کارایی ابرجاذب‌ها در تأمین رطوبت خاک و افزایش بهره‌وری آب

سمانه اروندی[1*]، فرود شریفی[2]، حمید داودی[3]، علی شاهنظری[4]
۱-دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (*samane.arvandi@gmail.com*)
۲-دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
۳- دکترای محیط زیست، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

در دنیای امروز در کشاورزی، از بقایای گیاهان و مواد مختلف به‌عنوان مواد افزودنی برای بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده می شود. در مناطق خشک و نیمه خشک، راهکارهای کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از این راهکارها، استفاده از ابرجاذب‌ها به‌منظور افزایش جذب و نگهداری آب در خاک است. سرعت جذب آب در ابرجاذب با اندازه ذرات ابرجاذب نسبت عکس و با دمای محیط نسبت مستقیم دارد. اغلب نمونه‌های با ذرات درشت‌تر همواره سرعت جذب کمتری دارند اما ظرفیت جذب نهایی آن‌ها هنگام تحت فشار بودن بیشتر از نمونه‌های ریز است، و به همین دلیل معمولا ابرجاذب درشت‌تر در باغات استفاده می شود تا تحت فشار خاک ظرفیت جذب آن کاهش پیدا نکند. در این پژوهش از پنج نوع ابرجاذب(A_{200}، تراکوتم، هربازورب، استاکوزورب و کلی‌فونی) و شش نمونه خاک از دامنه جنوبی البرز استفاده شده است. در مرحله تحقیق آزمایشگاهی استوانه‌هایی از جنس پلکسی گلاس بعنوان محفظه قابل رویت به منظور مطالعه مورد استفاده واقع شد و تزریق ابرجاذب به خاک در محیط قابل رویت صورت گرفت. نتایج نشان داد که افزودن ابرجاذب به سه نمونه خاک موجب افزایش جذب رطوبت به وسیله خاک، نسبت به تیمار شاهد شده و همچنین استفاده از پلیمر A_{200} با درصد وزنی ۲۵ در خاکی با بافت متوسط عملکرد بالاتری در جذب و نگهداشت رطوبت در مقایسه با خاک‌هایی با بافت‌های سبک و نیمه سنگین داشت. در ادامه پژوهش که در عرصه و برای بررسی استفاده از سطوح آبگیر صورت پذیرفت، نتایج نشان داد که استفاده از ابرجاذب در سطوح آبگیر باران منجر به افزایش جذب و نگهداشت بیشتر آب شد. نتایج بررسی میدانی نشان داد که در نمونه‌های مطالعه شده نگهداشت آب تا دو برابر افزایش‌یافته و از تلفات بارش‌های معمولی به میزان ۳۰٪جلوگیری شد. درنتیجه استفاده از سطوح آبگیر و تزریق ابر جاذب در مزارع به‌منظور افزایش بهینه مصرف آب توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پوشش گیاهی، نگهداشت آب، بافت، پلیمر، ابرجاذب

مقدمه

آب یک منبع اقتصادی مهم در بسیاری از نقاط جهان، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب میشود. دسترسی ناکافی به آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، افزایش کارایی مصرف آب را به عنوان یکی از محورهای اصلی کشاورزی پایدار در این مناطق ضروری ساخته است. تنش آب از یکسو باعث کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه شده و از سوی دیگر به دلیل بالا بودن قیمت آب، خرید آب برای کشاورزان را به یک معضل بزرگ تبدیل کرده است، (Rosales et al., 2012).

در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی برای افزایش کارایی مصرف آب صورت گرفته که در این راستا افزایش دور آبیاری و بهره‌گیری از ترکیبات سوپرجاذب به عنوان دو راهکار اساسی در صرفه جویی و استفاده بهینه آب مورد توجه قرار گرفته‌اند، (Islam et al., 2011).

کمبود منابع آب و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک 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، (نجفی و همکاران، ۱۳۹۲).

فقدان آب و بیابان زایی از مشکلات جدی در بسیاری از نواحی دنیا محسوب است که توسعه پوشش گیاهی و رشد کشاورزی را در معرض خطر جدی قرار می دهد، (Puoci & Lemma, 2008).

کشور ایران جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می شود و خشکسالی‌های اخیر باعث بروز مشکل کم آبی در اکثر مناطق کشور گردیده است. اکثر گیاهان در صورت مواجه شدن با تنش خشکی در مراحل حساس رشد (مثل جوانه زنی بذر و مرحله گل دهی) عملکردشان کاهش می یابد. 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، (منتظر، ۱۳۸۷).

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 می دهند، (El-Hady etal، ۲۰۰۶)

استقرار پوشش گیاهی مناسب بهترین راه کنترل اراضی تخریب شده و در معرض خطر بیابانی شدن در این مناطق است. عمدتا مشکل کمبود بارش، نامناسب بودن فصل ریزش آن همراه با تبخیر وتعرق بالا باعث از بین رفتن نهال ها و شکست پروژه های بوته‌کاری و نهال‌کاری می شود. بنابراین اگر به طریقی بتوان درصد موفقیت پروژههای نهال کاری را با استفاده از تکنیک‌های نوین افزایش داد، گام مهمی در احیاء اراضی بیابانی و جلوگیری از پیشروی بیابان برداشته می‌شود. سوپرجاذب ها یکی از ترکیبات شیمیایی هستند که جهت افزایش کارآیی استفاده از آب در شرایط خشک استفاده شده و از مشتقات مواد نفتی ساخته می شود. (هاشم بیک محلاتی، ۱۳۸۷).

مصرف پلیمر در خاک و به ویژه خاک های سبک می تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک باعث موفقیت برنامه های آبیاری در مناطق خشک و توسعه پوشش گیاهی گردد. لذا نیاز است که تاثیرگذاری سوپرجاذب های مختلف برای نگهداری رطوبت خاک و افزایش امکان استقرار گیاهان با توجه به مشکل تامین آب در این مناطق به ویژه در برنامه های بیابان زدایی مورد ارزیابی قرار گیرد تا استفاده از این مواد ارزان در صورت مطلوبیت نتایج با اطمینان بیشتری توصیه شود، (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱).

یک سوپرجاذب به صورت خشک و شبیه ذرات شکر است و می‌تواند آب و برخی مواد محلول را به میزان ۵۰۰-۲۰۰ برابر وزن خود جذب نماید. ساختار این مواد به‌گونه‌ای 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 برحسب نیاز ریشه (بر اثر اختلاف فشار اسمزی) در اختیار گیاه قرار دهند، (اعوانی، ۱۳۸۷؛ کبیری، ۱۳۸۱).

خشکسالی و تنش ناشی از آن مهم ترین و رایجترین تنش محیطی است که هر ساله خسارت‌های هنگفتی به محصولات مختلف زراعی در جهان بخصوص ایران که به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک محسوب میگردد، وارد می‌نماید، (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۱).

امروزه از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در پروژه های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده و بهره‌گیری متناسب از مواد جاذب رطوبت می باشد. هیدروژل های ابرجاذب شبکه‌های هیدروفیلی هستند که هم آب جذب می‌کنند و هم مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبدار را نگهداری می‌کنند، (Shubhra etal، ۲۰۰۴)

پلیمرهای ابرجاذب باعث افزایش ماندگاری آب در خاک شده و تعداد آبیاری را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند، (نازرلی و همکاران،

۲۰۱۰). پیرزاد و همکاران(۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی (chamomilla L.Matricaria) تحت رژیم‌های آبیاری و مقادیر سوپر جاذب A200 نشان دادند که افزایش فاصله آبیاری به بیش از ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک باعث کاهش در عملکرد آنیسون می گردد و همچنین در این پژوهش کاربرد پلیمر سوپر جاذب تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد شد.

پلیمر A_{200} یک پلیمر مصنوعی است که قابلیت جذب، نگهداشت و رهاسازی آب بر حسب نیاز در خاک را دارد. ابرجاذب A_{200} توانایی جذب آب به میزان ۲۰۰ برابر جرم خود را دارد،(Canadian Food Inspection Agency, 2016).

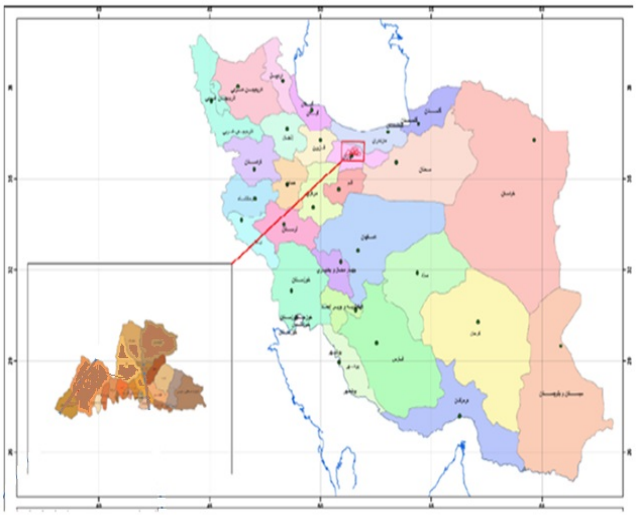
سیواپالان و همکاران (2001)، در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر پلیمر جاذب رطوبتی به نام آلکوزورب را روی عملکرد و کارآیی مصرف آب سویا در یک خاک شنی مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار آب نگهداری شده در خاک به میزان ۲۳ و ۹۳ وزنی پلیمر افزایش یافت. میزان کارایی مصرف آب سویا در ۰/۰۳ درصد ۱۲ برابر و در ۰/۰۷ درصد به میزان ۱۹ برابر نسبت به تیمار کنترل افزایش نشان داد.

علاوه بر این فوتنو و بیلدربک (۱۹۹۳) نیز گزارش کردندکه ابرجاذب‌ها برای بهبود کشاورزی مؤثر بوده و قابلیت جذب و ذخیره تا حدود ۴۰۰ برابر وزن آب خود دارند.

در این پژوهش با واسنجی رطوبتی نمونه‌های خاک محدوده طرح البرز جنوبی با استفاده از چهار ابرجاذب‌ها ششرایط لازم برای نگهداری رطوبت بهینه در راستای تسریع در رشد نهال انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از سه نمونه خاک منطقه دامنه جنوبی البرز با بافت‌های سبک و نیمه‌سنگین که در طول جغرافیایی ۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ شمالی واقع شده است استفاده شد، (شکل ۱). در این پژوهش که به منظور بررسی اثر تزریق ابرجاذب‌ها بر خاک صورت گرفت دو مرحله پیش‌بینی ششد که در ادامه به آن پرداخته می‌ششود. به منظور تبیین بهتر نتایج این آزمایش در دو مرحله آزمایشگاهی و در مقیاس واقعی صورت گرفت که مرحله آزمایشگاهی خود در دو بخش انجام شد.



شکل(۱)- نمایی از موقعیت حوزه وردیج و محدوده مورد پژوهش در کشور

مرحله ارزیابی آزمایشگاهی

صفحات فشاری

به منظور اجرای این پژوهش شش نمونه از خاک مناطق مختلف حوضه البرز جنوبی مورد استفاده واقع شد که در سه گروه براساس دانه‌بندی قرار گرفتند، (جدول ۱). پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، کار آماده سازی نمونه‌ها انجام شد که در این پژوهش به بررسی نتایج حاصل از دو نوع از خاک‌های مورد آزمایش پرداخته شده است. جداول (۲) و (۳) حاوی اطلاعات مربوط به تعداد و نوع نمونه‌های خاک و تعداد و نامگذاری ابرجاذب‌های مورد استفاده در این پروژه است. بر روی نمونه‌ها آزمایش‌هایی شامل تعیین دانه‌بندی و ترسیم

منحنی مربوطه، بافت خاک، درصد اشباع، وزن مخصوص ظاهری، هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد کربن آلی، درصد آهک، اندازه‌گیری کشش رطوبتی خاک و ترسیم منحنی رطوبتی (PF) در دامنه‌های مختلف رطوبتی صورت گرفت.

برای تر سیم منحنی برای یک خاک د ست‌خورده، منحنی م شخ صه نمونه خاک در آزمای شگاه تر سیم شد. به منظور تعیین میزان رطوبت خاک با ا ستفاده از د ستگاه صفحات ف شاری و برای تر سیم منحنی رطوبتی خاک نمونه‌های مورد ا ستفاده را در آزمای شگاه به حالت اشباع رسانده و پس از وزن‌شدن، ظرف‌ها را با استفاده از صفحات فشاری در فشارهای ۰، ۰/۱، ۰/۳۳، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار قرار داده و در هر مرحله وزن نمونه‌های خاک که در ابتدا به حالت ا شباع ر سیده بودند، اندازه‌گیری و نتایج یادداشت شد. در ضمن آزمایش‌های انجام شده با یک بار تر و خشک‌شدن مجدداً میزان رطوبت خاک با استفاده از دستگاه صفحات فشاری اندازه‌گیری شده و با عدد (۲) در مقابل کد نمونه‌ها مشخص شد.

جدول (۱)- پیشنهاد گروه بندی نمونه‌ها

گروه اول S_2	S_1 S_2 S_3
گروه دوم S_1	S_4
گروه سوم S_3	S_5 S_6

جدول (۲)-تعداد و نوع نمونه‌های خاک پروژه البرز جنوبی

شماره	نمونه خاک
S_1	وردیج ۳- پایین دست - بذرکاری بالادست
S_2	وردیج ۲- بالادست
S_3	وردیج ۳- بالادست
S_4	دار آباد- پایین دست یورد چشمه
S_5	یورد چشمه بذرکاری
S_6	میان دست

جدول (۳)- ابر جاذب‌های استفاده شده

شماره	نوع ابر جاذب
A_1	A_{200}
A_2	تراکوتم
A_3	هربازورب
A_4	استاکوزورب
A_5	کلی فونی

استفاده از هیدروژل‌های آب دوست به منظور بهبود کیفیت هیدرولیکی خاک و بالابردن توان ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد بررسی قرار گرفته ا ست. ویژگی‌هایی از خاک که تعیین‌کننده جریان آب در خاک می‌با شند، عمدتاً هدایت هیدرولیکی و منحنی رطوبتی خاک هستند. هدایت هیدرولیکی خاک نشان‌دهنده توانایی آن در انتقال آب است و یکی از فرآیندهایی است که جذب آب به وسیله گیاهان به آن وابسته است.

استوانه‌های حاوی خاک دامنه جنوبی البرز

به منظور حصـول نتیجه بهتر در مقیاس کوچکتر آزمایش‌هایی نیز بر روی نمونه خاک دامنه جنوبی البرز در اسـتوانه هایی به قطر ۱۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۹ سانتی‌متر استفاده شد و تزریق ابر جاذب صورت گرفت. استوانه‌ها تا ارتفاع ۲۸ سانتی‌متری از خاک پر شد. وزن خاک به میزان دو کیلوگرم بوده که در دو حالت با ابرجاذب و بدون آن مورد برر سی قرار گرفت. در ابتدا، خاک موجود در ا ستوانه متراکم شد تا از حداقل منفذ برخوردار باشد. سپس، ابرجاذب مورد استفاده در آزمایش با آب تا دو برابر حجم خود کاملاً اشباع شد و به نمونه خاک تزریق شد، (شکل ۲).

شکل (۲)- استوانه حاوی نمونه خاک با تزریق ابر جاذب

تزریق ابر جاذب با استفاده از دستگاه مدرجی که در شکل (۳) نشان داده شده به عمق مورد نظر تزریق می‌شود.

شکل (۳)- دستگاه مدرج تزریق ابر جاذب (مخزن ۲ لیتری)

انجام آزمایش ها در عرصه

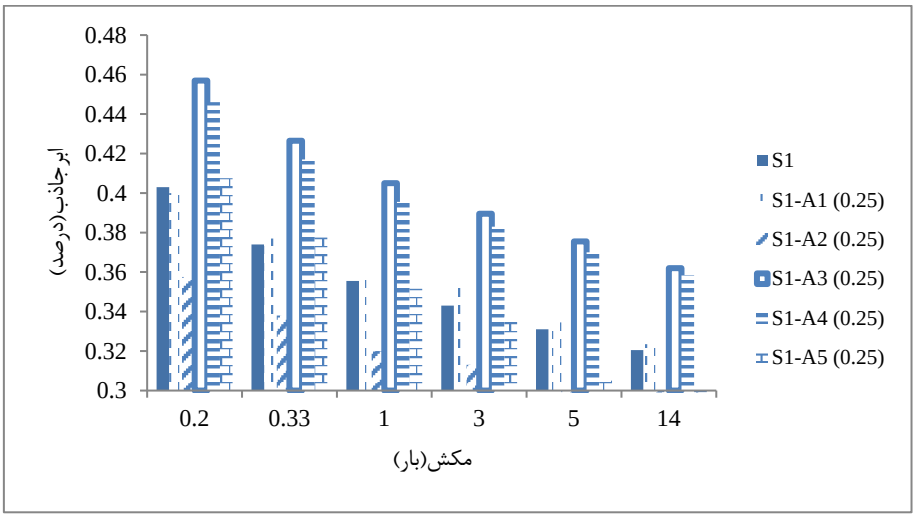
برای ادامه این تحقیق دو ناحیه مورد مطالعه در منطقه ۱۰۰ هکتاری موردنظر طوری انتخاب شد که شرایط آب و هوایی، اقلیمی و ارتفاع آن از سطح دریا دارای تغییر محسوسی نباشد. میزان بهینه ابر جاذب تعیین شد، (۴۰۰ کیلوگرم در هر هکتار که حدودا یک تا دو سانتی‌متر از سطح خاک پوشیده شد) (شکل ۴). آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی مورد استفاده قرار گرفت. برای هر گونه گیاهی و در تکرارهای مشخصی برای هر گونه آزمایش صورت گرفت تا تأثیر عوامل مختلف و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان رشد هر یک از گونه‌های مورد بررسی، مطالعه و مقایسه شود و درنهایت مناسب‌ترین حالت و شرایط تعیین شود.

شکل (۴)- عکس از محل اجرای پژوهش

نتایج

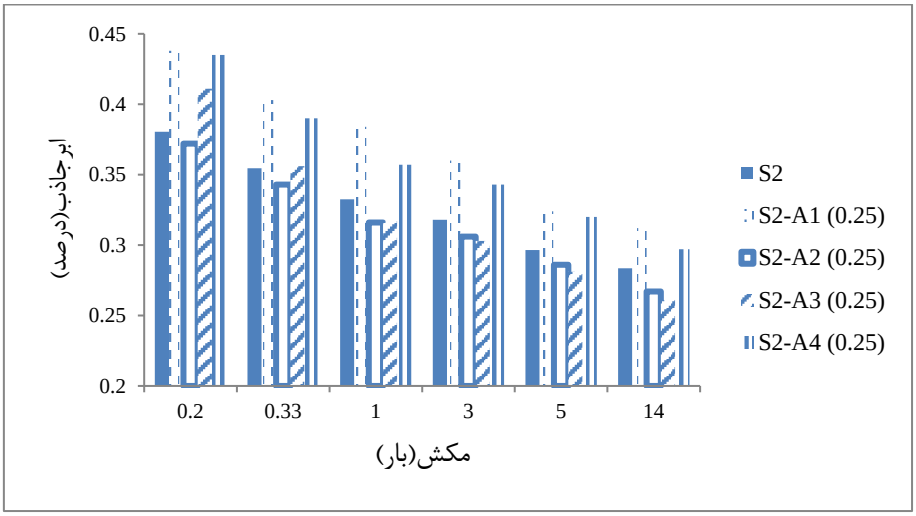
آزمون صفحات فشاری از سری مراحل آزمایشگاهی

به منظور بررسی و تحلیل نتایج به دست آمده از آزمایش‌های صورت گرفته بر روی دو نوع خاک مورد بحث همراه با ابر جاذب و بدون آن نمودارهای مقایسه‌ای رسم شد. طبق نمودار رسم شده برای خاک S_1 در شکل (۵) مشاهده شد که از بین ابرجاذب‌ها که با درصد اختلاط‌های ۰/۲۵ وزنی به این خاک اضافه شد خاک S_1 با ترکیب با ابر جاذب A_3 بیشترین مقدار رطوبت را به خود جذب نموده است. این بدین معنی است که ترکیب ابر جاذب A_3 به نسبت ۱ به ۴ با خاک نتایج مورد انتظار به منظور افزایش رطوبت خاک را به دست خواهد داد.



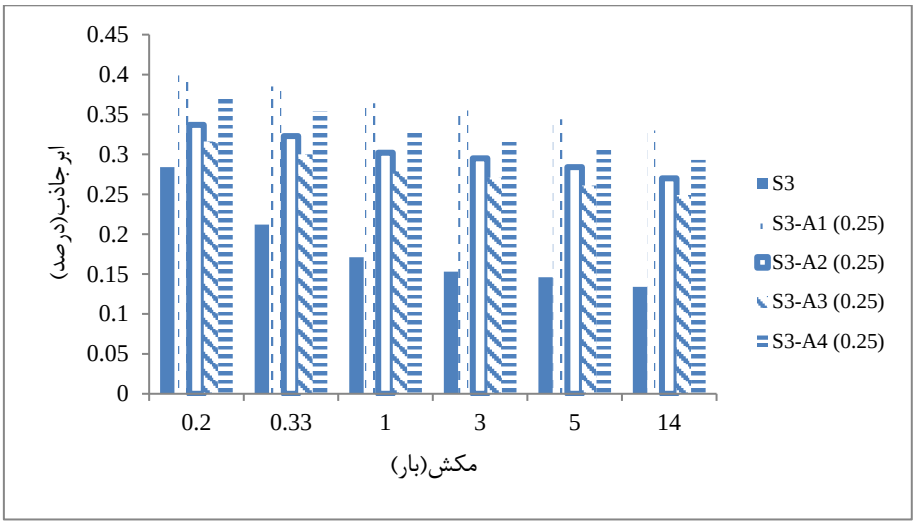
شکل (۵)- نمودار تغییرات درصد رطوبت در خاک S_1

نمودار شکل (۶) نشان می‌دهد که برای خاک S_2 با اضافه شدن ۴ نوع ابر جاذب بیشترین جذب رطوبت در ترکیب با ۰/۲۵ وزنی از ابر جاذب A_1 است.



شکل (۶)- نمودار تغییرات درصد رطوبت در خاک S_2

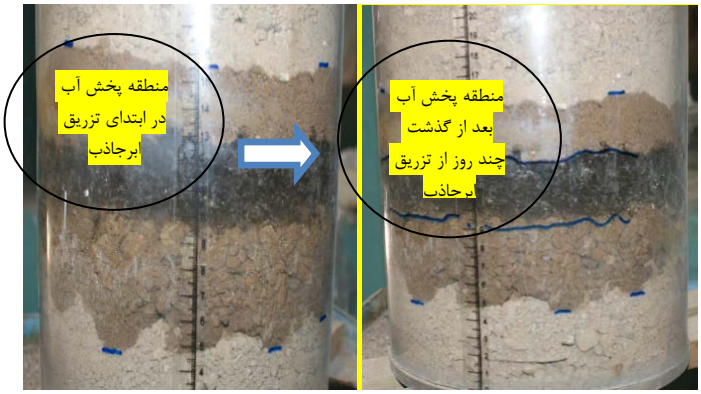
نمودار شکل (۷) نشان می‌دهد که برای خاک S_3 با اضافه شدن چهار نوع ابر جاذب بیشترین جذب رطوبت در ترکیب با ۰/۲۵ وزنی از ابر جاذب A_1 است.



شکل (۷)- نمودار تغییرات درصد رطوبت در خاک S_3

استوانه‌های حاوی خاک دامنه جنوبی البرز در آزمایشگاه

در ابتدا ابر جاذب مورد آزمایش با استفاده از دستگاه تزریق پس از رقیق شدن در عمق شش الی ۱۵/۵ سانتی‌متری خاک استوانه شفاف تزریق شد. به مرور زمان از حجم ابرجاذب تزریقی کاسته شد که این امر به دلیل خروج آب موجود در ابر جاذب و ورود آن به خاک بود.



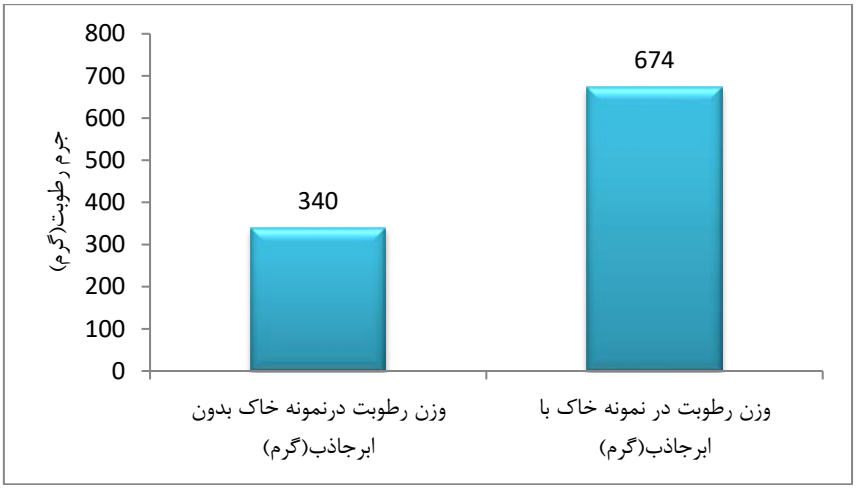
شکل (۸)- منطقه پخش آب در خاک در استوانه شفاف پس از تزریق ابر جاذب

اگر ابتدا ابر جاذب را در عمق توسعه ریشه قرار داده و سپس آب به خاک اضافه شود، ابر جاذب بسیار دیرتر اشباع می‌شود، بنابراین بهتر آن بود که ابتدا ابر جاذب اشباع شود تا از اتلاف آب و نفوذ آن به خاک جلوگیری شود و سپس با دستگاه به عمق مورد نظر تزریق شود.

در استوانه‌های شفاف حاوی نمونه‌های خاک هر استوانه حاوی دو کیلوگرم از نمونه خاک دامنه جنوبی البرز بوده است. طی دو مرحله آزمایش با تزریق ابر جاذب و بدون ابر جاذب نتایج میزان جذب آب ثبت شد. در خاکی که تزریق ابر جاذب صورت پذیرفت آب جذب شده دو برابر خاک بدون ابر جاذب هست (جدول ۴ و شکل ۹).

جدول (۴)- نتایج به دست آمده از تزریق ابر جاذب به مخزن استوانه‌ای شفاف حاوی نمونه خاک دامنه جنوبی البرز

ردیف	وزن خاک (گرم)	وزن جاذب (گرم)	میزان آب جذب شده (گرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰	۶۷۴
۲	۲۰۰۰	۰	۳۴۰



شکل (۹)- نمودار تغییرات وزنی رطوبت در نمونه خاک موجود در استوانه‌های مورد آزمایش

نتایج به دست آمده از اقدام در عرصه

در منطقه مورد مطالعه البرز جنوبی بارش ثبت شده حدوداً ۳۰۰ میلی‌متر هست که تمامی آب بارش به دلیل تلفاتی که در مسیر خواهد بود، جذب نمی‌شـــود، مقداری از آن با نفوذ عمقی و مقداری نیز از طریق تبخیر به هدر می‌رود. اگر راندمان در جذب بارش ۵۰ درصد در نظر گرفته شود جذب شده ۱۵۰ میلی‌متر خواهد بود به این معنی که نیمی از بارش به هدر می‌رود.

استفاده از سطوح آبگیر در این مرحله مد نظر قرار گرفت که سطحی در حدود ۱۰ متر مربع را در اطراف هر یک از گیاهان کشت شده در بر می‌گیرد؛ با توجه به میزان بارش و با استفاده از سطوح آبگیر بارش استحصال شده به مقدار ۱۵۰۰ میلی‌متر افزایش خواهد یافت. پس مقدار آب در دسترس گیاه ۱۵۰۰ میلی‌متر خواهد بود به این معنی که با رقمی بالغ بر ۵۰ در صد می‌توان از هدررفت آب با استفاده از سطوح آبگیر باران جلوگیری نمود.

در مرحله تزریق ابر جاذب و تعیین میزان تله‌اندازی بارش افزودن ابر جاذب میزان جذب آب را به میزان حدوداً تا دو برابر افزایش داد که در این صورت ۳۰۰۰ میلی‌متر بارش جذب شده وجود خواهد داشت. استفاده همزمان از سطوح آبگیر و ابر جاذب نقش مهمی در افزایش بهره‌وری آب و کاهش تلفات خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد به طور کلی افزودن ابر جاذب به خاک موجب افزایش جذب رطوبت در خاک، نسبت به تیمار شاهد شده است، همچنین یافته‌های این پژوهش نشان داد استفاده از پلیمر A_{200} به نسبت ۱ به ۴ در خاکی با بافت متوسط عملکرد بالاتری در جذب و نگهداشت رطوبت در مقایسه با خاک‌هایی با بافت‌های متوسط و نیمه‌سنگین داشته است.

در ادامه پژوهش که در عرصه و برای بررسی استفاده از سطوح آبگیر صورت پذیرفت، نتایج نشان داد که استفاده از ابرجاذب در سطوح آبگیر باران منجر به افزایش جذب و نگهداشت بیشتر آب شد. نتایج بررسی میدانی نشان داد که در نمونه‌های مطالعه شده نگهداشت آب تا دو برابر افزایش‌یافته و از تلفات بارش‌های معمولی به میزان ۳۰٪جلوگیری شد. درنتیجه استفاده از سطوح آبگیر و تزریق ابر جاذب در مزارع به‌منظور افزایش بهینه مصرف آب توصیه می‌شود.

منابع

- اعوانی، ع .۱۳۸۷ . معرفی سوپرجاذب. شرکت آتیه انرژی تلاش
- علیرضا پیرزاد، امیر فیاض مقدم، مهسا رازبان، یعقوب راعی،۱۳۹۱، بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی Matricaria chamomilla L. تحت رژیم های آبیاری و مقادیر سوپر جاذب A_{200}، فصلنامه دانش کشاورزی و تولید پایدار، سال بیست و دوم، شماره ۳
- علیرضا پیرزاد، محمدرضا شکیبا، سعید زهتاب سلماسی، سید ابولقاسم محمدی، ۱۳۹۴، تأثیر تنش آبی بر میزان جذب برخی عناصر غذایی در بابونه آلمانی (Matricaria chamomilla L)، نشریه زراعت(پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۶، صفحات ۷-۱.
- محمد جعفری، مریم علی، علی طویلی، ۱۳۹۱،کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب بر قدرت نگهداری رطوبت خاک و استقرار Atriplex canescens در مناطق خشک ، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال سوم، شماره دوم.
- کبیری، ک .۱۳۸۱ .هیدروژل‌های سوپرجاذب آکریلی. دومین دوره تخصصی – آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
- منتظر، ع .ا .۱۳۸۷ . بررسی تأپیر پلیمر سوپرجاذب استاکوسورب بر زمان پیشروی و پارامترهای نفوذ خاک در روش آبیاری جویچه‌ای مجله آب و خاک.۳۵۶-۳۴۱
- فریبا نجفی علیشاه، احمد گلچین، محمود محبی،۱۳۹۲، تأثیر پلیمر سوپرجاذب آکوسورب و دور آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف آب و شاخص‌های رشد خیار گلخانه‌ای، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال چهارم، شماره پانزدهم
- هاشم بیک محلاتی، ش، ۱۳۸۷، تاثیر کاربرد سوپر جاذب بر استقرار چند گونه گیاهی در منطقه اشتهارد A200 استان البرز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه
- Canadian Food Inspection Agency, 2016
- El-Hady, O.A. and Wanas, Sh.A. 2006. “Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamid hydrogels”. J.App.Sci.Res. 2(12):1293- 1297.
- Fonteno, W. C. and Bilderback, T. E.1993. Impact of Hydrogel on Physical Properties of Course- Structured Horticultural Substrates, Journal American Society of Horticultural Sciences 118: pp. 217-222.
- Islam, M. R., A. E. Enehi, C. Ren, J. Li and Y. Hu. 2011. Impact of water-saving superabsorbent polymer on oat (*Avena* spp) yield and quality in an arid sandy soil. Sci. Res. Essays. 6: 720-728.
- Nazarli, H. Zardashti, M.R. Darvishzadeh, R. Najafi, S. 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower. Not Sci. Biol. 2(4), 53-58.
- Puoci, F.and Lemma, F. 2008 polymer in agriculture: a review. American Journal of Agricultural and Science Publications, 3(1): 299-314.
- Rosales, M. A., E. Ocampo, R. Rodriguez-Valentin, Y. Olvera-Carrillo, J. Acosta-Gallegos and A. A. Covarrubias. 2012. Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. Plant Physiol. Biochem. 56: 24-34.
- Sivapalan, S. 2001. Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency.
- Shubhra, T.K., Dayal, J., Goswami, C.L., and Munjalt, R. 2004. Effect of waterdeficit on oil of calendula aerial parts. Biologia Planta. 48(3): 445-448.