

## تأثیر اندازه‌های مختلف ذرات یک پلیمر سوپر جاذب بر ظرفیت نگهداشت آب در دو خاک با بافت‌های مختلف

عاطفه دشت بزرگ<sup>۱\*</sup>، غلامعباس صیاد<sup>۲</sup>، ایرج کاظمی‌نژاد<sup>۳</sup>، موسی مسگرباشی<sup>۴</sup>

<sup>۱\*</sup> - نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (atefeh.dashtbozorg@yahoo.com)

<sup>۲</sup> - استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

<sup>۳</sup> - دانشیار گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

<sup>۴</sup> - دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۶/۲۶

### چکیده

پلیمرهای سوپر جاذب قابلیت جذب مقادیر زیادی آب و مواد غذایی را دارند و افزون بر تأمین بهینه آب مصرفی گیاهان، هدرروی آب از طریق تبخیر و آبخویی نیز در آن‌ها بسیار کم است. یکی از راهکارهای افزایش بازده آبیاری و استفاده بهینه از بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب است. به منظور مقایسه اندازه‌های مختلف ذرات یک پلیمر سوپر جاذب بر ظرفیت نگهداشت آب خاک، آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار ماده جاذب آب (شاهد بدون اعمال ماده جاذب آب) و سوپر جاذب طراوت ۲۰۰ در ۶ اندازه (۰/۲۱-۰/۲۵، ۰/۲۵-۰/۵، ۰/۵-۱، ۱-۲، ۲-۳/۴، ۳/۴-۴/۷۵، ۴/۷۵-۳ میلی‌متر هر کدام به میزان ۲ گرم در کیلوگرم خاک) در سه تکرار در دو بافت شنی لومی و لومی رسی انجام شد. سپس مقدار آب خاک برای هر تیمار در مکش‌های ۰، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار اندازه‌گیری و منحنی‌های رطوبتی هر خاک به طور جداگانه رسم گردید. نتایج نشان داد که بین دو بافت خاک و تیمارها در مکش‌های مختلف و همچنین اثر متقابل این عوامل با هم اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۱ درصد وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که پلیمر سوپر جاذب ۱-۲ میلی‌متری نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش قابل توجهی در ظرفیت نگهداری آب خاک به خصوص در بافت سبک گردید.

کلید واژه‌ها: بافت خاک، سوپر جاذب طراوت ۲۰۰، اندازه، منحنی رطوبتی خاک

### مقدمه

گزارش‌های مختلف در این رابطه ارائه گردیده، حاکی از این است که حدود ۹۰ درصد از حجم آب مصرفی در کشور، صرف تولیدات کشاورزی می‌شود (سیددراجی و همکاران، ۱۳۸۹) که ۶۵ درصد این مقدار به شیوه‌های غلط آبیاری هدر رفته و بخشی از آن عناصر غذایی و کودهای محلول را شسته و ضمن انتقال آن‌ها به عمق، باعث

کشور ایران به دلیل نقصان ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان همواره با مشکل کمبود آب رو به رو است. از سوی دیگر بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب کشور می‌باشد. ارقامی که در

دشت بزرگ و همکاران: تاثیر اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب...

حسب نیاز ریشه (بر اثر اختلاف فشار اسمزی) در اختیار گیاه قرار دهند (اعوانی، ۱۳۸۷؛ کبیری، ۱۳۸۱). مؤذن قمصری و همکاران (۱۳۸۴) تأثیر کاربرد پلیمر طراوت A200 را بر روی عملکرد گیاه ذرت علوفه‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان‌دهنده اثرات مثبت مقادیر زیاد سوپر جاذب روی صفات مورد بررسی به خصوص ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه بود. کبیری (۱۳۸۱) نتیجه گرفت که با استفاده از سوپر جاذب‌ها می‌توان هدررفت عناصر غذایی را به حداقل رساند. سوپر جاذب‌ها بی‌بو، بی‌رنگ، بدون خاصیت آلایندگی در خاک، آب‌های سطحی، زیرزمینی و بافت‌های گیاهی می‌باشند. pH این مواد خنثی بوده و بسته به نوع آن، بافت خاک و شرایط اقلیمی حدود ۷-۴ سال در خاک ماندگار هستند (اله‌دادی، ۱۳۸۱؛ کبیری، ۱۳۸۱).

مهم‌ترین نوع سوپر جاذب‌های مورد استفاده در کشاورزی پلیمرهایی با ماهیت پلی‌اکریل‌آمید می‌باشند. این پلیمرها آلی و از پلی‌اکریلات‌پتاسیم و کوپلیمرهای پلی‌اکریل‌آمید هستند و از نظر بار الکتریکی دارای انواع آنیونی، کاتیونی و خنثی بوده که نوع آنیونی آن در کشاورزی حائز اهمیت است. سوپر جاذب‌های آنیونی با دارا بودن قابلیت بالای ظرفیت تبادل کاتیونی قادرند علاوه بر جذب مقادیر زیاد آب، کاتیون‌های مؤثر و مفید رشد گیاه را در خود جذب نموده و در مواقع لزوم در اختیار گیاه قرار دهند (عابدی‌کوپایی و سهراب، ۱۳۸۴؛ ژیاخوا و همکاران، ۲۰۰۸). سوپر جاذب‌ها هرگز به مواد اولیه خود بر نمی‌گردند، در شرایط یونی و میکروبی خاک به آرامی تجزیه می‌شوند و سرانجام به آب، دی‌اکسید کربن و ترکیبات نیتروژن‌دار غیرسمی از جمله آمونیاک تبدیل می‌گردند و به ماده آلی خاک اضافه می‌شوند (ایوبلر و همکاران، ۲۰۱۰؛ سویفت، ۱۹۹۸).

آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۶؛ اعوانی، ۱۳۸۷)؛ از طرف دیگر خطر بحران خشکسالی نیز، که مانند سایر بلاهای طبیعی کشور ایران را تهدید می‌کند، ضرورت صرفه‌جویی و کاربرد بهینه آب در بخش‌های گوناگون و به خصوص بخش کشاورزی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. با توجه به مسائل بیان شده، اعمال مدیریت‌های صحیح و به‌کارگیری روش‌های پیشرفته به منظور افزایش تولید و حفظ ذخایر رطوبتی اهمیت خاصی پیدا می‌کند (اله‌دادی و همکاران، ۱۳۸۵)؛ کیاتکامجورنونگ<sup>۱</sup>، (۲۰۰۷).

یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن استفاده از اصلاح‌کننده‌های مصنوعی به نام پلیمر سوپر جاذب است که در دهه‌های اخیر در دنیا کاربرد وسیعی یافته است. این مواد می‌توانند با کاهش تعداد دفعات آبیاری و کاهش هزینه‌ها، گزینه مناسبی در استفاده بهینه از آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشند (عابدی‌کوپایی و سهراب، ۱۳۸۴). پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره‌کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرو نشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند (سیددراجی و همکاران، ۱۳۸۹).

یک سوپر جاذب به صورت خشک و شبیه ذرات شکر است و می‌تواند آب و برخی مواد محلول را به میزان ۲۰۰-۵۰۰ برابر وزن خود جذب نماید. ساختار این مواد به گونه‌ای است که می‌توانند در شرایط یونی، وجود فشار و حضور میکروارگانیسم‌های خاک، چندین سال مانند یک مخزن، آب و مواد محلول را جذب کرده، نگهداری و بر

2 - Xiahua et al.

3- Eubeler et al.

4- Swift

1- Kiatkamjornwong

جداگانه به روش هیدرومتری تعیین و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها مطابق جدول (۱) اندازه‌گیری شد.

برای تهیه تیمارها ۰/۰۲ گرم بر کیلوگرم برای هر اندازه پلیمر سوپر جاذب به ۱۰ گرم خاک اضافه و با هم مخلوط شدند.

بنابراین برای هر بافت خاک ۷ تیمار تهیه شد که عبارت بودند از:

- ۱- شاهد، ۱۰ گرم خاک (بدون اعمال ماده جاذب آب).
  - ۲- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۰/۲۵-۰/۲۱ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
  - ۳- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۰/۵-۰/۲۵ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
  - ۴- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۱-۰/۵ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
  - ۵- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۲-۱ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
  - ۶- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۳/۴-۲ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
  - ۷- ۰/۰۲ گرم سوپر جاذب (۴/۷۵-۳/۴ میلی‌متری) در ۱۰ گرم خاک.
- هر تیمار شامل ۳ تکرار بود. سپس درصد وزنی رطوبت برای هر تیمار در ۸ مکش (صفر، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار) توسط دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری شد.
- برای آماده‌سازی نمونه‌های تیمار شده برای قرار دادن در دستگاه صفحات فشاری به طریق زیر عمل شد:
- از حلقه‌های فلزی مخصوص دستگاه صفحات فشاری استفاده شد و در انتهای هر حلقه یک کاغذ صافی قرار داده و با کش لاستیکی بسته شد (کاغذ برای جلوگیری از خروج ذرات ریز خاک به کار رفت). نمونه‌های تیمار شده ۱۰ گرمی در داخل این حلقه‌ها ریخته شد و به مدت ۲۴

شروع تحقیقات علمی در دنیا روی پلیمرهای سوپر جاذب مربوط به دهه ۱۹۸۰ میلادی می‌باشد. پس از شناخت تأثیر این مواد روی خصوصیات خاک و رشد گیاهان، تولید تجاری و انبوه آن در برخی کشورها از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی آغاز و حدود سال ۲۰۰۰ میلادی اغلب کشورها به خصوص مناطق خشکی نظیر آفریقا، آمریکای جنوبی، خاورمیانه و برخی مناطق خاور دور نسبت به آن شناخت بیشتری پیدا نمودند. استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب به عنوان ماده افزودنی به خاک در ایران دارای سابقه چندانی نیست و پژوهش‌هایی در سال‌های اخیر آغاز شده است (عابدی کویایی و سهراب، ۱۳۸۴، جوری، ۱۹۹۷).

در این تحقیق اثر کاربرد اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب طراوت A۲۰۰ بر روی درصد رطوبت حجمی خاک در مکش‌های مختلف منحنی رطوبتی خاک در دو بافت شنی لومی و لومی‌رسی مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو خاک با بافت‌های سبک (شنی لومی) و متوسط تا سنگین (لومی‌رسی) و ۷ تیمار ماده جاذب آب شامل: (سوپر جاذب طراوت A۲۰۰ در ۶ اندازه ۰/۲۵-۰/۲۱، ۰/۵-۰/۲۵، ۱-۰/۵، ۲-۳/۴، ۱-۴/۷۵-۳/۴ میلی‌متر و تیمار شاهد (بدون هیچ گونه ماده جاذب آب) به صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد.

برای تعیین اندازه‌های مختلف سوپر جاذب از الک استفاده گردید. سوپر جاذب طراوت A۲۰۰ بر اساس توصیه پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران به میزان ۲ گرم در کیلوگرم خاک استفاده شد. نمونه‌برداری از خاک‌ها به طور تصادفی، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری و به صورت دستی صورت گرفت. پس از هواخشک کردن و گذراندن خاک‌ها از الک ۲ میلی‌متری بافت هر خاک به طور

دشت بزرگ و همکاران: تاثیر اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب...

از مطالعه کلی منحنی‌های رطوبتی خاک‌ها هم‌چنین نتیجه می‌شود که:

در مکش‌های کم (صفر تا ۳ بار) مقدار قابل توجهی از رطوبت جذب شده توسط سوپر جاذب‌ها آزاد می‌گردد؛ به عنوان مثال با کاربرد ۲ گرم پلیمر سوپر جاذب طراوت A200 در اندازه ۰/۵-۰/۲۵ میلی‌متری در یک کیلوگرم خاک، در بافت شنی لومی مقدار درصد رطوبت حجمی از ۸۰/۳۲ (در مکش صفر) به ۱۷/۵۰ درصد (در مکش ۳ بار) و در بافت لومی رسی در همین محدوده از مکش مقدار رطوبت حجمی از ۸۵/۸۴ به ۲۰/۷۹ درصد کاهش یافته است. به‌طور کلی بیشترین رطوبتی که در این مواد ذخیره می‌شود با تولید فشار اسمزی و مکش کم به‌وسیله گیاه قابل استفاده است. با توجه به این که مقدار قابل توجهی از رطوبت در مکش‌های کم آزاد می‌گردد؛ ولی مقایسه مقادیر رطوبتی باقی مانده در مکش‌های بالا (۳ تا ۱۵ بار) در هر دو خاک نشان داد که میزان آزادسازی رطوبت از سوپر جاذب‌ها به خاک کاهش یافته است؛ با این وجود مقایسه میان میزان رطوبت این محدوده از مکش با شاهد نشان می‌دهد که اختلاف رطوبت باقی مانده نسبت به نمونه شاهد با افزودن مواد جاذب نیز قابل توجه است. مطالعات عابدی کوپایی و سهراب (۱۳۸۳) نیز نشان داد که اگر چه در مکش‌های پایین میزان قابل توجهی از رطوبت جذب شده توسط ابر جاذب‌ها آزاد می‌شود؛ اما در مکش‌های بالا میزان آزادسازی رطوبت از مواد جاذب به خاک کاهش می‌یابد.

ساعت با آب‌گذاری اشباع گردیدند؛ سپس نمونه‌های اشباع شده تحت مکش‌های مختلف قرار گرفتند. پس از توقف جریان آب خروجی از دستگاه صفحات فشاری که نشان دهنده به تعادل رسیدن فشار وارده بود، نمونه‌ها از دستگاه خارج شده و بلافاصله توزین و سپس در آون در دمای ۱۰۵ درجه خشک گردیدند؛ سپس رطوبت وزنی نمونه‌ها تعیین گردید و درصد رطوبت حجمی از حاصل-ضرب وزن مخصوص ظاهری در رطوبت وزنی خاک محاسبه شد؛ سپس با به‌دست آوردن رطوبت حجمی نمونه‌ها در مکش‌های مختلف، منحنی‌های رطوبتی برای تیمارهای مختلف برای هر خاک به طور جداگانه رسم گردید.

نتایج با نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با نرم‌افزار مذکور با آزمون LSD انجام شد.

### نتایج و بحث

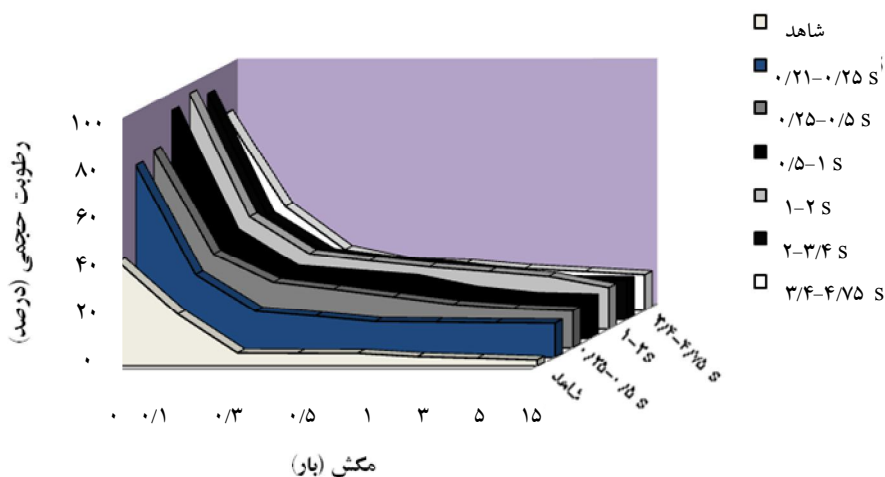
#### منحنی‌های رطوبتی خاک‌ها

منحنی‌های رطوبتی خاک در اشکال (۱) و (۲) برای دو بافت مختلف نشان داده شده است.

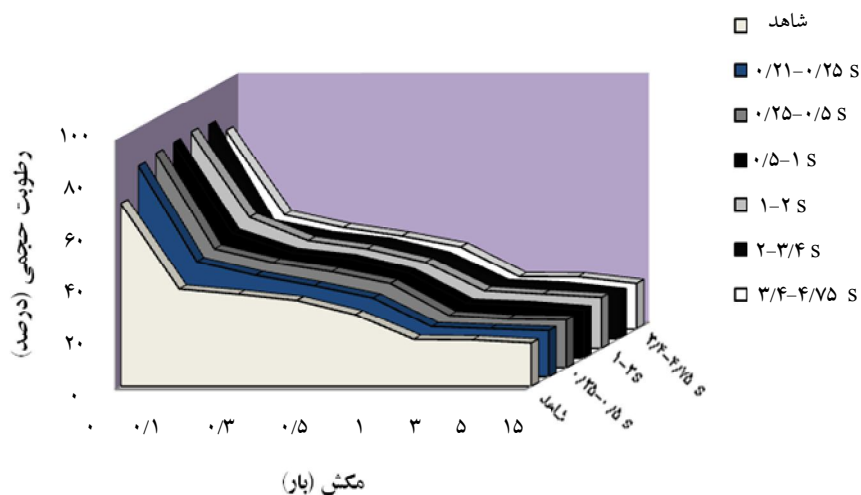
با بررسی منحنی رطوبتی هر دو خاک مشاهده شد که با کاربرد اندازه‌های مختلف پلیمر سوپر جاذب میزان درصد رطوبت حجمی هر دو خاک نسبت به شاهد در تمام دامنه‌های منحنی رطوبتی افزایش یافت؛ البته این افزایش در بافت شنی لومی چشمگیرتر بود.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	pH	EC (dS/m)	SP (%)	Pb (گرم بر سانتیمتر مکعب)	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)	CEC (سانتی مول بار در کیلوگرم)
شنی لومی	۸۷/۴	۶/۱	۶/۵	۸/۲	۱/۲	۲۹	۱/۶۷	۰/۴	۰/۲۵	۸
لومی رسی	۳۶	۳۴/۸	۲۹/۲	۷/۶	۶/۵	۴۴/۵	۱/۳۸	۱/۴	۰/۸	۲۵/۳



شکل ۱- منحنی‌های رطوبتی خاک شنی لومی در تیمارهای مختلف مواد جاذب آب S: سوپر جاذب و اعداد کنار آن اندازه‌های مختلف سوپر جاذب می‌باشند.



شکل ۲- منحنی‌های رطوبتی خاک لومی رسی در تیمارهای مختلف مواد جاذب آب

### تجزیه و تحلیل آماری

حجمی خاک را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داده‌اند؛ اما در میان آنها اندازه ۱-۲ میلی‌متری سوپر جاذب، درصد رطوبت حجمی خاک را به میزان بیشتری نسبت به سایر اندازه‌ها افزایش داده است و همچنین مشاهده شد که بین سوپر جاذب‌ها با اندازه‌های ۰/۵-۱ و ۲-۳/۴ میلی‌متری

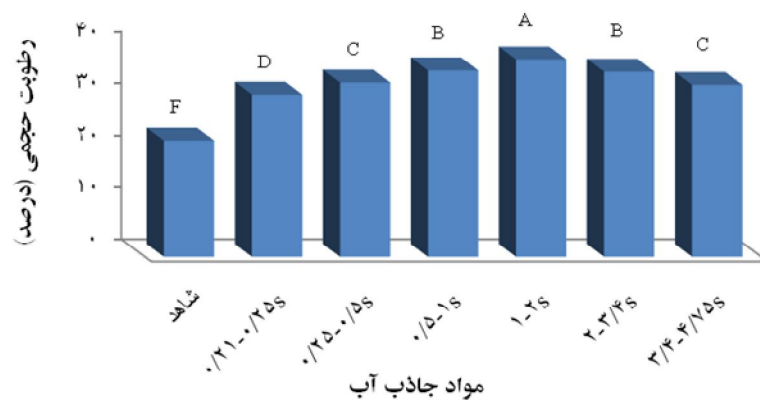
در هر بافت به طور جداگانه در هر مکش بین اندازه‌های مختلف پلیمر سوپر جاذب با هم و با نمونه شاهد و همچنین بین دو بافت خاک اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۱ درصد وجود دارد. مقایسه میانگین اثر مواد جاذب آب نشان داد که هر ۶ اندازه پلیمر سوپر جاذب طراوت A<sub>200</sub> درصد رطوبت

دشت بزرگ و همکاران: تاثیر اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب...

البته شاید بتوان این موضوع را این گونه توجیه کرد که برای رسیدن به بهترین عملکرد از هر ماده، باید اندازه مناسبی از آن را به کار ببریم. اگر یک ذره سوپر جاذب را به شکل کروی در نظر بگیریم مطابق شکل (۴) می‌توان گفت که شعاع سوپر جاذب (R) در یک زمان ثابت t حداکثر شعاع خیس شدگی ذره است.

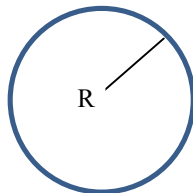
با هم و ۰/۵ - ۰/۲۵ و ۴/۷۵ - ۳/۴ میلی متری با هم اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۳).

با بزرگتر شدن اندازه ذرات سوپر جاذب از ۰/۲۵ - ۰/۲۱ میلی متر تا ۱-۲ میلی متر میزان درصد رطوبت حجمی خاک در هر مکش افزایش یافت؛ اما از اندازه ۱-۲ میلی متری به بعد برخلاف انتظار که فرض می‌شد با بزرگتر شدن اندازه ذرات درصد رطوبت حجمی خاک هم بیشتر شود نه تنها این اتفاق نیفتاد بلکه میزان رطوبت خاک کاهش پیدا کرد.



### شکل ۳ - مقایسه میانگین اثر مواد جاذب آب بر درصد رطوبت حجمی خاک‌ها

S: سوپر جاذب و اعداد کنار آن اندازه‌های مختلف سوپر جاذب می‌باشند  
(میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.)



شکل ۴- مدل سوپر جاذب تک ناحیه‌ای (مروطوب)

بیرون به آن وارد می‌شود و منطقه  $R_2$  را مرطوب می‌کند؛ ولی ناحیه مرکزی ذره به شعاع  $R_1$  کماکان خشک می‌ماند. با گذشت زمان و خشک شدن خاک همان‌طور که گفته شد بر اثر اختلاف پتانسیل آب بین خاک و ذرات سوپر جاذب، بخشی از رطوبت ناحیه مرطوب به خاک وارد شده و بخشی نیز با توجه به اختلاف پتانسیل آب، از منطقه مرطوب سوپر جاذب ( $R_2$ ) به سمت ناحیه مرکزی سوپر جاذب که همان منطقه خشک سوپر جاذب است، حرکت می‌کند. لذا بخشی از رطوبت جذب شده توسط سوپر جاذب صرف مرطوب نمودن ناحیه مرکزی خودش می‌شود. بنابراین میزان رطوبت آزاد شده به خاک توسط این ذرات کمتر شده و به واسطه آن میزان درصد رطوبت حجمی منتقل شده به خاک کاهش می‌یابد.

در مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و مواد جاذب آب مشاهده شد که در هر ۶ اندازه سوپر جاذب، درصد رطوبت حجمی در هر دو بافت خاک نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافته است (شکل ۶).

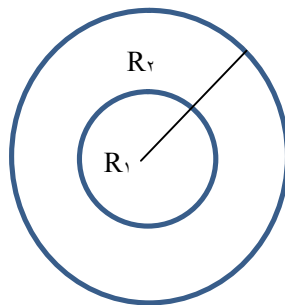
در بافت شنی لومی اثر افزودن تیمارهای مختلف مواد جاذب آب به خاک بر افزایش درصد رطوبت حجمی خاک بسیار چشمگیرتر و قابل توجه بود. مقدار درصد رطوبت حجمی خاک در مکش‌های مختلف نسبت به شاهد برای ۶ اندازه پلیمر سوپر جاذب ۶-۲ برابر گردید؛ اما با توجه به تجزیه و تحلیل آماری، بیش‌ترین افزایش در ظرفیت نگهداشت آب خاک مربوط به کاربرد پلیمر سوپر جاذب طراوت  $A_{200}$  در اندازه ۲-۱ میلی‌متری بود. در بافت سوپر لومی رسی درصد رطوبت حجمی خاک در هر مکش نسبت به شاهد برای ۶ اندازه پلیمر سوپر جاذب ۱/۷-۱/۱ برابر شد.

هنگامی که سوپر جاذب در یک محیط آبی قرار می‌گیرد، آب از جایی که پتانسیل بیشتری دارد به جایی که پتانسیل آن کمتر است حرکت می‌کند. بنابراین در زمان ثابت  $t$  آب از محیط بیرون وارد ذرات سوپر جاذب شده و آن‌ها را اشباع می‌کند. برای ذرات با اندازه‌های کوچک‌تر از ۲-۱ میلی‌متری، تمامی ذره اشباع می‌شود؛ ولی در این فاصله هنوز اندازه ذره به مقدار بهینه خود نرسیده است. به عبارت دیگر شعاع این ذرات کمتر از  $R$  است ولی در اندازه ۲-۱ میلی‌متری شعاع ذرات برابر مقدار بهینه خود یعنی  $R$  است و همان‌طور که گفته شد  $R$  حداکثر اندازه شعاعی است که یک ذره سوپر جاذب می‌تواند داشته باشد تا کاملاً اشباع گردد و در این اندازه حداکثر جذب را خواهیم داشت. پس از خشک شدن خاک، در اثر اختلاف پتانسیل آب بین خاک و ذرات سوپر جاذب، تمامی رطوبت جذب شده توسط ذرات سوپر جاذب، آزاد شده و به خاک وارد می‌شود و چون بیشترین میزان جذب آب توسط ذرات سوپر جاذب ۲-۱ میلی‌متری صورت گرفته است؛ بنابراین پس از خشک شدن خاک بیشترین میزان آب توسط ذرات با اندازه بهینه به خاک وارد می‌شود در نتیجه سوپر جاذب ۲-۱ میلی‌متری میزان درصد رطوبت حجمی خاک را به میزان بیشتری نسبت به اندازه‌های کوچک‌تر افزایش می‌دهد.

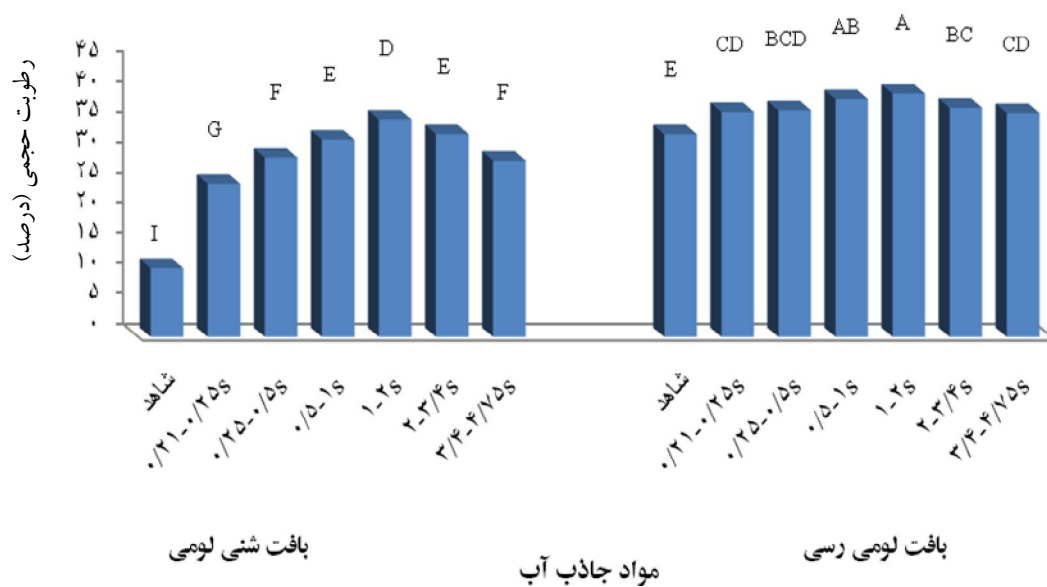
اما وقتی که اندازه ذرات سوپر جاذب از ۲-۱ میلی‌متر بیشتر می‌شود مطابق شکل (۵) شعاع ذره سوپر جاذب ( $R$ ) در همان زمان ثابت  $t$ ، به دو قسمت تقسیم می‌شود.

در این حالت نیز آب از جایی که پتانسیل بیشتری دارد به جایی که پتانسیل آب کمتر است حرکت می‌کند؛ بنابراین وقتی ذره سوپر جاذب در محیط آبی قرار می‌گیرد آب از

دشت بزرگ و همکاران: تاثیر اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب...



شکل ۵- مدل سوپر جاذب دو ناحیه‌ای، خشک ( $R_1$ ) و مرطوب ( $R_2$ )



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و مواد جاذب آب بر درصد رطوبت حجمی خاک‌ها

S: سوپر جاذب و اعداد کنار آن اندازه‌های مختلف سوپر جاذب می‌باشند.

(میانگین‌های دارای حرف مشابه تفاوت معنی داری با یکدیگر مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند).

لوم شنی، ۲-۱/۵ برابر در بافت لومی و ۱-۱/۵ برابر در بافت رسی افزایش یافته است.

نتایج میچگان<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) و سولرویرا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) نشان داد که با استفاده از سوپر جاذب‌ها میزان ظرفیت نگهداشت آب خاک به میزان ۲-۴ برابر در بافت

1- Michigan

2- Soler- Rovira *et al.*



### نتیجه گیری

با بررسی منحنی‌های رطوبتی هر دو خاک مشاهده شد که با افزودن مواد جاذب آب (اندازه‌های مختلف پلیمر سوپر جاذب طراوت A200) درصد رطوبت حجمی خاک نسبت به شاهد در تمام دامنه منحنی‌های رطوبتی در هر دو بافت شنی لومی و لومی رسی به طور معنی داری افزایش یافت؛ اما این افزایش در بافت شنی لومی چشمگیرتر بود. نتایج نشان داد که از بین ۶ اندازه مختلف پلیمر سوپر جاذب اندازه ۲-۱ میلی متری آن بیشترین تأثیر را روی افزایش ظرفیت نگهداشت آب در خاک داشته است. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، سوپر جاذب طراوت A200 در اندازه ۲-۱ میلی متری به عنوان اندازه بهینه سوپر جاذب‌ها تعیین شد؛ بنابراین استفاده از سوپر جاذب‌های ریزتر از ۲-۱ میلی متری (به دلیل توانایی کم آن‌ها در جذب آب نسبت به اندازه ۲-۱ میلی متری و پایداری کم آن‌ها در خاک) و سوپر جاذب‌های بزرگ‌تر از ۲-۱ میلی متری (به دلیل افت کارایی آن‌ها نسبت به اندازه ۲-۱ میلی متری و پراکنش ناهمگن در خاک) توصیه نمی‌شود.

### پیشنهادات

- ۱- استفاده از سوپر جاذب‌ها در خاک‌های سبک بافت.
- ۲- کاربرد سوپر جاذب‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک و دیم خیز کشور.
- ۳- بررسی اثر عوامل محیطی از جمله دما، شوری و بافت خاک بر جذب آب توسط سوپر جاذب‌ها.
- ۴- کاربرد سوپر جاذب‌ها در سطوح شیبدار و غیرقابل کشت.
- ۵- استفاده از سوپر جاذب‌ها در کشت بدون خاک و کارهای گلخانه‌ای.
- ۶- ترکیب سوپر جاذب‌ها با کود دامی (برای افزایش تخلخل خاک) به دلیل اهمیت تخلخل خاک برای متورم شدن سوپر جاذب‌ها.
- ۷- بررسی اثر پلیمرهای سوپر جاذب و روش‌های مختلف آبیاری بر افزایش راندمان آبیاری و استفاده بهینه از حداقل منابع آب.

### منابع

- ۱- ابراهیمی، س.، همایی، م. و واشقانی فراهانی، ا. ۱۳۸۶. تورم تناوبی پلیمرهای ابرجاذب در محیط متخلخل خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۸(۴): ۱-۱۸.
- ۲- اعوانی، ع. ۱۳۸۷. معرفی سوپر جاذب. شرکت آتیه انرژی تلاش.
- ۳- اله دادی، ا. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب در کاهش تنش خشکی در گیاهان. دومین دوره تخصصی-آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۴- اله دادی، ا.، مؤذن قمصری، ب. و اکبری، غ.ع. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب به عنوان راهکاری مهم در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان زراعی. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۵۳-۱۷۳.

دشت بزرگ و همکاران: تاثیر اندازه‌های مختلف ذرات پلیمر سوپر جاذب...

- ۵- سیددراجی، س.، گلچین، ا. و احمدی، ش. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپر جاذب (Superab200A) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی. نشریه آب و خاک، ۲۴(۲): ۳۰۶-۳۱۶.
- ۶- عابدی کوپایی، ج. و سهراب، ف. ۱۳۸۳. ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای ابرجاذب بر ظرفیت نگهداشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک. مجله علمی- پژوهشی علوم و تکنولوژی پلیمر، ۱۷(۳): ۱۶۳-۱۷۳.
- ۷- عابدی کوپایی، ج. و سهراب، ف. ۱۳۸۴. برآورد ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌های مختلف بر اثر افزودن سوپر جاذب‌های مصنوعی و طبیعی با استفاده از مدل RETC. سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژل‌های سوپر جاذب.
- ۸- کبیری، ک. ۱۳۸۱. هیدروژل‌های سوپر جاذب آکریلی. دومین دوره تخصصی - آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
- ۹- مؤذن‌قصری، ب.، اله‌دادی، ا.، اکبری، غ. ع. و یزدانی، ف. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب (TARAWAT 200A) و سطوح مختلف تنش خشکی روی رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران.
- 10- Eubeler, J.P., Bernhard, M., and Knepper, T.P. 2010. Environmental Biodegradation of Synthetic Polymers. II. Biodegradation of Different Polymer Groups. Trends in Analytical Chemistry, 29 (1): 84 – 98.
- 11- Jhurry, D. 1997. Agricultural Polymers. Food and Agricultural Research council: Reduit, Mauritius, 109-113.
- 12- Kiatkamjornwong, S. 2007. Superabsorbent Polymer and Superabsorbent Polymer Composites. Journal of Science Asia, 33 (1): 39 – 43.
- 13- Michigan, J. 2006. Hydrogel Polymer Effects on Available Water Capacity and Percolation of Sandy Soils at Al – Hassa, Saudi Arabia. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- 14- Soler – Rovira, J., Usano – Martines, M.C., Fuentes – Prieto, I., Arroyo – Sanz, J.M., and Onzalez – Torres, F.G. 2006. Retention and Availability of Water of Different Soils Amended With Superabsorbent Hydrogels. Department of Agronomy, Escuela Universitaria de Ingenieria Tecnica Agricola, Universidad Politecnica de Madrid, Spain.
- 15- Swift, G. 1998. Requirements for Biodegradable Water – Soluble Polymers. Polymer Degradation and Stability, 59: 19 – 24.

- 16- Xiahua, Q., Mingzhu, L., Zhenbin, C., and Fen, Z. 2008. Study on the Swelling Kinetics of Superabsorbent Using Open, Circuit Potential Measurement. *European Polymer Journal*, 44: 743 – 754.