

تأثیر مقادیر پلیمر سوپر جاذب (Tarawat A200) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.)

• فیروزه بزدانی

کارشناس ارشد زراعت، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

• ایرج اله دادی

استادیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

• غلامعباس اکبری

استادیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

• محمودرضا بهبهانی

استادیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: مردادماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۸۵

Email: alahdadi@ut.ac.ir

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان نظیر ایران می‌باشد. با کاربرد برخی مواد افزودنی نظیر پلیمرهای سوپر جاذب، می‌توان از بارندگی‌های پراکنده و سایر منابع محدود آب در امر حفظ و ذخیره آب در خاک استفاده نموده و با بهبود شرایط فیزیکی خاک، چنین موادی می‌توانند مانع از تنش‌های رطوبتی در مناطق خشک و نیمه خشک گردند. در این بررسی تأثیر چهار مقدار پلیمر سوپر جاذب Tarawat A200 (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) و سه فاصله آبیاری (۶، ۸ و ۱۰ روز یکبار) روی رشد و عملکرد سویا رقم L11 تحت شرایط مزرعه‌ای در مزرعه پژوهشی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران در بهار سال ۱۳۸۲، مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش برای صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع بوته و درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری بین دوره‌های آبیاری وجود داشت و روند تأثیر دور آبیاری روی هر یک از صفات مذکور به صورت خطی بود. از سوی دیگر عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه اصلی، عملکرد روغن دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه تحت تأثیر مقادیر مختلف سوپر جاذب قرار گرفتند. بطوریکه با افزایش مقادیر سوپر جاذب هر یک از صفات مذکور روند افزایشی داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار بین مقادیری که در این آزمایش بررسی شدند، بهترین تأثیر را بر رشد و عملکرد سویا در تمامی شرایط آبیاری (آبیاری معمول و یا تحت شرایط تنش خشکی) از خود نشان داد.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، سویا، پلیمر سوپر جاذب، دور آبیاری

Pajouhesh & Sazandegi No:75 pp: 167-174

Effect of different rates of superabsorbent polymer (Tarawat A200) on soybean yield and yield components (Glycine max L.)

By: F. Yazdani, Master of Science in Agronomy, University College Aboureihan, Tehran University

I. Allahdadi, Associate Professor of University College Aboureihan, Tehran University

G. A. Akbari, Associate Professor of University College Aboureihan, Tehran University

M. R. Behbahani, Associate Professor of University College Aboureihan, Tehran University

Drought stress is a major constraint for crop production in arid and semiarid regions, such as Iran. Application of some soil conditioners, like superabsorbent polymers, could be effective for absorbing seasonal rain and suitable source of water for plant growth during dry seasons. The aim of the present study was to evaluate of the effect of four rates of superabsorbent polymer (0, 75, 150 and 225 kg /ha) and three irrigation regimes (6, 8 and 10 days) on growth, yield and yield components of soybean (cult. L11) under field conditions. The results of this study showed that there were significant differences among irrigation regimes on seed yield, 100-grain weight, number of pods per main-branch, number of pods per sub-branch, number of secondary branch per plant, plant height and seed protein content. Moreover, the high rates of superabsorbent polymer (225 kg/ha) increased seed yield, 100-grain weight, number of pod per main branch, oil and protein yield and seed protein content compared to the control (zero polymer) and the lowest rate of polymer (75 kg/ha). These results indicated that high amounts of superabsorbent polymer had positive effects on yield and yield components of soybean even under drought-stress conditions.

Key words: Soybean, Superabsorbent polymer, Irrigation regimes, Drought stress.**مقدمه**

در کشور ایران اقلیم خشک و نیمه خشک اغلب مناطق را تحت تأثیر قرار داده و خصوصاً خشکسالی‌های اخیر بر مشکل کم‌آبی افزوده است. هر یک از گیاهان به طور اعم و گیاهان زراعی به طور اخص دارای حداقل نیاز آبی برای رشد و تولید عملکرد مطلوب حتی تحت شرایط گلخانه‌ای می‌باشند. در صورتیکه حداقل نیاز آبی بنا به دلایلی نتواند فراهم شود، گیاه مواجه با تنش خشکی شده و در صورت مصادف شدن تنش مزبور با مراحل رشدی حساس به کمبود آب، نظیر جوانه‌زنی بذر و مرحله گلدهی، می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به محصول وارد آید. برخی مواد نظیر: بقایای گیاهی، کود دامی، کود کمپوست و هیدروژل‌های پلیمری سوپر جاذب می‌توانند مقادیر متفاوتی آب در خود ذخیره نموده و قابلیت نگهداری و ذخیره سازی آب را در خاک افزایش دهند. آب ذخیره شده در این مواد در مواقع کم‌آبی در خاک آزاد شده و مورد استفاده ریشه گیاه قرار می‌گیرد (۱۵). پلیمرهای سوپر جاذب قادرند به میزان ۵۰۰-۲۰۰ میلی لیتر آب به ازای هر گرم وزن خشک پلیمر در خود ذخیره نمایند (۱۴). پلیمرهای سوپر جاذب موجب جذب سریع و به مقدار قابل ملاحظه آب در ساختمان خود می‌شوند. تحقیقات انجام شده روی تأثیر پلیمرهای سوپر جاذب در خاک و تحت شرایط کم‌آبی روی برخی گیاهان موفقیت‌آمیز بوده و این خود به دلیل مناسب بودن نسبی قیمت این مواد در برخی کشورها، سهولت ساخت و مصرف و طیف وسیع کاربرد آنها می‌باشد. استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب به سال‌ها قبل باز می‌گردد. استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در تصفیه آب

آشامیدنی و فاضلاب‌ها، صنایع غذایی و نساجی و استخراج معادن گزارش گردیده است (۱۲، ۱۹).

در کشاورزی از پلیمرهای سوپر جاذب به عنوان یک ماده افزودنی به خاک، به عنوان مخزن عناصر غذایی و نیز به عنوان ابر-جاذب آب در خاک استفاده می‌شود. خواص این مواد وابسته به عوامل زیادی از جمله خصوصیات ترکیبی و شیمیایی آنها، بافت خاک، گونه گیاهی و نیز فاکتورهای محیطی، می‌باشد. پلیمرهای سوپر جاذب از نوع پلی‌اکریل آمید جزو این دسته مواد بوده که به عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم‌آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی اهمیت به سزایی دارد (۱۵). سرعت تجزیه بیولوژیکی پلیمرهای سوپر جاذب در خاک به ابعاد خاکدانه و میزان مواد آلی بستگی دارد. همچنین با کاهش اکسیژن خاک و در نتیجه کاهش فعالیت باکتریها سرعت تجزیه بیولوژیکی پلیمرهای سوپر جاذب نیز کاهش می‌یابد (۲۱). پلیمرهای سوپر جاذب بر میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری و ساختمان خاک (۱۶) و نیز میزان تبخیر از سطح خاک (۲۶) تأثیر می‌گذارند. هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به خاک، بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک است. Hutermann و همکاران (۱۷) گزارش کردند که افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به یک خاک شنی موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد. گنجی خرم‌دل (۷) تأثیر مقادیر صفر، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد وزنی پلیمرهای سوپر جاذب PR ۳۰۵A را روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل ظرفیت نگهداری

توزیع شدند. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول ۴ متر با فواصل ۵۰ سانتی متر بین ردیف‌ها و فاصله ۸ سانتی متر بین بوته‌ها بود. برای گیاه سویا از لاین ۱۱۱ (L۱۱۱) در حال معرفی از طرف مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) و از پلیمرسوپرجاذب نوع Tarawat A۲۰۰ (تولید شده در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران) استفاده گردید. قبل از افزودن مقادیر مختلف پلیمرسوپرجاذب به خاک، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک انجام گرفت. بافت خاک مزرعه محل آزمایش سیلتی-لوم، میزان ماده آلی ۰/۹ درصد، هدایت الکتریکی (EC) $1/39 \text{ dSm}^{-1}$ ، اسیدیته گل اشباع $\text{pH}=7/3$ ، میزان فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب به ترتیب ۳، ۴۰۰، ۲ و $1/2 \text{ ppm}$ بود.

قبل از کاشت، مقادیر مختلف پلیمرسوپرجاذب برای هر ردیف به صورت نوری و در عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متری روی هر ردیف، بکار برده شد. پس از یک آبیاری سنگین به منظور متورم نمودن ذرات پلیمرسوپرجاذب، عملیات کاشت بذور سویا در تاریخ ۸۲/۳/۱۰ به صورت دستی و به روش هیرم کاری انجام شد. بذور سویا قبل از کاشت با باکتری *Bradyrhizobium Japonicum* (۱۵۰ گرم مایه تلقیح به ازاء هر ۳۰ کیلوگرم بذر سویا) تلقیح شدند. بلافاصله پس از خاتمه عملیات کاشت، آبیاری انجام شد.

در تمام فصل رشد، علف‌های هرز به صورت دستی کنترل و هیچ گونه سم علف کش بکار برده نشد. در مراحل اولیه رشد جهت مبارزه با آفت تریپس از سم متاسیستوکس با غلظت ۱/۵ در هزار استفاده شد. در مرحله غلاف بندی گیاه به دلیل مشاهده آفت کنه دو بار سم نئورون به فاصله دو هفته با غلظت ۲/۵ در هزار استفاده گردید. به منظور اندازه گیری اجزاء عملکرد و برخی صفات، ۱۰ بوته از دو خط میانی هر کرت به طور تصادفی برداشت و جهت اندازه گیری به آزمایشگاه منتقل شد. اندازه‌گیریها شامل: ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه اصلی گیاه، تعداد غلاف در شاخه فرعی گیاه، وزن غلاف در بوته، وزن ساقه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه بودند. جهت اندازه گیری عملکرد نهایی، پس از حصول رسیدگی فیزیولوژیکی رقم مورد آزمایش، سطحی به میزان ۲ متر مربع از هر کرت با حذف حاشیه و به صورت دستی برداشت و دانه‌ها جدا گردیدند. عملکرد هر کرت به طور جداگانه وزن و با تصحیح رطوبت آن به ۱۴ درصد یادداشت گردید. به منظور برآورد میزان روغن و پروتئین دانه از دستگاه اینفراماتیک مدل ۸۱۰۰ (Infermatic ۸۱۰۰) (Falling Number Sweden) استفاده شد.

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک از روش وزنی^۱ استفاده گردید. در این روش از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌ای با مته برداشت شده و پس از توزین به مدت ۲۴ ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک شود. پس از خشک شدن و توزین مجدد، مقدار رطوبت با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ بدست آمد(۴).

$$\theta_m = W_1 - W_2 / W_2 \quad (1) \text{ معادله}$$

$$W_1 = \text{وزن نمونه خاک مرطوب}$$

$$W_2 = \text{وزن نمونه خاک خشک}$$

$$\theta = \theta_{mpb} \quad (2) \text{ معادله}$$

$$\theta_m = \text{نسبت جرمی رطوبت}$$

$$\theta = \text{درصد حجمی رطوبت}$$

$$\rho_b = \text{وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)}$$

$$\text{برای برآورد ارتفاع آب آبیاری از معادله ۳ استفاده گردید(۴).}$$

آب، تخلخل و ضریب آب گذری در دو نوع بافت خاک لومی و لومی شنی بررسی نمود. نتایج نشان داد که در خاک لومی مابین درصدهای مختلف پلیمر سوپرجاذب، مقدار ۰/۳ درصد وزنی پلیمر بیشترین تأثیر را روی افزایش تخلخل کل خاک داشت. در خاک لومی شنی، مقادیر ۰/۲ و ۰/۳ درصد وزنی پلیمر بیشترین تأثیر را روی افزایش تخلخل کل دارا بودند. با افزایش کاربرد مقادیر پلیمر، ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک‌های مورد آزمایش افزایش یافت. این افزایش در خاک لوم شنی بیشتر بود. Silberbush و همکاران (۲۲) گزارش کردند که پلیمر Agrosoak به عنوان یک پلی‌آکرل امید جاذب آب دارای قابلیت افزایش ظرفیت نگهداری آب در شنهای روان می‌باشد. با استفاده از این مزیت می‌توان یک سیستم آبیاری پر خرج را با یک سیستم معمولی آبیاری بارانی جایگزین نمود.

کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در خاک موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد(۱۰).

Azzam (۱۱) طی آزمایشی مشاهده کرد که پلیمرهای سوپرجاذب وزن مخصوص ظاهری خاک شنی را از $1/616 \text{ g/cm}^3$ به $1/585 \text{ g/cm}^3$ و وزن مخصوص ظاهری خاک شنی رسی را از $1/331 \text{ g/cm}^3$ به $1/203 \text{ g/cm}^3$ کاهش دادند. با تجزیه پلیمرهای سوپرجاذب در خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک تا ۱۲ درصد افزایش می‌یابد(۱۰). یکی از راه‌های افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها و جلوگیری از تشکیل سله، ممانعت از ایجاد رواناب در مزرعه و کاهش فرسایش خاک، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب در خاک می‌باشد (Soyjka و همکاران (۲۳) دریافتند که کاربرد ۱ کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب در آبیاری شیار، میزان فرسایش فاروها را تا ۹۹ درصد کاهش داد. در برخی شرایط پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان عامل آزادکننده کود در ماتریکس خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۸). بدین صورت که این پلیمر عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را جذب نموده و به مرور آنها را آزاد و در اختیار گیاه قرار می‌دهد و بدین ترتیب مانع از آبشویی این عناصر می‌گردد. Wang و همکاران (۲۷) آب حاصل از آبشویی خاک حاوی پلیمر سوپرجاذب را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که این آب از EC پائینی برخوردار است و علت آن را جذب و نگهداری کودها و نمک‌های اضافه شده به ماتریکس خاک توسط پلیمر سوپرجاذب ذکر کردند. Pillai و Abraham (۸) گزارش کردند که کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در خاک میزان آبشویی آمونیوم را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. بنابراین با توجه به خصوصیات مثبت و عیدیه پلیمرهای سوپرجاذب، اهداف این تحقیق به صورت زیر انتخاب گردیدند:

- ۱- بررسی تأثیر کاربرد مقادیر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد سویا،
- ۲- تعیین بهترین میزان کاربرد پلیمرسوپرجاذب تحت شرایط تنش خشکی.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده (Split-plot) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل: سه فاصله آبیاری ۶، ۸ و ۱۰ روز یکبار و چهار مقدار پلیمرسوپرجاذب صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. به دلیل جلوگیری از عمل تناخل و سهولت در اجرای طرح، فاکتور فواصل آبیاری در کرت‌های اصلی و فاکتور مقادیر مختلف پلیمرسوپرجاذب در کرت‌های فرعی

جدول (۱) نتایج آنالیز واریانس تأثیر دور آبیاری و مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب روی عملکرد و اجزاء عملکرد سویا (رقم 1₁)

میانگین مربعان		درجه آزادی		مقادیر مختلف	
مقدار سوپر جاذب (kg/ha)	درصد روغن (%)	مقدار غلاف در شاخه اصلی (kg/ha)	مقدار غلاف در شاخه فرعی (kg/ha)	مقدار غلاف در شاخه فرعی (kg/ha)	مقدار غلاف در شاخه اصلی (kg/ha)
25-25	1	610.8	100	250	50.3*
11-170	50	1170.1	241*	222.0	21.7**
1170.8*	10	662.6	651**	516**	122/1*
1-3858	98	130.67	810	173	150/4
25-11	10	516.4	124	320	2/7
130.67**	20	383.88**	4	122.8	17/10**
224.91**	10	1.21056**	1	8	95/5**
1-171	4	316.3	4	52	2/2
1655	50	751.6	1008**	580	3/8
132.9	200	252.8	240*	213	2/5
100.5*	40	21.31	114	113	4/2
	1/2	1/5	10/17	21/6	13/11

۱- روند خطی تأثیر دور آبیاری
 ۲- روند درجه دوم تأثیر دور آبیاری
 ۳- روند خطی تأثیر مقادیر سوپر جاذب
 ۴- روند درجه دوم تأثیر مقادیر سوپر جاذب
 ۵- روند درجه سوم تأثیر مقادیر سوپر جاذب

نتایج و بحث

در این آزمایش صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع بوته و درصد پروتئین دانه اختلاف معنی داری بین دوره‌های آبیاری وجود داشت و روند تأثیر دور آبیاری روی هر یک از صفات مذکور به صورت خطی بود (جدول ۱).

صفات نظیر: درصد روغن دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین دانه تحت تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری قرار نگرفتند. در دور آبیاری ۶ روزه بیشترین مقدار عملکرد دانه (۴۶۸ ± ۶۴۱۷ کیلوگرم در هکتار)، وزن صد دانه (۰/۳۰ ± ۱۳/۵۷ گرم)، تعداد غلاف در شاخه اصلی (۴/۹۵ ± ۶۲/۲۷)، ارتفاع بوته (۳/۵۹ ± ۹۸/۸۳ سانتی متر)، درصد روغن دانه (۰/۴ ± ۲۵/۶۵) و درصد پروتئین دانه (۰/۱۹ ± ۳۸/۱۱) بدست آمد. علت کاهش عملکرد دانه با افزایش فواصل آبیاری را می‌توان به کافی نبودن میزان آب مصرفی با توجه به نیاز آبی سویا ذکر نمود. Specht و همکاران (۲۴) حد تحمل ژنوتیپ‌های مختلف سویا را نسبت به خشکی

مورد بررسی قرار دادند. در تمام ژنوتیپ‌های مورد آزمایش همبستگی بسیار بالایی بین عملکرد دانه و تیمار آب بدست آمد. رامسور و همکاران (۲۰) کاهش وزن دانه سویا را تحت شرایط تنش خشکی گزارش کردند. در آزمایش حاضر همبستگی بسیار بالایی بین وزن صد دانه و عملکرد دانه سویا ملاحظه گردید و همبستگی بین وزن صد دانه و تعداد غلاف در شاخه اصلی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. افزایش فواصل آبیاری و اعمال تنش خشکی روی گیاه سویا به دلیل کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی، با کاهش رشد و ارتفاع گیاه همراه بود. Stocker (۲۵) گزارش کرد که تنش خشکی موجب کاهش طول ساقه و ایجاد حالت کوتاه قدی در گیاهان می‌گردد. همچنین علت کاهش تعداد غلاف در ساقه اصلی بوته سویا تحت شرایط تنش خشکی را می‌توان به کاهش رشد و ارتفاع ساقه اصلی که در این آزمایش ملاحظه گردید، نسبت داد. صفات تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی و تعداد شاخه در بوته با افزایش دور آبیاری روند افزایشی داشتند، بطوریکه در دور آبیاری ۱۰ روز بیشترین تعداد غلاف در شاخه فرعی (۴۶/۱۳ ± ۱۳/۹۲/۴۰) و تعداد شاخه در بوته (۵/۱۳ ± ۰/۴۷) بدست آمد. همبستگی بسیار بالایی بین تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی بوته سویا و تعداد شاخه فرعی مشاهده گردید. از طرفی همبستگی بسیار بالایی بین تعداد غلاف در شاخه اصلی و ارتفاع ساقه اصلی بوته سویا ملاحظه گردید. به نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی بوته سویا، تحت تأثیر تنش خشکی به دلیل کاهش رشد طولی ساقه اصلی و افزایش شاخه دهی بوده است. از سوی دیگر عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه اصلی، عملکرد روغن دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه تحت تأثیر مقادیر مختلف سوپر جاذب قرار گرفتند. بطوریکه با افزایش مقادیر سوپر جاذب هر یک از صفات مذکور روند افزایشی داشت. بین مقادیر مختلف سوپر جاذب بیشترین میزان عملکرد دانه (۴۶۸ ± ۶۴۱۷ کیلو گرم در هکتار)، وزن صد دانه (۳۰ ± ۱۳/۵۷ گرم)، تعداد غلاف در ساقه اصلی (۴/۹۵ ± ۶۷/۲۷)، عملکرد روغن دانه (۱۲۶ ± ۱۴۳۴ کیلوگرم در هکتار)، درصد پروتئین دانه (۰/۱۹ ± ۳۸/۱۱) و عملکرد پروتئین دانه (۲۰۸ ± ۲۳۵۶) مربوط به تیمار ۲۲۵ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه (۲۷۶ ± ۴۴۲۴ کیلوگرم در هکتار)، وزن صد دانه (۰/۳۲ ± ۱۲/۳۳ گرم)، تعداد غلاف در ساقه اصلی (۲/۷ ± ۴۵/۸)، عملکرد روغن (۸۱/۱ ± ۹۶۳ کیلوگرم در هکتار)، درصد پروتئین (۰/۱۵ ± ۳۶/۷۲) و عملکرد پروتئین دانه (۱۲۰ ± ۱۶۸۴) مربوط به تیمار ۷۵ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار بود. از برخی خصوصیات مهم خاک که در تولید هرچه بیشتر گیاه زراعی اهمیت دارند، می‌توان به جذب و نگهداری آب، ذخیره کاتیون‌های قابل تبادل، ظرفیت نگهداری نیتروژن، فسفر و گوگرد برای رشد گیاهان، پایداری

جدول (۲) متوسط عملکرد دانه سویا رقم L11 تحت تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری (۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ روز) و مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار). اعداد متن جدول عبارتند از میانگین سه تکرار ± انحراف معیار از میانگین

دور آبیاری (روز)	مقادیر سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار)			میانگین
	صفر	۷۵	۱۵۰	
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۲۵۳۳ ± ۱۷۷	۲۸۷۲ ± ۳۲۷	۲۹۸۲ ± ۶۹	۲۹۱۷ ± ۲۶۸
	۲۰۳۳ ± ۱۱۴	۲۵۲۲ ± ۲۲۹	۲۷۷۸ ± ۲۸۱	۲۵۰۷۹ ± ۱۱۲
	۳۹۵۰ ± ۱۵۰	۲۲۲۲ ± ۲۷۶	۲۲۸۲ ± ۲۲۲	۲۹۹۰ ± ۱۵۲
میانگین دور آبیاری	۲۱۷۲ ± ۱۸۲	۲۷۷۸ ± ۱۲۵	۲۶۱۳ ± ۱۳۲	۵۲۹۵ ± ۲۶۱

ساختمان خاک و تبادل هوای مناسب در منافذ خاک اشاره نمود (۵). پلیمرهای سوپر جاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک (۱، ۲، ۹)، بهبود دانه بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش قابلیت ثبات خاکدانه‌ها (۲، ۱۳) و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک (۱۰، ۱۱) شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی خصوصاً در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کنند. در حضور پلیمر سوپر جاذب دسترسی ریشه گیاه به آب قابل استفاده بیشتر می‌باشد و گیاه کمتر تحت تأثیر شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرد. کریمی (۶) تأثیر مثبت ماده اصلاحی ایگیتا (ماده جاذب رطوبت) را روی افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و نیز افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح گزارش کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد پلیمر سوپر جاذب می‌تواند در شرایط تنش خشکی و کم آبی موجب افزایش عملکرد و برخی اجزاء عملکرد سویا شود. این اثر احتمالاً به دلیل جذب مقادیر قابل ملاحظه آب در ساختمان سوپر جاذب و متعاقب آن قرار دادن آب جذب شده به خاک اطراف و ریشه گیاه در هنگام خشکی، می‌باشد. همچنین اعمال آبیاری کافی همراه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار در مقایسه با اعمال آبیاری کافی بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب موجب افزایش عملکرد دانه سویا به میزان ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار شد. همچنین افزایش عملکرد دانه سویا با اعمال بالاترین سطح تنش (دور آبیاری ۱۰ روز) همراه با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار در مقایسه با همان دور و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. قیمت خرید پلیمر سوپر جاذب در مقیاس تولید صنعتی حدود کیلوگرم ریال ۴۰۰۰۰ می‌باشد و این پلیمر می‌تواند در شرایط معمولی حدود ۴ سال در خاک خاصیت آبیگری و ابدی خود را حفظ نماید (۲۸). با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مدت ماندگاری پلیمر در خاک می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد مقدار کافی پلیمر سوپر جاذب نه تنها تحت شرایط آبیاری کافی بلکه تحت شرایط تنش خشکی نیز می‌تواند علاوه بر هزینه‌های خرید آن، مقدار سود و افزایش عملکرد را عاید سازد.

پاورقی

1- Thermo- gravimetric method

منابع مورد استفاده

- ۱- خلیل پور، ا. ۱۳۸۱؛ بررسی کاربرد پلیمر سوپر جاذب برای کنترل فرسایش خاک. دومین دوره تخصصی - آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپر جاذب.
- ۲- سماوات، س. ۱۳۷۱؛ اثر ماده اصلاح کننده فیزیکی خاک روی برخی خصوصیات خاک و عملکرد گیاه، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

جدول (۳) متوسط تعداد غلاف در شاخه فرعی سویا رقم I11 تحت تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری (۸ و ۱۰ روز) و مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار). اعداد متن جدول عبارتند از میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار از میانگین.

میانگین دور آبیاری	مقادیر سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار)			میانگین دور آبیاری
	صفر	۷۵	۱۵۰	
۶	۶۳/۹۳ \pm ۶/۵۲	۶۰/۶۷ \pm ۹/۷۲	۶۶/۳۳ \pm ۱۰/۱۸	۶۸/۵۳ \pm ۲/۲۸
۸	۶۶/۷۷ \pm ۲/۹۷	۶۸/۱۳ \pm ۲/۳۳	۶۱/۴۰ \pm ۱/۳۳	۵۸/۸۷ \pm ۴/۰۲
۱۰	۷۳/۰۷ \pm ۲/۰۱	۶۳/۳۳ \pm ۸/۱۸	۹۲/۴۰ \pm ۱۳/۴۶	۶۴/۳۳ \pm ۲/۹۵
	۶۷/۹۲ \pm ۲/۷	۶۱/۸۰ \pm ۰/۷۹۵/۶۲ \pm ۸/۱		۵۷/۲۲ \pm ۲/۶۳

جدول (۴) متوسط عملکرد پروتئین گیاه سویا رقم L11 تحت تأثیر دوزهای مختلف آبیاری (۰، ۶، ۸ و ۱۰ روز) و مقادیر مختلف پلیمر سوربرجاذب (صفر، ۰.۷۵، ۱.۵۰ و ۲.۲۵ کیلوگرم در هکتار). اعداد متن جدول عبارتند از میانگین سه تکرار ± انحراف معیار از میانگین.

میانگین دور آبیاری	مقادیر سوربرجاذب (کیلوگرم در هکتار)			میانگین
	صفر	۱۵۰	۷۵	
۶	۱۷۱۳ ± ۷۷/۸	۱۸۲۱ ± ۱۵۱/۵	۱۸۲۸ ± ۲۲/۴	۲۳۵۶ ± ۲۰۸/۶
۸	۱۲۸۲ ± ۸۱/۴	۱۶۸۴ ± ۱۲۰/۰	۱۷۰۱ ± ۱۰۳/۰	۱۹۰۱ ± ۷۹۶/۰
۱۰	۱۳۹۹ ± ۷۸/۰	۱۶۹۲ ± ۱۱۰/۰	۱۷۵۵ ± ۱۳۱/۰	۱۹۱۲ ± ۵۷/۸
میانگین دور آبیاری	۱۲۲۵ ± ۲۶۵	۱۷۳۲ ± ۴۲/۴	۱۷۶۱ ± ۳۶/۸	۲۰۵۶ ± ۱۴۹

۳- عابدی کوپایی، ج. و ف.، سهراب. ۱۳۸۳؛ ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب بر ظرفیت نگهداشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر. سال هفدهم. شماره ۳. ۱۷۳-۱۶۳.

۴- علیزاده، ا. ۱۳۸۰؛ طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی. ۶۵۵ صفحه.

۵- فتحی، ق. (ترجمه). ۱۳۷۸؛ رشد و تغذیه گیاهان زراعی. ۳۷۲ صفحه.

۶- کریمی، ا. ۱۳۷۲؛ بررسی تأثیر ماده اصلاحیه ایگیتا روی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۷- گنجی خرم دل، ن. ۱۳۷۸؛ تأثیر پلیمر جاذب رطوبت PR۳۰۰۵A روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

8- Abraham, J. and V.N. Rajasekharan Pillai. 1995; N, N-methylene bisacrylamide-crosslinked polyacrylamide for controlled release urea fertilizer formulations. Communications in Soil Science and Plant Analysis 26(19&20):3231-3241.

9- Al-Darby, A. M. and Al-Sheikh, A. A. 1995; The combined effect of soil gel-conditioner and irrigation water quality and level on soil water retention and availability water and salt distribution in sandy soil. Arab Journal of Scientific Research, 13: 719-748.

10- Al-Harbi, A.R., A.M. Al-Omran, A.A. Shalalay, and M.L. Choudhary. 1999; Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HortScience 34(2): 223-224.

11- Azzam, R.A.I. 1980; Tailoring polymeric gels for soil reclamation and hydroponics. Communications in Soil Science and Plant Analysis 16(10): 1123-1138.

12- Barvenik, F.W. 1994; Polyacrylamide characteristics related to soil applications. Soil Science 158(4): 235-243.

13- Ben-Hur, M., and J.Letey. 1989; Effect of polysaccharides, clay dispersion, and impact energy on water infiltration. Soil Science Society of America Journal 53: 233-238.

14- Bowman, D.C. and R.Y. Evans. 1991; Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. HortScience 26(8):1063-1065.

15- Chatzopoulos, F., J.F. Fugit, L. Ouillous. 2000; Etu deocation function do different parameters dolabsption et alla desorption do Sodium retitule, European Polymer Journal 36: 51-60.

- 16- Helalia, A., and J. Letey. 1988; Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. Soil Science Society of America Journal 52: 247-250.
- 17- Huttermann. A., Zommodi. M., Reise. K.1999; Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedling subjected to drought. Soil and Tillage Research 50: 295-304.
- 18- Mikklensen, R.L. 1994; Using hydrophilic polymer to control nutrient release. Fertilizer Research 38: 53-59.
- 19-Orzolek, M.D. 1993; Use of hydrophilic polymer in horticulture. HortTechnology 3(1): 41-44.
- 20- Ramseur, E.L., V.L., V.L. Qusienberry, S.V. Wallace and J. H. Palmer. 1984. Yield and yield components of braxton soybeans as influenced by irrigation adn interow spacing. Agronomy Journal 76: 442-446.
- 21- Scow, K.M. and M.Alexander. 1992; Effect of diffusion on the kinetics of biodegradation: experimental results with synthetic aggregates. Soil Science Society of America Journal 56: 128-134.
- 22- Silberbush, M. and E. Adar and Y.Malach. 1993;Use of a hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. Agricultural Water Management. 23: 303-313.
- 23- Soyjka, R.E. and R.D.Lentz. 1997; Reduction furrow irrigation erosion with polyacrylamide. Journal of Production Agriculture 10: 47-52.
- 24- Specht, J. E., K. Chase, M. Macrander, G. L. Graef, J. Chung, J. P. Markwell, M. Germann, J. H. Orf and K. G. Lark. 2001; Soybean response to water. Crop Sci. 41: 493-509.
- 25- Stocker, O. 1960; Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency. Arid Zone Res. 15: 63-104.
- 26- Teyel, M.Y., O.A. EL-Hady. 1981; Super gel as a soil conditioner. Acta Horticulturae 119: 247-250.
- 27- Wang, Y.and C.A. Boogher. 1987; Effect of medium-incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. Journal of Environmental Horticulture 5: 125-127.
- 28- Woodhouse, J. and Johnson, M. S. 1991; Effect of superabsorbent polymers on survival and growth of crop seedings. Agricultural Water Management. 20:63-70.

جدول (۵) متوسط عملکرد روغن گیاه سویا رقم I11 تحت تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری (۰، ۰.۶ و ۱.۰ روز) و مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب (صفر، ۰.۷۵، ۱.۵۰ و ۲.۲۵ کیلوگرم در هکتار). اعداد متن جدول میانگین از میانگین سه تکرار \pm انحراف معیار از میانگین.

میانگین مقادیر سوپر جاذب	مقادیر سوپر جاذب (کیلوگرم در هکتار)			میانگین دور آبیاری
	۲۲۵	۱۵۰	صفر	
۱۱۶۱ \pm ۹۲/۳	۱۰۰۵ \pm ۲۵/۳	۱۰۷۹ \pm ۱۸/۱	۱۲۳۲ \pm ۱۲/۶	۶
۹۷۷ \pm ۲۶/۳	۸۷۵ \pm ۳۳/۲	۹۶۳ \pm ۸/۱	۱۱۰۰ \pm ۲۲/۶	۸
۱۰۲۱ \pm ۲۵/۵	۸۹۷ \pm ۵۷/۶	۱۰۱۷ \pm ۶۸/۳	۱۱۱۲ \pm ۲۷/۶	۱۰
۹۲۶ \pm ۲۰/۸	۱۰۱۹ \pm ۲۳/۵	۱۰۵۲ \pm ۲۵/۱	۱۲۱۵ \pm ۱۰/۹	میانگین دور آبیاری