19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

تاثیر پلیمرهای سوپر جاذب آب روی خصوصیات خاک تحت کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای

مجید رئوف[1*]، مهسا مهری[2]، علی رسول زاده[3]، بهروز اسماعیل پور[4]

۱- استاد/گروه مهندسی آب و پژوهشکده مدیریت آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، majidraoof2000@gmail.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- استاد/گروه مهندسی آب و پژوهشکده مدیریت آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- استاد/گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

هدف اصلی از تحقیق حاضر بررسی تاثیر پلیمرهای سوپرجاذب بر روی برخی خصوصیات هیدرولیکی خاک مانند هدایت هیدرولیکی ا شباع (ks)، منحنی $\theta(h)$ و خ صو صیات فیزیکی خاک شامل γ_b (وزن مخ صوص ظاهری)، γ_s (وزن مخ صوص حقیقی) و تخلخل (n) تحت کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای می باشد. تحقیق حاضر در محل گلخانه‌ی شماره یک دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در شهرستان اردبیل به انجام رسید. تحقیق حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در طی سه تکرار به انجام رسید. فاکتور اصلی شامل شش سطح سوپرجاذب صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد وزنی بود. از دستگاه ستون آب آویزان و صفحات فشاری جهت اندازه‌گیری منحنی مشخصه‌ی آب خاک استفاده شد. نتایج نشان داد تغییرات معنی‌داری روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر اعمال سطوح پلیمر سوپرجاذب رخ نداد. اعمال سطح ۰/۴ گرم بر کیلوگرم سوپرجاذب در بررسی تغییرات رطوبتی خاک در طول فصل زراعی، شرایط بهینه و ایده‌آلی را به نمایش گذاشت. افزودن سطوح سوپرجاذب به محیط خاک باعث افزایش ۲/۵ برابری کل آب قابل دسترس گیاه در تحقیق حاضر گردید. تاثیر مثبت افزودن سوپرجاذب روی خصوصیات هیدرولیکی از جمله رطوبت حجمی نیز از نظر آماری به صورت معنی‌دار با افزایش کلی ۹۹/۶ درصدی نسبت به نمونه شاهد بود.

واژگان کلیدی: خصوصیات فیزیکی، خصوصیات شیمیایی، ستون آب آویزان، صفحات فشاری، منحنی مشخصه

مقدمه

در سال‌های اخیر کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب[1] (SAP) در مباحث مختلف علوم کشاورزی به عنوان یکی از راه‌های جلوگیری از تنش رطوبتی افزایش پیدا کرده است (منتظر، ۱۳۸۷). اختلاط و ترکیب برخی از مواد افزودنی مانند کود دامی، کمپوست، بقایای گیاهی و مواد پلیمری سوپر جاذب (SAP) منجر به ذخیره مقادیر متنوعی از آب در آنها می‌گردد و در نهایت قابلیت نگهداری آب خاک افزایش می‌یابد. این مواد در شرایط ترکیب آن‌ها در خاک می‌توانند با تاثیر بروی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک یا به تعبیری پارامترهای مدیریتی و طراحی آبیاری، امکان افزایش بهره‌وری مصرف آب را فراهم نمایند (بندک[2] و همکاران، ۲۰۲۱). دوام سوپرجاذب‌ها با توجه به نوع سوپرجاذب، خاک و آب چیزی در حدود ۳ الی ۷ سال (رهاب‌رزین، ۲۰۰۷) و در برخی منابع ۵ تا ۱۲ سال (پوراسماعیل، ۱۳۸۶) بیان شده است. حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد از کارایی اولیه سوپرجاذب-ها به دلیل تخریب میکروبی و شیمیایی آن‌ها پس از قرارگیری در داخل خاک افت پیدا می‌کند (رهاب‌رزین، ۲۰۰۷).

کاربرد سوپرجاذب‌ها در بخش کشاورزی منجر به استفاده بهینه از آب، کاهش دورآبیاری، افزایش ظرفیت نگه‌داری، کاهش تلفات در بحث پرورش و انتقال نهال و قلمه و کشت بدون خاک (مانند قارچ)، امکان کاشت در مناطق بیابانی، امکان کاشت در شرایط

[1] Super-Absorbent Polymer (SAP)
[2] Bandak

بیابانی، حفظ پوشش گیاهی در سطوح شیب‌دار و استفاده بهینه از کودها و سموم شیمیایی می‌گردد (بورانیس[3]، ۱۹۹۵). هدف اصلی از اضافه نمودن سوپرجاذب‌ها به محیط خاک، افزایش ظرفیت نگه‌داری و همچنین افزایش دور آبیاری می‌باشد (زارع ابیانه و همکاران، ۱۳۹۸). جانسون و لیا[4] (۱۹۹۰) در تحقیقی مشاهده نمودند که به ازای مصرف ۰/۲ و ۰/۵ درصدی پلیمر سوپرجاذب آب در محیط خاک ماسه‌ای، ظرفیت نگه‌داری رطوبت بین ۱۵۰ الی ۵۹۰ درصد افزایش یافت. الحربی[5] و همکاران (۱۹۹۹) نیز در تحقیقی نشان دادند که با افزودن سوپرجاذب آب به درون خاک لومی-ماسه‌ای برای کشت محصول خیار، ظرفیت نگه‌داری آب و در نتیجه راندمان مصرفی آب افزایش می‌یابد و اثر پلیمر هم با گذشت زمانی بصورت کاهشی بوده است. در تحقیقی دیگر، آختر[6] و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزودن ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد وزنی سوپرجاذب‌ها به درون خاک لومی و لوم-شنی منجر به افزایش رطوبت زراعی به صورت خطی با ضریب همبستگی ۰/۹۸۸ و در نتیجه افزایش آب قابل دسترس در هر دو خاک مذکور گردید. عابدی کوپایی و کاظمی (۲۰۰۶) در طی تحقیقی اثر پلیمر سوپرجاذب A200 را بروی میزان آب در دسترس خاک لومی و رسی مورد ارزیابی قرار داده و دریافتند که استفاده از سوپرجاذب در نسبت ۶ گرم در کیلوگرم خاک لومی و رسی می‌تواند مقدار رطوبت در دسترس را به ترتیب به میزان ۲/۳ و ۱/۲ برابر افزایش دهد.

سادات ابریشم و همکاران (۲۰۱۸) اثر پلیمرهای سوپرجاذب (SAP) را روی خصوصیات خاک و خصوصیات رشد گیاهچه S.romarinus در منطقه خشک عمرانی ایران مورد ارزیابی قرار دادند. شیب غلظت پلیمرهای سوپرجاذب به صورت گرم بر دسی‌مترمکعب خاک با مقادیر (SAP0= 0 g/dm^3، SAP1= 1 g/dm^3 و SAP3= 3 g/dm^3) در فواصل آبیاری ۳۰ روزه و ۶۰ روزه تعیین و سپس نتایج بعد از دو فصل رشد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که کاربرد SAP1 در دسترس، برای میزان آب، کاهش چگالی ظاهری خاک و میزان نفوذ خاک به ترتیب ۶۸/۵، ۲۵/۵ و ۵/۲۱ درصد افزایش یافته است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای تحقیق

تحقیق حاضر در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در محل گلخانه‌ی شماره یک دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در شهرستان اردبیل با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۳۸۵ متر از سطح دریا به انجام رسید. گلخانه یاد شده دارای پوشش دو جداره از جنس شیشه‌ای می‌باشد.

مشخصات خاک گلدان و آب آبیاری

مخلوط خاک گلدان یا محیط کشت مورد کاربرد در تحقیق حاضر شامل خاک زراعی، ماسه و کود دامی به نسبت برابر (۱:۱:۱) و همچنین میزان کمی خاک برگ بود؛ که پس از اختلاط کامل، چند نمونه از آن به صورت تصادفی جهت بررسی خصوصیات فیزیکی و بافت خاک در محل آزمایشگاه دانشکده کشاورزی انتخاب شدند. شایان ذکر است آبیاری بوته‌های گوجه فرنگی با استفاده از آب شهری موجود در محیط گلخانه به انجام رسید. مقادیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل جرم مخصوص ظاهری (ρ_b)، جرم مخصوص حقیقی (ρ_p)، تخلخل (n)، کربن آلی (OC)، هدایت الکتریکی (EC) و pH مطابق جدول ۱ می‌باشد. .

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در تحقیق حاضر

خصوصیات	فیزیکی			شیمیایی		
	ρ_b (g.cm^{-3})	ρ_p (g.cm^{-3})	n (%)	EC ($dS.m^{-1}$)	OC (%)	pH
	۱/۳	۲/۳۲	۴۴	۵/۶۹	۲/۷۲	۷/۴

تحقیق حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در طی سه تکرار به انجام رسید. فاکتور اصلی شامل شش سطح سوپرجاذب صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد وزنی بود.

ارزیابی اثر پلیمر سوپرجاذب روی خصوصیات خاک

[3] Bouranis
[4] Johnson and Leah
[5] Al-Harbi
[6] Akhter

در این تحقیق به جهت بررسی اثر سوپرجاذب بروی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی خاک، چندین مشخصه مربوط به هر کدام مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت که بیان روش آن‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

۱- خصوصیات فیزیکی

خصوصیات فیزیکی مورد مطالعه شامل جرم مخصوص ظاهری (ρ_b)، جرم مخصوص حقیقی (ρ_p) و تخلخل (n) می‌باشد؛ که روش کار مربوط به جرم مخصوص ظاهری در ۳-۵-۱-۲ به تفصیل توضیح داده شد.

جرم مخصوص حقیقی (ρ_p)

برای اندازه‌گیری برخی از خصوصیات خاک از جمله جرم مخصوص حقیقی، از نمونه دست‌خورده‌ی خاک بر اساس روش پیکنومتری در محیط آزمایشگاه استفاده گردید. وسایل مورد استفاده در راستای نیل به هدف مذکور شامل پیکنومتر، آب مقطر، هاون، ترازو و نمونه خاک خشک‌شده در آون با شرایط دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۲۴ ساعت است. در این راستا ابتدا پیکنومتر خالی و خاک خشکی که در هاون کوبیده شده است، وزن گردید؛ سپس بعد از ریختن نمونه خاک خشک شده در درون پیکنومتر، وزن آن ثبت شد. در گام بعدی با اضافه نمودن آب مقطر به درون پیکنومتر محتوی خاک و بستن درب آن، پیکنومتر به نحوی تکان داده شد که آب و خاک درون آن کاملا مخلوط شده و هیچ حبابی در داخل محلول باقی نماند. بعد از گذشت چند دقیقه، پیکنومتر را با اضافه نمودن آب مقطر به حجم رسانیده و وزن آن ثبت گردید؛ و در نهایت با پر نمودن پیکنومتر از آب مقطر در شرایطی که محتوی آن کاملاً عاری از خاک است، آن را وزن نموده و با کاربرد رابطه ۱ مقدار عددی جرم مخصوص حقیقی محاسبه گردید.

$$\rho_p = \frac{w_s}{v_s} = \frac{w_{ps}-w_p}{w_{pw}+(w_{ps}-w_p)-w_{psw}} \times \rho_w \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، ρ_p جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، w_p جرم پیکنومتر خالی (گرم)، w_{ps} جرم پیکنومتر و خاک خشک شده (گرم)، w_{pw} جرم پیکنومتر و آب مقطر (گرم)، w_{psw} جرم پیکنومتر و آب مقطر و خاک خشک شده (گرم) و γ_w جرم مخصوص آب (گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. لازم به ذکر است جرم مخصوص آب برابر با ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب در نظر گرفته شد.

تخلخل[7] (n)

در این مطالعه از رابطه ۲ به جهت محاسبه تخلخل نمونه خاک گلدان‌ها استفاده گردید. تخلخل در خاک‌های درشت بافت کمتر از خاک‌های با بافت ریز است؛ ولی اندازه‌ی خلل و فرج در خاک‌های درشت بافت بیشتر می‌باشد. مقدار تخلخل همواره در حال تغییر است؛ زیرا خاک مرتبا و به تناوب منقبض و منبسط می‌شود. خلل و فرج در جذب آب و هوا و انتقال آن‌ها، گسترش ریشه‌ها، هدایت حرارتی و قدرت ساختمانی خاک اهمیت فراوانی دارد و اندازه‌گیری آن به طرق مختلف امکان‌پذیر است.

$$n = (1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}) \times 100 \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، n تخلخل (درصد)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، ρ_p جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد.

۲- منحنی مشخصه‌ی آب خاک [8]

در این مطالعه از دستگاه ستون آب آویزان جهت اندازه‌گیری منحنی مشخصه‌ی آب خاک به ازای مکش‌های پایین (کمتر از یک متر آب) شامل مکش صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر آب و از دستگاه صفحات فشاری به ازای مکش‌های بالا شامل مکش ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر آب (۰/۵، ۱، ۳ و ۱۵ بار) استفاده شد. برای مکش‌های یک و کمتر از یک بار از نمونه‌های دست‌نخورده و برای مکش‌های بالاتر از یک بار از نمونه‌های دست‌خورده استفاده گردید. آزمایش برای مکش‌های ۰/۵ و ۱ بار در دو تکرار و برای تمامی تیمارهای سوپرجاذب (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد وزنی) به انجام رسید. لازم به ذکر است آزمایش برای مابقی مکش‌ها یعنی مکش‌های ۳ و ۱۵ بار در سه تکرار و برای تمامی تیمارهای مذکور انجام شد.

[7] Porosity
[8] Soil-water characteristic (SWC)

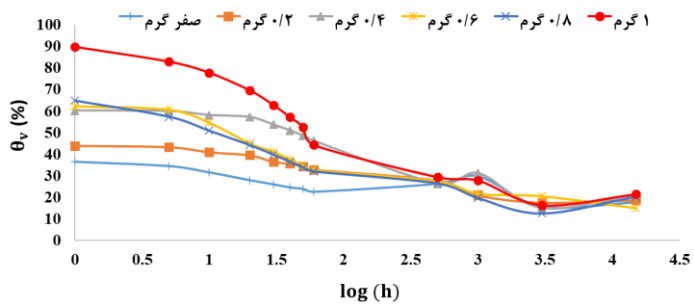
نتیجه‌گیری

تاثیر پلیمر سوپرجاذب روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش معنادار نبود و قبل و بعد از اضافه نمودن سوپر جاذب اعداد مربوطه تغییرات بسیار کمی را نشان دادند. لذا از آوردن نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی صرفنظر گردید.

به منظور بررسی اثر تیمارهای SAP روی خصوصیات هیدرولیکی خاک، ابتدا تغییرات رطوبت حجمی (θ_v) بر حسب درصد، نسبت به مکش‌های اعمالی (h) بر حسب سانتی‌متر-آب در حالت لگاریتمی تحت دستگاه ستون آب آویزان (H.C) و صفحات فشاری (P.P) و در قالب منحنی مشخصه آب خاک مطابق شکل ۱ رسم گردید. با توجه به شکل، نمودار به دو قسمت کلی تقسیم‌بندی می شود؛ از این رو، تعداد ۱۲ مکش (نقطه) بر روی هر کدام از منحنی‌های سطوح سوپرجاذب (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ گرم) قابل مشاهده است؛ که به ترتیب از سمت چپ و قسمت اول نمودار، تعداد ۸ نقطه از مکش‌ها از طریق دستگاه ستون آب آویزان به ازای مکش‌های پائین (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر-آب) و تعداد ۴ نقطه باقی‌مانده در قسمت دوم نمودار از طریق دستگاه صفحات فشاری به ازای مکش‌های بالا (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر-آب) استخراج شده‌اند. با توجه به شکل، تغییرات رطوبت حجمی به ازای مکش‌های پائین (قسمت اول نمودار) تحت تمامی سطوح سوپرجاذب به صورت کاهشی است. شایان ذکر است سطح بالای سوپرجاذب (به عنوان مثال ۱ گرم)، میزان رطوبت حجمی بیشتری را نسبت به سطوح پائین‌تر در ۸ نقطه مکش قسمت اول (H.C) دارد. منحنی مشخصه مربوط به قسمت دوم نمودار (P.P) به ازای ۴ نقطه انتهایی تحت مکش‌های بالا تقریبا برای تمامی سطوح سوپرجاذب روند مشابه کاهشی و سپس افزایشی رطوبت را نشان می‌دهد؛ تیمار ۰/۶ گرم برخلاف سایر تیمارها ابتدا روند افزایشی و در انتها به ازای مکش ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر آب بیشترین روند کاهش رطوبت را نشان داده است. به طور کلی با توجه به موارد مذکور می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش سطوح سوپرجاذب، میزان رطوبت خاک تحت سطوح مختلف مکش‌های پائین و بالا بیشتر خواهد بود که می‌تواند با افزایش موجودیت آب در محیط ریشه گیاه گوجه فرنگی منجر به بهبود کارایی عملکرد گیاه در امر محصول‌دهی گردد. تقریبا هر فرایندی که در گیاه رخ می‌دهد تحت تاثیر غیرمستقیم و یا مستقیم آب قرار داشته و کمبود آب نه تنها منجر به کاهش محصول می‌گردد؛ بلکه فرم رشد را نیز تغییر داده و با تاثیر روی فتوسنتز بر کیفیت محصول، تشکیل گل و تولید بذر نیز اثرات منفی بر جای خواهد گذاشت (صفری‌نیا، ۱۳۹۰؛ ساجدی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳).

بعد از بررسی اثر افزودن سوپرجاذب روی منحنی مشخصه، اثرات تیمارهای مذکور بروی سایر مشخصات هیدرولیکی خاک مانند کل آب قابل استفاده (TAW)، رطوبت اشباع (θ_S)، ظرفیت زراعی (θ_{FC}) و پژمردگی دائم (θ_{PWP}) مورد تحلیل قرار گرفت. به منظور بررسی اثرات سطوح سوپرجاذب بروی خصوصیات هیدرولیکی یاد شده، مقادیر این خصوصیات برای سطح پلیمر صفر گرم به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شده و تغییرات سایر سطوح سوپرجاذب نسبت به نمونه شاهد مطابق جدول ۲ مورد سنجش قرار گرفت. مقادیر آب قابل استفاده (TAW) با توجه به جدول ۲ رابطه مستقیمی با سطوح سوپرجاذب داشته و به ازای افزایش سطوح پلیمر سوپرجاذب، آب قابل استفاده‌ی گیاه نیز افزایش یافته است؛ این موضوع می‌تواند منجر به افزایش تبخیر و تعرق گیاه به ازای افزایش سطوح سوپرجاذب نیز گردد.

تغییرات آب قابل دسترس تیمارها نسبت به نمونه شاهد (سوپرجاذب سطح صفر گرم در کیلوگرم) مطابق جدول ۲ حاکی از عملکرد مثبت افزودن پلیمر سوپرجاذب به محیط خاک می‌باشد؛ به نحوی که بیشترین تغییرات افزایشی آب قابل دسترس به میزان ۲۰۳ درصد و به ازای سطح ۰/۴ گرم سوپرجاذب به وقوع پیوسته است. به طور متوسط، افزودن سطوح سوپرجاذب به محیط خاک منجر به افزایش ۱۴۵ درصدی (۲/۵ برابر) کل آب قابل دسترس گیاه گوجه‌فرنگی در تحقیق حاضر گردیده است. تغییرات رطوبت اشباع (θ_S) همانند آب قابل دسترس گیاه به ازای افزودن سطوح پلیمر سوپرجاذب افزایش یافته و بیشترین



شکل ۱ منحنی مشخصه سطوح مختلف تیمارهای SAP استخراج شده تحت دستگاه ستون آب آویزان و صفحات فشاری

مقدار آن در سطح ۱ گرم سوپرجاذب با افزایش ۱۴۶ در صدی نسبت به نمونه شاهد بوده است.به طور متوسط، افزودن سطوح سوپرجاذب به محیط خاک منجر به افزایش ۷۶ درصدی رطوبت اشباع شده است. با وجود سوپرجاذب در بستر خاک، تمام خلل و فرج خاک و پلیمر از آب پر شده و آب جای هوای خاک را تماما اشغال نموده است. پس از جریان یافتن آب اشباع در اثر نیروی ثقل به سمت اعماق خاک، رطوبت به حد ظرفیت زراعی (θ_{FC}) رسید که با توجه به جدول، درصد رطوبت ظرفیت زراعی نیز در راستای رفتار در صد رطوبت اشباع به ازای افزودن سوپرجاذب حالت افزایشی داشته است. این حد از رطوبت که بالاترین حد رطوبت قابل استفاده برای گیاه می‌باشد، به ازای سطح ۰/۴ گرم سوپرجاذب برابر با ۳۹/۸۲ درصد بوده و نشان‌دهنده ۶۸ درصد افزایش نسبت به نمونه شاهد است. متوسط تغییرات افزایشی رطوبت ظرفیت زراعی به ازای افزودن سوپرجاذب برابر با ۴۵ در صد است؛ این مورد نشان‌دهنده افزایش حد بالای رطوبت قابل استفاده برای گیاه بوده و می‌تواند افزایش عملکرد محصول‌دهی گیاه را حادث گردد. با توجه به جدول ۲، برای رطوبت نقطه پژمردگی دائم (θ_{PWP}) با افزودن سوپرجاذب شاهد تغییرات کاهشی و افزایشی هستیم. بیشترین افزایش رطوبت پژمردگی دائم به ازای سطح ۱ گرم سوپرجاذب و برابر با ۲۰/۲۹ درصد بود که نسبت به نمونه شاهد صفر گرم، ۲۲ درصد افزایش رطوبت را نشان می‌دهد. بیشترین کاهش رطوبت پژمردگی دائم به ازای سطح ۰/۶ گرم سوپرجاذب و برابر با ۱۵/۰۶ درصد است که نسبت به نمونه شاهد صفر گرم، ۱۴ درصد کاهش رطوبت را نشان می‌دهد و در این شرایط، گیاه دیرتر دچار تنش حاصل از خشکی می‌گردد. به طور کلی و در حالت متوسط کل سطوح سوپرجاذب، رطوبت نقطه پژمردگی نسبت به نمونه شاهد به میزان ۱۰ درصد افزایش یافته است. شایان ذکر است با توجه به موارد مذکور و بیان این موضوع که آب مصرفی گیاه همواره در بازه رطوبتی بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی می‌باشد، وجود اختلاف متوسط ۳۵ درصدی رطوبت فی‌مابین رطوبت ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی منجر به کمتر شدن تنش حاصل از خشکی گیاه در تحقیق حاضر گردیده است.

جدول ۲ تغییرات خصوصیات هیدرولیکی در اثر افزودن سطوح سوپرجاذب نسبت به شاهد

سوپرجاذب ($g.kg^{-1}$)	خصوصیات هیدرولیکی							
	TAW (mm/m)	درصد تغییرات (٪)	θ_s (%)	درصد تغییرات (٪)	θ_{FC} (%)	درصد تغییرات (٪)	θ_{PWP} (%)	درصد تغییرات (٪)
صفر	۶/۱۵	-	۳۶/۵۳	-	۲۳/۷۱	-	۱۷/۵۶	-
۰/۲	۱۲/۶۴	۱۰۶	۴۳/۹۴	۲۰	۳۱/۲۵	۳۲	۱۸/۶۱	۶
۰/۴	۱۸/۶۶	۲۰۳	۶۰/۱۹	۶۵	۳۹/۸۲	۶۸	۲۱/۱۶	۲۱
۰/۶	۱۶	۱۶۰	۶۲/۲۷	۷۰	۳۱/۰۱	۳۱	۱۵/۰۶	-۱۴
۰/۸	۱۰	۶۳	۶۴/۷۶	۷۷	۳۰/۲۱	۲۷	۲۰/۲۹	۱۶
۱	۱۸/۱	۱۹۴	۸۹/۹۳	۱۴۶	۳۹/۵۱	۶۷	۲۱/۴۱	۲۲
متوسط تغییرات		۱۴۵		۷۶		۴۵		۱۰

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مجموعه دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر تامین مالی و تجهیزاتی پایان نامه حاضر تقدیر و تشکر می گردد.

فهرست منابع

ابراهیمی پاک، ن.، ا. اگدرنژاد و د. خدادادی دهکردی، ۱۳۹۷. ارزیابی مدل Aquacrop در شبیه‌سازی عملکرد ذرت تحت تیمارهای کم آبیاری و کاربرد سطوح مختلف سوپرجاذب. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب،۳۱(۸): ۱۶۶-۱۸۴.

پوراسماعیل، پ. ۱۳۸۶. پلیمر سوپرجاذب، راهی برای کاهش آب مصرفی کشاورزی، فصل‌نامه نظام مهندسی کشاورزی، ۱ (۱۵): ۸۰-۸۲.

رئوف، م. ۱۳۹۲. تاثیر اثر فشردگی خاک روی خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی آن به روش حل معکوس. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۷ (۲): ۲۰۱-۱۹۱.

رئوف، م. و صدائی آذر، ز. ۱۳۹۵. ارزیابی برخی مدل‌های نفوذ آب به خاک در کاربری‌های اراضی مختلف. مجله پژوهش آب ایران، ۱۰ (۲): ۳۶-۲۷.

منتظر، ع.ا. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر پلیمر سوپرجاذب استاکوسورب بر زمان پیشروی و پارامترهای نفوذ خاک در روش آبیاری جویچه‌ای. مجله آب و خاک (علوم و صنایع غذایی)، ۳۵۷: ۳۴۱-۲۲.

Akat, H. (2020). The Effect of Super Absorbent Polymer (SAP) Applications on Growth in Anatolian Sweetgum Tree (Liquidambar orientalis Mill.) and Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) Species. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(3), 721-727.

Bandak, S., Naeini, S. A. R. M., Zeinali, E., & Bandak, I. (2021). Effects of superabsorbent polymer A200 on soil characteristics and rainfed winter wheat growth (Triticum aestivum L.). Arabian Journal of Geosciences, 14(8), 1-10.

Bouranis, D. L., Theodoropoulos, A. G., & Drossopoulos, J. B. (1995). Designing synthetic polymers as soil conditioners. Communications in soil science and plant analysis, 26(9-10), 1455-1480.

Johnson, M.S. and Leah, R.T. (1990). Eeffects of Super absorbent polyacrylamides efficiency of waterusely crop seedling, Journal of the sciece of food and agriculture, 52:431-434.

Effect of superabsorbent polymers on soil properties under greenhouse tomato cultivation

Majid Raoof[1*], Mahsa Mehri Achachlouei[2], Ali Rasoulzadeh[3], Behrooz Esmaeilpour[4]

1- Proffessor, Department of Water Engineering and and Member of Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, *Corresponding Author, E-mail: majidraoof2000@gmail.com

2- M. Sc. graduated, Department of Water Engineering, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3- Proffessor, Department of Water Engineering and and Member of Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran,

4- Proffessor, Department of Horticulture Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran,

Abstract

The effect of superabsorbent polymers on soil properties under greenhouse tomato cultivation

The main objective of the present study is to investigate the effect of superabsorbent polymers on some soil hydraulic properties such as saturated hydraulic conductivity (ks), θ(h) curve and soil physical properties including γ_b (apparent specific gravity), γ_s (true specific gravity) and porosity (n) under greenhouse tomato cultivation. The present study was conducted at greenhouse number one of the Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University, located in Ardabil city. The present study was conducted as a factorial experiment with three replications. The main factor included six superabsorbent levels of 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 weight percent. A hanging water column device and pressure plates were used to measure the soil water characteristic curve. The results showed that no significant changes occurred on the physical and chemical properties of the soil due to the application of superabsorbent polymer levels. Applying a level of 0.4 g/kg of superabsorbent in investigating soil moisture changes during the growing season demonstrated optimal and ideal conditions. Adding superabsorbent levels to the soil environment increased the total plant available water by 2.5 times in the present study. The positive effect of adding superabsorbent on hydraulic properties including volumetric moisture was also statistically significant with a total increase of 99.6% compared to the control sample.

Keywords: physical properties, chemical properties, water hanging column, pressure plate, Characteristic curve