران (۲۵) تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب آب (صفر و ۷٪) و تنش خشکی را بر پارامترهای زیست‌توده کل، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و محتوی کلروفیل برگ شش رقم کلزا بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار همه ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری نسبت به شاهد گردید. ولی برعکس، کاربرد پلیمر سوپرجاذب آب منجر به افزایش معنی‌دار صفات مورد ارزیابی نسبت به تیمار شاهد گردید.

علی‌رغم واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان و کمبود منابع آب و بروز خشکسالی‌های مکرر در نقاط مختلف کشور، استفاده از هیدروژل برای رفع آسیب‌های خشکسالی و کمبود رطوبت خاک کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف هیدروژل و دور آبیاری بر میزان مصرف آب و عملکرد گیاه خیار سبز گلخانه‌ای به اجرا در آمد، تا نتایج حاصل بتواند برای افزایش عملکرد محصولات گلخانه‌ای در مناطق خشک و کم‌آب کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تأثیر سطوح مختلف هیدروژل (صفر، ۲، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم) و هم‌چنین دور آبیاری (۳، ۶ و ۹ روز) بر میزان عملکرد، شاخص‌های رشد و کارایی آب مصرفی خیار سبز گلخانه‌ای به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت گلدانی انجام شد و از خیار سبز گلخانه‌ای رقم نگار (*Cucumis sativus* cv. Negar F1) و از پلیمر سوپرجاذب آکوسورب ساخت شرکت SNF فرانسه استفاده شد. برای اجرای آزمایش، ابتدا یک نمونه مرکب خاک از لایه سطحی

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

(صفر تا ۲۰ سانتی‌متری) یک زمین زراعی تهیه و مورد تجزیه قرار گرفت. بافت خاک لوم، میزان آهک ۱۹/۳۷ درصد، هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر، اسیدیته گل اشباع ۷/۶۷، میزان نیتروژن کل و فسفر، روی، مس، پتاسیم، آهن و منگنز قابل جذب خاک به ترتیب ۰/۱۵ درصد و ۳۰/۴۵، ۲/۵، ۰/۹۸، ۳۱۳/۹۴، ۰/۱۴ و ۰/۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. قبل از شروع آزمایش، محتوای آب خاک در نقطه ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) برای هر یک از تیمارهای حاوی هیدروژل و تیمار شاهد برای اعمال دور آبیاری اندازه‌گیری شد. برای تیمار شاهد و تیمارهای حاوی ۲، ۴ و ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک مقدار رطوبت خاک در نقطه ظرفیت مزرعه به ترتیب ۱۹/۸۵، ۲۵/۶۸، ۳۲/۷ و ۴۱/۲ درصد وزنی و در نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۱۵/۲۲، ۱۷/۲، ۲۲/۵ و ۲۵/۷ درصد وزنی به دست آمد. خاک تهیه شده پس از گذراندن از الک دو میلی‌متری در گلدان‌های ۸ لیتری به مقدار ۶ کیلوگرم توزیع و بر حسب نوع تیمار مقدار لازم هیدروژل به آن اضافه شد. سپس نشاهای خیار سبز گلخانه‌ای به گلدان‌ها منتقل و گلدان‌ها با آبیاری به رطوبت ظرفیت مزرعه رسانیده شدند. پس از استقرار نشاها، دور آبیاری بر آنها اعمال گردید.

برای اعمال دور آبیاری، گلدان‌ها در فاصله‌های زمانی تعیین شده توزین و آب لازم برای رسانیدن مجدد آنها به رطوبت ظرفیت مزرعه اضافه و مقدار آب مصرفی بر حسب سانتی متر مکعب یادداشت گردید. در طول مدت آزمایش، محلول‌پاشی با عناصر کم مصرف آهن و منگنز انجام و صفاتی مانند عملکرد میوه، تعداد میوه، میزان کلروفیل برگ، طول شاخه اصلی، متوسط طول میوه، متوسط قطر میوه و میزان آب مصرفی اندازه‌گیری گردید. پس از برداشت میوه‌ها و نیز در پایان فصل رشد، بوته‌ها برداشت و وزن تر و خشک آنها اندازه‌گیری و درصد ماده خشک آنها محاسبه گردید. آنالیز آماری داده‌های به دست آمده در این پژوهش به کمک نرم‌افزار آماری MSTATC انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه خیار سبز نشان می‌دهد که میزان عملکرد و اکثر شاخص‌های رشد خیار تحت تأثیر مصرف هیدروژل قرار گرفت و به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۱).

عملکرد میوه

اثرهای اصلی فاکتورهای آبیاری و هیدروژل نشان داد که عملکرد میوه با افزایش فاصله آبیاری به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین عملکرد میوه در بوته زمانی به دست آمد که دور آبیاری ۹ روز بود (جدول ۲). هم‌چنین، بیشترین عملکرد میوه در بوته مربوط به سطح ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک بود (جدول ۲). اثر متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل نشان داد که در تیمار شاهد (بدون هیدروژل)، با افزایش فاصله آبیاری، عملکرد میوه در بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. در صورتی که در تیمارهای ۴ و ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک عکس آن مشاهده گردید و با افزایش فاصله آبیاری، وزن میوه به دست آمده در بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). در تیمار ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک بیشترین میزان عملکرد میوه در بوته مربوط به دور آبیاری ۶ روز بود و بین تیمارهای آبیاری ۳ و ۹ روز اختلاف معنی‌داری از این لحاظ مشاهده نشد (جدول ۲).

از آنجایی که این آزمایش در فصل زمستان و در گلخانه انجام گرفت، به نظر می‌رسد علت کاهش عملکرد در دورهای آبیاری ۳ و ۶ روز یک‌بار و در سطوح ۴ و ۸ گرم هیدروژل در کیلو گرم خاک، جذب زیاد آب و سرد شدن خاک و کاهش رشد گیاه باشد. نتایج آزمایش مزرعه‌ای (۲۰) برای بررسی اثر سطوح هیدروژل (۳ و ۶ گرم در دسی‌متر مکعب خاک) بر میزان آب خاک، سرمازدگی و میوه‌دهی توت‌فرنگی نشان داد که با افزایش مقدار مصرف هیدروژل، مقدار آب قابل دسترس گیاه و تعداد گل‌های آسیب دیده در اثر سرمای بهاره در مقایسه با تیمار

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده در خیار سبز

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		وزن میوه	تعداد میوه	شاخص کلروفیل برگ	طول شاخه اصلی	متوسط طول میوه	متوسط قطر میوه	درصد ماده خشک میوه	درصد ماده خشک بوته	مصرف آب هر گلدان	کارایی مصرف آب
هیدروژل	۳	۱۵۴۴۷/۱۴۷**	۹/۶۴۱**	۱۵۰/۳۵۸**	۳۵۰۴/۹۴۹**	۱/۲۱۸**	۰/۰۳۴**	۱/۱۷۵**	۱/۰۹۶**	۱۷/۱۷۶**	۱۳۸/۷۸۵**
دور آبیاری	۲	۵۵۷/۸۶۱**	۰/۱۳۷^{ns}	۲۲/۸۸۵**	۹۱۱/۴۰۸**	۰/۰۹۰*	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۸۵^{ns}	۰/۶۲۰*	۲۲/۹۹۴**	۵/۰۱۲**
هیدروژل×آبیاری	۶	۲۰۲۷/۸۶۴**	۰/۶۳۷**	۱۱/۳۳۲^{ns}	۳۲۵/۷۶۰^{ns}	۰/۰۶۵*	۰/۰۲۴**	۰/۲۱۶**	۱/۳۴۴**	۱/۴۰۷**	۱۸/۲۱۹**
اشتباه	۲۴	۴۲/۹۳۷	۰/۰۷۸	۴/۸۶۰	۱۴۹/۵۶۹	۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	۰/۰۴۰	۰/۱۵۴	۰/۰۰۹	۰/۳۸۶
CV (٪)	–	۵/۳۷	۸/۲۰	۵/۹۱	۱۲/۰۶	۱/۲۰	۳/۰۸	۵/۵۱	۲/۵۵	۰/۸۶	۵/۳۷

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۲. اثر اصلی و متقابل سطوح دور آبیاری و هیدروژل بر عملکرد خیار سبز (گرم در بوته)

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۱۰۳/۳ de	۱۷۱/۴ b	۹۴/۷۹ e	۹۳/۲۱ e	۱۱۵/۷ C
۶	۸۱/۷۵ f	۱۹۶/۳ a	۹۵/۲۵ e	۱۱۲/۴ d	۱۲۱/۴ B
۹	۵۷/۳۳ g	۱۷۰/۹ b	۱۴۳/۷ c	۱۴۵/۰ c	۱۲۹/۲ A
میانگین	۸۰/۷۸ C	۱۷۹/۵ A	۱۱۱/۳ B	۱۱۶/۹ B	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۳. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطح هیدروژل بر تعداد میوه خیار در بوته

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۲/۸ ef	۴/۷ b	۲/۶ ef	۲/۹ ef	۳/۲ A
۶	۲/۵ fg	۵/۲ a	۲/۹ ef	۳/۰ de	۳/۴ A
۹	۲/۰ g	۴/۶ b	۳/۸ c	۳/۴ cd	۳/۵ A
میانگین	۲/۴ C	۴/۸ A	۳/۱ B	۳/۱ B	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

شاهد افزایش یافت.

اختر و همکاران (۱۰) تأثیر سطوح مختلف هیدروژل (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) را بر رشد جوانه‌های جو، گندم و نخود مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که جوانه‌زنی گندم و جو متأثر نشد. اگر چه رشد نشاهای این دو گیاه بهبود یافت، ولی جوانه‌زنی دانه نخود با مصرف ۰/۲ درصد هیدروژل افزایش یافت.

تعداد میوه در بوته

بررسی اثر اصلی تیمار هیدروژل نشان داد که در تیمار شاهد (بدون هیدروژل) تعداد میوه در بوته به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای حاوی هیدروژل بود و در میان تیمارهای حاوی هیدروژل نیز تیمار ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک دارای بیشترین تعداد میوه در بوته بود (جدول ۳). اثر اصلی تیمار آبیاری بر تعداد میوه معنی‌دار نشد و بین تواترهای مختلف آبیاری از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بررسی اثر متقابل سطوح آبیاری و هیدروژل نشان داد که بیشترین تعداد میوه از تیمار هیدروژل ۲ گرم در کیلوگرم خاک با دور آبیاری ۶ روز به دست آمد (جدول ۳). به‌طور کلی، اثرهای متقابل حاکی از آن است که افزایش تعداد میوه در بوته هنگامی اتفاق می‌افتد که مقدار هیدروژل خاک زیاد و فاصله آبیاری‌ها طولانی باشد، یا زمانی که مقدار هیدروژل خاک کم و فاصله آبیاری‌ها کوتاه باشد

احرار و همکاران (۱) برای مطالعه تأثیر پلیمر سوپرجاذب 200A در کاهش تنش خشکی و افزایش کارایی مصرف آب و کود در خیار سبز گلخانه‌ای، آزمایشی با دو تیمار آبیاری (۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) انجام دادند و مشاهده کردند که افزودن هیدروژل به بستر کشت خیار سبز به میزان ۱/۵ درصد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۴. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر طول شاخه اصلی (سانتی‌متر) خیار سبز

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۹۰/۷۵ de	۹۴/۵۰ cde	۱۲۶/۶ ab	۱۱۵/۹ abc	۱۰۶/۹ A
۶	۷۶/۰۰ ef	۱۰۷/۳ bcd	۱۰۷/۴ bcd	۱۳۳/۳ a	۱۰۶/۰ A
۹	۵۸/۵۸ f	۹۴/۵۸ cde	۹۹/۲۵ cd	۱۱۳/۲ abcd	۹۱/۴۰ B
میانگین	۷۵/۱۱ C	۹۸/۷۸ B	۱۱۱/۱ A	۱۲۰/۸ A	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

وزنی باعث افزایش عملکرد میوه شد. نتایج آنها نشان داد که بین بسترهای آمیخته با سوپرجاذب و فاقد سوپرجاذب از نظر میزان عملکرد میوه در بوته تفاوت معنی‌داری وجود داشت و علی‌رغم کمتر بودن عملکرد میوه گیاهان پرورش یافته در تیمار آبیاری ۷۰٪ نسبت به تیمار آبیاری کامل (۱۰۰٪ نیاز آبی) این تفاوت در تیمارهای حاوی سوپرجاذب از نظر آماری معنی‌دار نبود. عابدی کوپایی و مسفروش (۳) نشان دادند که با افزودن ۰/۴ درصد پلیمر سوپرجاذب به یک خاک با بافت شنی در شرایط بدون تنش (۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه) یا تنش ملایم (۷۵٪ نیاز آبی گیاه) بهترین عملکرد و کارآیی کاربرد آب، کود و کیفیت محصول خیار گلخانه‌ای را در پی داشت. یزدانی و همکاران (۹) تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب آب (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) و دور آبیاری (۶، ۸ و ۱۰ روز) را بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که صفاتی مانند عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در ساقه اصلی و میزان پروتئین دانه در تواترهای مختلف آبیاری به‌طور معنی‌داری متفاوت بود و بیشترین میزان صفات مذکور مربوط به دور آبیاری ۶ روز و سطح هیدروژل ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بود.

شاخص‌های رشد خیار سبز گلخانه‌ای رقم نگار

طول شاخه اصلی

اثر سطوح مختلف هیدروژل بر طول شاخه اصلی معنی‌دار بود و در تیمار شاهد (بدون هیدروژل) این صفت به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای حاوی هیدروژل بود. در تیمارهای حاوی هیدروژل، این صفت با افزایش سطح هیدروژل به طور معنی‌داری افزایش یافت. به طوری که بیشترین مقدار آن مربوط به سطوح هیدروژل ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک بود (جدول ۴). هم‌چنین، با طولانی‌تر شدن دور آبیاری، طول شاخه اصلی به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴). اثر متقابل دور آبیاری و سطح هیدروژل نشان داد که در تیمار شاهد، با کاهش تواتر آبیاری، طول شاخه اصلی به طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی در تیمارهای حاوی هیدروژل، طولانی شدن دور آبیاری تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۴). مؤذن قمصری و همکاران (۸) تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب سوپرآب 200A (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب در هکتار) و سه دور آبیاری (۷، ۹ و ۱۱ روز یک‌بار) را روی شاخص‌های رشد گیاه ذرت علوفه‌ای در منطقه پاکدشت بررسی کردند. نتایج آزمایش آن‌ها نشان داد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب موجب افزایش میزان ارتفاع، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول ذرت علوفه‌ای گردید.

کلروفیل برگ

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۵ مشاهده می‌شود که افزودن هیدروژل به خاک منجر به افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد گردید. هم‌چنین، شاخص

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۵. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر شاخص کلروفیل برگ خیار سبز

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۳۴/۸۷ bc	۳۹/۴۶ a	۴۰/۴۸ a	۳۹/۰۸ a	۳۸/۴۷ A
۶	۳۲/۰۹ c	۳۸/۷۰ ab	۳۹/۳۴ a	۴۰/۷۲ a	۳۷/۷۱ A
۹	۲۹/۷۵ d	۳۷/۸۸ ab	۳۹/۰۰ a	۳۹/۵۳ a	۳۵/۷۹ B
میانگین	۳۱/۲۴ B	۳۸/۶۸ A	۳۹/۶۱ A	۳۹/۷۸ A	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۶. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطح هیدروژل بر متوسط طول یک میوه خیار سبز (سانتی‌متر)

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۱۲/۰۴ d	۱۲/۶۶ a	۱۲/۱۹ cd	۱۲/۱۸ cd	۱۲/۲۷ A
۶	۱۱/۵۷ e	۱۲/۶۴ a	۱۲/۱۷ cd	۱۲/۳۸ bc	۱۲/۱۹ AB
۹	۱۱/۵۶ e	۱۲/۵۶ ab	۱۲/۰۷ d	۱۲/۱۹ cd	۱۲/۰۹ B
میانگین	۱۱/۷۳ C	۱۲/۶۲ A	۱۲/۱۴ B	۱۲/۲۵ B	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

کلروفیل برگ در دور آبیاری ۹ روز یک‌بار به طور معنی‌داری نسبت به دورهای آبیاری ۳ و ۶ روز یک‌بار کمتر بود (جدول ۵).

اثر متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل نشان داد که در تیمار شاهد، با کاهش تواتر آبیاری، میزان کلروفیل برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت، در حالی که در تیمارهای حاوی هیدروژل تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در میزان کلروفیل برگ با کاهش تواتر آبیاری مشاهده نشد (جدول ۵). توحیدی و همکاران (۲۵) در بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب آب (صفر و ۷ درصد) و تنش خشکی (آبیاری بعد از اینکه ۸۰٪ آب قابل استفاده خاک تبخیر شد، به عنوان شاهد و قطع آب بعد از مرحله گل‌دهی تا مرحله بلوغ فیزیولوژیک) بر محتوی کلروفیل برگ شش گونه کلزا نشان دادند که کاربرد پلیمر سوپرجاذب منجر به افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد گردید.

متوسط طول میوه

متوسط طول میوه در تیمار شاهد (بدون هیدروژل) به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای حاوی هیدروژل بود و بیشترین مقدار این صفت در تیمار ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک اندازه‌گیری گردید (جدول ۶). با کاهش تواتر آبیاری، متوسط طول میوه به طور معنی‌داری کاهش یافت و کمترین مقدار آن در تیمار آبیاری هر ۹ روز یک‌بار اندازه‌گیری شد (جدول ۶). با طولانی شدن دور آبیاری در تیمار شاهد (فاقد هیدروژل) مقدار متوسط طول میوه به طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی در تیمارهای حاوی هیدروژل، با کاهش تواتر آبیاری، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری در مقدار متوسط طول میوه مشاهده نشد (جدول ۶).

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۷. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر متوسط قطر یک میوه خیار سبز (سانتی‌متر)

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۲/۲ ab	۲/۲ ab	۲/۲ ab	۲/۲ b	۲/۲ A
۶	۲/۲ b	۲/۲ ab	۲/۳ a	۲/۳ ab	۲/۳ A
۹	۲/۰ c	۲/۳ ab	۲/۲ ab	۲/۳ ab	۲/۲ A
میانگین	۲/۱ B	۲/۳ A	۲/۳ A	۲/۳ A	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۸ اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر درصد ماده خشک میوه خیار سبز

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۳/۳۷ bc	۳/۶۵ abc	۳/۹۰ a	۳/۸۶ a	۳/۶۹ A
۶	۳/۳۴ c	۳/۷۱ ab	۳/۹۲ a	۳/۶۰ abc	۳/۶۴ A
۹	۲/۵۶ d	۳/۸۸ a	۳/۸۶ a	۳/۸۱ a	۳/۵۳ A
میانگین	۳/۰۹ B	۳/۷۴ A	۳/۹۰ A	۳/۷۶ A	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

متوسط قطر میوه

متوسط قطر میوه در تیمارهای حاوی هیدروژل نسبت شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۷). بین تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری از لحاظ متوسط قطر میوه وجود نداشت (جدول ۷). در تیمار شاهد، با کاهش تواتر آبیاری، متوسط قطر میوه به طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی در تیمارهای حاوی هیدروژل، تفاوت معنی‌داری در متوسط قطر میوه با طولانی شدن دور آبیاری ایجاد نشد (جدول ۷).

درصد ماده خشک میوه

تیمارهای حاوی هیدروژل نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری دارای ماده خشک بیشتری بودند (جدول ۸). اثر متقابل دور آبیاری و سطح هیدروژل نشان داد که در تیمارهای حاوی هیدروژل تغییری در میزان ماده خشک میوه با تغییر دور آبیاری ایجاد نشد. در حالی که در تیمار شاهد، با کاهش تواتر آبیاری، این صفت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۸). اثر اصلی تیمار آبیاری بر درصد ماده خشک میوه از نظر آماری معنی‌دار نگردید (جدول ۸).

درصد ماده خشک بوته

افزودن هیدروژل به خاک منجر به افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک بوته نسبت به تیمار شاهد گردید؛ ولی بین سطوح مختلف هیدروژل تفاوت معنی‌داری از این لحاظ مشاهده نگردید (جدول ۹). بیشترین درصد ماده خشک بوته از تیمار آبیاری ۹ روز یک‌بار به‌دست آمد (جدول ۹). در تیمار شاهد، با طولانی شدن دور آبیاری، درصد ماده خشک بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. ولی در تیمارهای حاوی ۲ و ۴ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک تفاوتی در میزان ماده خشک بوته

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۹. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر درصد ماده خشک بوته خیار سبز

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۱۵/۹۵ ab	۱۵/۱۷ cd	۱۵/۲۴ bc	۱۵/۳۶ bc	۱۵/۴۳ AB
۶	۱۴/۲۴ e	۱۵/۸۶ abc	۱۵/۱۵ cd	۱۵/۳۰ bc	۱۵/۱۴ B
۹	۱۴/۴۹ de	۱۵/۵۲ bc	۱۵/۸۷ abc	۱۶/۴۶ a	۱۵/۵۹ A
میانگین	۱۴/۸۹ B	۱۵/۵۲ A	۱۵/۴۲ A	۱۵/۷۱ A	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

با تغییر دور آبیاری مشاهده نگردید. در تیمار حاوی ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک، درصد ماده خشک بوته در دور آبیاری ۹ روز یک‌بار به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تواترهای آبیاری بود (جدول ۹).

ال- حربی و همکاران (۱۱) تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرجاذب آب (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد) را بر رشد خیار در سطوح متفاوت رطوبت خاک (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه) در یک خاک لوم مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که رشد رویشی خیار با افزایش غلظت پلیمر تا حد ۰/۳ درصد افزایش یافت. ولی افزایش بیشتر غلظت پلیمر تأثیر معنی‌داری بر رشد گیاه نداشت. گیاهان رشد یافته در سطح رطوبت ۵۰٪ ظرفیت مزرعه با غلظت پلیمر ۰/۲ درصد رشد رویشی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. کاربرد پلیمر سوپرجاذب وقتی مؤثرتر بود که گیاهان تحت کمترین سطح تیمار رطوبت خاک (۲۵٪ ظرفیت مزرعه) رشد کردند. در تحقیق حاضر نیز بیشترین مقدار عملکرد میوه در بوته (۱۹۶/۳ گرم در بوته) مربوط به تیمار ۰/۲ درصد هیدروژل و دور آبیاری ۶ روز بود و با کاهش تواتر آبیاری میزان عملکرد افزایش یافت (جدول ۲). رأفت و صفدر (۲۲) تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب آکوسورب را بر فراهمی نیترات و شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی در یک خاک شن لومی مورد مطالعه قرار دادند. آنها ۷ غلظت (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵۰ درصد) این پلیمر را در یک آزمایش گلخانه‌ای مورد استفاده قرار دادند. همه تیمارها وقتی آبیاری می‌شدند که گیاهان شاهد علائم پژمردگی موقت از خود نشان می‌دادند. تعداد برگ و شاخه، وزن تر و خشک گیاهان و تولید میوه با افزایش غلظت پلیمر به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین مقدار این صفات مربوط به تیمار ۱/۲۵ درصد هیدروژل بود. تیمار ۱/۵ درصد هیدروژل در مقام دوم قرار گرفت و کمترین مقدار صفات مورد بررسی مربوط به تیمار شاهد بود. ال- هادی و ال- دوینی کاملیا (۱۵) افزایش زیست‌توده و وزن ماده خشک تولیدی را طی دوره رشد گوجه‌فرنگی در بسترهای حاوی هیدروژل گزارش کردند. کریمی (۵) نیز به نتایج مشابهی در مورد تأثیر هیدروژل بر وزن ماده خشک تولیدی در گیاه آفتابگردان دست یافت.

میزان مصرف آب

با افزایش سطح هیدروژل، میزان آب قابل استفاده برای گیاه (AWC) افزایش یافت و بیشترین میزان آب قابل استفاده برای گیاه (۱۵/۵ درصد) مربوط به تیمار ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک می‌باشد که از ۴/۶۳ درصد در تیمار شاهد بیشتر بود (جدول ۱۰).

با کاهش تواتر آبیاری، میزان مصرف آب در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۱۱). با افزایش سطح هیدروژل، میزان مصرف آب در ابتدا افزایش و سپس کاهش

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۱۰. تأثیر سطوح مختلف هیدروژل بر میزان آب قابل استفاده گیاه (درصد)

سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)	FC	PWP	AWC
صفر	۱۹/۸۵	۱۵/۲۲	۴/۶۳
۲	۲۵/ ۶۸	۱۷/۲	۸/۴۸
۴	۳۲/۷	۲۲/۵	۱۰/۲
۸	۴۱/۲	۲۵/۷	۱۵/۵

جدول ۱۱. اثر اصلی و متقابل دور آبیاری و سطوح هیدروژل بر میزان مصرف آب (لیتر) در طول رشد خیار سبز

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۱۰/۵ h	۱۲/۲ c	۱۴/۸ a	۱۲/۷ b	۱۲/۵ A
۶	۹/۷ j	۱۱/۳ f	۱۱/۸ d	۱۱/۵ e	۱۱/۱ B
۹	۷/۴ k	۱۰/۹ g	۱۰/۹ g	۹/۹ i	۹/۸ C
میانگین	۹/۲ C	۱۱/۴ B	۱۲/۵ A	۱۱/۴ B	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

یافت. بیشترین میزان مصرف آب مربوط به سطح ۴ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک بود (جدول ۱۱). کمترین میزان مصرف آب مربوط به تیمار ۸ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک با دور آبیاری ۹ روز یک‌بار بود (جدول ۱۱).

کارایی مصرف آب

همان طور که در جدول ۱۲ مشاهده می‌گردد، بیشترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به سطح ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک می‌باشد. با کاهش تواتر آبیاری، میزان کارایی مصرف آب به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۱۲). کارایی مصرف آب در تیمار ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک با دور آبیاری هر ۶ روز یک‌بار (۱۸/۶۰ گرم به ازای هر لیتر آب) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۱۲). بنابراین، اگرچه مصرف هیدروژل، به ویژه سطح ۲ گرم در کیلوگرم خاک، به طور معنی‌داری منجر به افزایش مصرف آب گردید (جدول ۱۱)، ولی به دلیل افزایش عملکرد، باعث افزایش کارایی آب مصرفی در گیاه خیار سبز گلخانه‌ای گردید (جداول ۲ و ۱۲). اثر متقابل حاکی از آن است که در تیمار شاهد، طولانی شدن دور آبیاری باعث ایجاد تنش خشکی در گیاه شده و عملکرد کاهش می‌یابد، که این امر باعث کاهش کارایی مصرف آب در این تیمار می‌شود. ولی در تیمارهای حاوی هیدروژل، با دور آبیاری کوتاه، وجود رطوبت زیاد در خاک احتمالاً به دلیل نامطلوب ساختن تهویه و کاهش دمای خاک باعث کاهش عملکرد و در نتیجه کاهش کارایی مصرف آب می‌شود. در صورتی که با طولانی شدن دور آبیاری در این تیمارها و افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب نیز بهبود می‌یابد.

جانسون (۱۹) تأثیر افزایش هیدروژل بر میزان جذب آب توسط یک خاک شنی را مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که مصرف ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک ضمن بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک و افزایش آب قابل استفاده منجر

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

جدول ۱۲. اثر اصلی و متقابل سطوح هیدروژل و دور آبیاری بر کارایی مصرف آب (گرم خیار سبز تولید شده به ازای هر لیتر آب)

دور آبیاری (روز)	سطح هیدروژل (گرم در کیلوگرم خاک)				میانگین
	صفر	۲	۴	۸	
۳	۹/۷ de	۱۶/۲ b	۸/۹۸ e	۸/۸۳ e	۱۰/۹ C
۶	۷/۷ f	۱۸/۶ a	۹/۰۲ e	۱۰/۶ d	۱۱/۵ B
۹	۵/۴ g	۱۶/۲ b	۱۳/۶ c	۱۳/۷ c	۱۲/۲ A
میانگین	۷/۶ C	۱۷/۰ A	۱۰/۵ B	۱۱/۰ B	

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

به کاهش دور آبیاری و افزایش فواصل آبیاری گردید. فلانری و بوشر (۱۷) و تیلور و هالفاکر (۲۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. غیور و همکاران (۴) طی بررسی تأثیر ۵ نوع ماده جاذب رطوبت بر ظرفیت نگهداری آب در بافت‌های مختلف خاک بیان نمود که مصرف ۴ و ۸ گرم پلیمر PR3005A به ترتیب منجر به افزایش ۲ و ۴ برابری مقدار رطوبت قابل دسترس گیاه در یک خاک لوم گردید. کیخانی (۶) تأثیر پلیمر سوپرجاذب PR3005A را بر میزان آب مصرفی و برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه کتان روغنی در اقلیم نیمه‌خشک و معتدل بررسی نمود. نتایج وی نشان داد که افزایش میزان مصرف پلیمر باعث افزایش معنی‌دار (در سطح احتمال ۵٪) ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، درصد ماده خشک و کاهش عمق آب آبیاری گردید. در آزمایش دیگری (۱۳) اختلاط ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد وزنی هیدروژل با بستر کاشت (پوست نارگیل + ورمیکولیت + پرلیت ۱:۱:۶) میزان آب مصرفی گل داوودی را به ترتیب ۶۰/۸، ۵۸/۴، ۳۶/۱ و ۳۷/۸ درصد نسبت به شاهد کاهش داد و در بستر کاشت تیمار شده با ۰/۵ درصد هیدروژل مدت زمان کمتری (۱۸ روز) برای تولید نشا نیاز بود و نشاهای بهتری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها به دست آمد. در این تیمار، هم‌چنین حداکثر ارتفاع گیاه، مساحت ریشه و وزن تر ریشه و ساقه تولید گردید. ال- هادی و کاملیا (۱۵) در بررسی تأثیر هیدروژل و کمپوست آلی بر عملکرد، جذب مواد غذایی و کارایی مصرف آب و کود به وسیله گیاه گوجه‌فرنگی نشان دادند که این مواد به طور معنی‌داری وزن تر و خشک گیاه، جذب پتاسیم، فسفر، نیتروژن، عملکرد گیاه و کارایی مصرف کود و آب را افزایش دادند.

نتیجه‌گیری

نتایج به دست از این تحقیق نشان داد که افزودن هیدروژل به خاک باعث افزایش آب قابل استفاده گیاه گردید و تواتر آبیاری را کاهش داد. اگر چه کاربرد هیدروژل میزان آب مصرفی گیاه را افزایش داد ولی در عین حال باعث افزایش راندمان مصرف آب گردید. مصرف ۲ گرم هیدروژل در کیلوگرم خاک باعث افزایش شاخص‌های رشد، درصد ماده خشک میوه و بوته و تولید حداکثر عملکرد در خیار سبز گلخانه‌ای شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، این امکان وجود دارد که با کاهش سطح هیدروژل و افزایش تواتر آبیاری یا افزایش سطح هیدروژل و کاهش تواتر آبیاری، حداکثر عملکرد را تولید نمود.

منابع مورد استفاده

۱. احرار، م.، م. دلشاد. و م. بابالار. ۱۳۸۸. بهبود کارایی مصرف آب و کود در کشت بدون خاک خیار گلخانه‌ای با استفاده از پیوند و پلیمر ابرجاذب. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳(۱): ۶۹-۷۷.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

۲. دلشاد، م.، م. احرار و م. بابالار. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر اختلاط هیدروژل با بستر کشت بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه خیار گلخانه‌ای پیوندی و غیرپیوندی در سیستم هیدروپونیک. مجله علوم باغبانی ایران ۴۲(۱): ۲۱-۲۹.

۳. عابدی کوپایی، ج. و م. مسفروش. ۱۳۸۸. ارزیابی کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و ذخیره عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران ۳(۲): ۱۰۰-۱۱۱.

۴. غیور، ف. ا.، ذ. اسکندری و ا. ح. شعرباف. ۱۳۸۴. بررسی مقایسه چند ماده جاذب رطوبت بر قدرت نگهداری و پتانسیل آب خاک. نهمین کنگره علوم خاک ایران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، تهران.

۵. کریمی، ا. ۱۳۸۰. بررسی اثر اصلاحی سوپرجاذب آب بر مصرف آب و رشد گیاه آفتابگردان. بیابان ۶(۱): ۱۹-۳۱.

۶. کیخانی، ف. ۱۳۸۰. بررسی اثر پلیمر سوپرجاذب رطوبت PR3005A بر میزان آب مصرفی و برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه کتان روغنی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. منتظر، ع. ا. ۱۳۸۷. بررسی تأپیر پلیمر سوپرجاذب استاکوسورب بر زمان پیشروی و پارامترهای نفوذ خاک در روش آبیاری جویچه‌ای. مجله آب و خاک ۲(۲): ۳۴۱-۳۵۶.

۸. مؤذن قمصری، ب.، غ. ع. ابری، م. ج. ظهوریان و ا. ب. نیک نیائی. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه ذرت علوفه‌ای تحت تأثیر کاربرد مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب (سوپرآب A-200) تحت شرایط تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران) ۴۰(۳): ۱-۸.

۹. یزدانی، ف.، ا. دادی، غ. ع. اکبری و م. ر. بهبهانی. ۱۳۸۵. تأثیر مقادیر پلیمر سوپرجاذب (Tarawat A200) و سطوح خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۵: ۱۶۷-۱۷۴.

10. Akhter, J., K. Mahmood, K.A. Malik, A. Mardan, M. Ahmad and M.M. Iqbal. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant Soil Environ. 50(10): 463-469.
11. Al-Harbi, A.R., A.M. Al-Omran, A. Shalaby, H. Wahdan and M.I. Choudhary. 1997. Growth response of cucumber to hydrophilic polymer application under different soil moisture levels. J. Vegetable Crop Prod. 2(2): 57-64.
12. Al-Harbi, A.R., A.M. Al-Omran, A.A. Shalaby and M.I. Choudhary. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HortSci. 34(2): 223-224.
13. Anumpama, M.C., R. Singh Kumar, B.S. Parmar and A. Kumar. 2005. Performance of a new superabsorbent polymer on seedling and post planting growth and water use pattern of chrysanthemum grown under controlled environment. Acta Hort. 724: 43-50.
14. Arbona, V., D.J. Iglesias, J. Jacas, E. Primo-Millo, M. Talon and A. Gomez-Cadenas. 2005. Hydrogel substrate amendement alleviates drought effects on young citrus plants. Plant Soil 270(1): 73-82.
15. El-Hady, O.A. and Y. El-Dewiny Camilia. 2006. 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 plant. Appl. Sci. Res. 2(11): 890-898.
16. El-Hady, O.A. and Sh.A. Wanas. 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels. Appl. Sci. Res. 2(12): 1293-1297.
17. Flannery, R.L. and W.J. Busscher. 1982. Use of a synthetic polymer in potting soils to improve water holding capacity. Soil Sci. Plant Anal. 13(2): 103-111.
18. Henderson, J.C. and D.L. Hensley. 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. Hort. Sci. 21(4): 991-992.
19. Johnson, M.S. 1984. The effects of gel-forming polyacrylamides on moisture storage in sandy soils. Sci. Food Agric. 35: 1196-1200.
20. Makowska, M. and E. Borowski. 2004. The influence of the addition of Ekosorb to black soil and sandy soil on the content of water in soil, frost injury of flowers and on fruiting of strawberry. Folia Hort. Ann. 1(16): 87-93.
21. Martyn, W. and P. Szor. 2001. Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates. Intl. Agrophys. 15: 87-94.
22. Rifat, H. and A. Safdar. 2004. Water absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield. Agric. Biol. 6: 998-1002.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]

23. Syvertsen, J.P. and J.M. Dunlop. 2004. Hydrophilic gel amendements to sandy soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedling. HortSci. 39(2): 267-271.
24. Taylor, K.C. and R.G. Halfacre. 1986. The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. HortSci. 21: 1159-1161.
25. Tohidi-Moghadam, H.R., A.H. Shirani-Rad, G. Nour-Mohammadi, D. Habibi, S.A.M. Modarres-Sanavy, M. Mashhadi-Akbar-boojar and A. Dolatabadian. 2009. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application. Pesquisa Agropecuaria Tropical 39(3): 243-250.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-06-13]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1392.4.3.1.0]