نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد پنجم، شماره دوم، ۱۳۹٤
http://ejsms.gau.ac.ir

واکنش عملکرد و کیفیت دانه سویا رقم DPX به منابع مختلف کودهای زیستی (PGPR)، ورمی‌کمپوست و سطوح مختلف کودهای شیمیایی در حضور هیدروژل ابرجاذب

علی احمدی[۱]، *زهرا عربی[۲] و آسیه سیاه‌مرگویی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران، [۲]استادیار گروه علوم خاک، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران، [۳]استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: ایران کشوری است خشک و تولید محصول نیز باید مطابق با آب و هوای آن باشد. آب محدودیت اصلی در تولید محصول است. به این منظور جهت حفظ رطوبت خاک از موادی مانند پسماندهای گیاهی، مالچ گیاهی، زوائد و برخی مواد مصنوعی مانند هیدروژل‌های سوپرجاذب می‌توان استفاده کرد. هیدروژل‌های سوپرجاذب با توجه به ساختار آن‌ها قادر به جذب و حفظ رطوبت زیادی هستند. به‌منظور بررسی اثر ترکیبات مختلفی از مقادیر متفاوت کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک در حضور مواد جاذب رطوبت بر برخی صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد سویا تحت شرایط آب و هوایی منطقه گرگان، پژوهشی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در سال ۱۳۹۱ و در اراضی روستای النگ در ٤ کیلومتری شمال‌شرقی شهرستان کردکوی به موقعیت ۵۰ درجه و ۳٦ دقیقه شمالی و ٥٤ درجه و ۸ دقیقه شرقی با شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب با بافت خاک لومی رسی سیلتی اجرا گردید. برخی خصوصیات شیمیایی آن شامل EC=۱/٤ ds/m، pH=۷/۳، %O.M=۱/۱، $B.D=۱/۵\ g/cm^3$، %F.C=۲۷/۳، %N=۰/۱۱، P_2O_5=٦/۵ ppm و K^+=۲۰۰ ppm می‌باشد. در این آزمایش مصرف یا عدم مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب آکوازورب و ۱۰ ترکیب متفاوت از مقادیر مختلف کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و فسفر بارور ۲، تیمارهای آزمایشی را تشکیل دادند. تیمارها شامل شاهد بدون اعمال هیچ‌گونه کود (Control)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (B_1)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و تلقیح کود زیستی (B_2)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_3)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_4)، تلقیح کود زیستی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_5)، تلقیح کود زیستی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_6)، ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_7)، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_8) و تلقیح کود زیستی (B_9) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد گره در بوته، ارتفاع اولین گره از زمین، تعداد شاخه فرعی، عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه بودند.

* مسئول مکاتبه: arabi_z2003@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی می‌تواند با کاهش ۵۰ درصدی مصرف کودهای شیمیایی به همراه هیدروژل ابرجاذب (B_2)، بیش‌ترین میزان عملکرد به مقدار ٤۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار و تیمار شاهد کم‌ترین عملکرد را داشته باشد. همین‌طور در بسیاری از صفات اجزای عملکرد، تیمارهای B_5 و B_6 بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند که نشان‌دهنده تأثیر مثبت تلفیق کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست بر آن‌ها بوده است.

نتیجه‌گیری: کاربرد کودهای بیولوژیک بر روی عملکرد سویا تأثیر مثبت داشته و سبب افزایش عملکرد شده است. در این پژوهش با کاهش مصرف کودهای شیمیایی از طریق جایگزین نمودن با برخی کودهای آلی و بیولوژیک در حضور پلیمرهای آبدوست، افزایش عملکرد سویا به‌طور معنی‌داری مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: آکوازورب، سویا، کود زیستی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

حفظ باروری گیاه و استفاده کافی و مناسب از عناصر غذایی یکی از عوامل کلیدی در افزایش عملکرد است (۵). کودهای معدنی و آلی منابع تأمین‌کننده عناصر ضروری برای رشد و توسعه در گیاهان است. از میان نیازهای غذایی مختلف، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌عنوان مهم‌ترین عناصر غذایی ضروری برای رشد و توسعه گیاه شناخته شده است (۲۱، ۱۱، ۲۲، ۲۰، ۱۷). کودهای بیولوژیک شامل باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت هوا (ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و ریزوبیوم)، قارچ مایکوریزا، باکتری‌های تیوباسیلیوس، میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات می‌باشد (۱۲، ۱۸). کودهای آلی مثل ورمی‌کمپوست از تجزیه مواد آلی تولید می‌گردند (۱۲). کمپوست‌ها علاوه بر عناصر پر مصرف می‌تواند بخشی از نیاز گیاهان به آهن، روی، منگنز، مس و مولیبدن را نیز برطرف نموده و به‌عنوان کود کامل مورد استفاده قرار گیرد (۳).

ورمی‌کمپوست حاوی آنزیم‌هایی مانند پروتئاز، لیپاز، آمیلاز، سلولاز، لیگناز، کیتیناز، ویتامین‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و هورمون‌های رشد بوده که در تجزیه بیولوژیک مواد آلی خاک نقش مؤثر دارد (۲۳). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی شود (١٤). همچنین گزارش شده است که استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر نیز همراه با ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش مقدار نیتروژن و فسفر موجود در ورمی‌کمپوست شود (۱۳) و از این طریق موجب افزایش رشد گیاه و عملکرد گردد. هادی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد توأم کود کامل شیمیایی و کود دامی منجر به افزایش طول و حجم ریشه سویا نسبت به تیمار کود کامل شیمیایی و تیمار شاهد شده که این امر را به مقاومت مکانیکی پایین‌تر، تهویه بهتر و وزن مخصوص ظاهری پایین‌تر خاک سطحی در اثر مصرف کود دامی نسبت داده‌اند که امکان گسترش و رشد بیش‌تر ریشه سویا را در خاک فراهم نموده است (۹).

از طرفی، با توجه به اهمیت آب در بیش‌تر بخش‌ها حفظ و افزایش کارایی آن به‌خصوص در بخش کشاورزی دارای اهمیت فراوانی است. یکی از موادی که امروزه برای افزایش کارایی مصرف آب مورد توجه قرار گرفته استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب آب است. این هیدروژل‌ها، پلیمرهایی به‌شدت آبدوست هستند که ضمن برخورداری از

سرعت و ظرفیت زیاد جذب آب، مشابه آب انبارهای مینیاتوری عمل کرده و در موقع نیاز ریشه، آب و مواد غذایی محلول در آب را در اختیار ریشه گیاه قرار می‌دهند و باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (۱۶، ۸). از آن‌جایی که استان گلستان از نظر سطح زیرکشت سویا مقام اول را در کشور دارد، در این پژوهش هدف، افزایش عملکرد سویا با کاهش مصرف کودهای شیمیایی از طریق جایگزین نمودن با برخی کودهای آلی و بیولوژیک در حضور پلیمرهای آبدوست می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش در سال ۱۳۹۱ در ٤ کیلومتری شمال‌شرقی شهرستان کردکوی در استان گلستان با موقعیت ۵۰ درجه و ۳٦ دقیقه شمالی و ٥٤ درجه و ۸ دقیقه شرقی با شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب با بافت خاک لومی رسی سیلتی اجرا گردید. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه مرکب تهیه گردید. آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک شامل هدایت الکتریکی عصاره خاک (EC_e) با دستگاه هدایت‌سنج، اسیدیته گل اشباع (pH) با استفاده از دستگاه pH متر، مواد آلی خاک به روش والکی و بلک[1]، فراوانی نسبی ذرات (رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری و همین‌طور مقدار نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کجلدال و فسفر قابل‌جذب با استفاده از روش اولسون و پتاسیم قابل‌جذب با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر تعیین شد (جدول ۱).

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول، استفاده از هیدروژل ابرجاذب آکوازورب[2] (۵۰ کیلوگرم در هکتار) در دو سطح (استفاده و عدم استفاده) و فاکتور دوم، کود شامل شاهد بدون اعمال هیچ‌گونه کود (Control)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (B_1)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و تلقیح کود زیستی (B_2)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_3)، ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_4)، تلقیح کود زیستی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_5)، تلقیح کود زیستی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_6)، ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_7)، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_8) و تلقیح کود زیستی (B_9) بودند. جهت اعمال تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی، براساس توصیه کودی آزمایشگاه و به‌منظور استفاده بهینه نیتروژن نیمی از میزان توصیه شده کود اوره در زمان کاشت به‌عنوان آغازگر (۲۵ کیلوگرم در هکتار) و باقی‌مانده به‌صورت سرک در مرحله شروع ساقه‌رفتن و مرحله گلدهی به کرت‌های آزمایشی مورد نظر اختصاص داده شد. کودهای فسفر و پتاسیم نیز از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌ترتیب به‌میزان ۱۳۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اضافه گردید.

بعد از آغشته‌کردن بذور به باکتری برادی‌ریزبیوم ژاپونیکوم، ازتوباکتر و فسفر بارور ۲ (برای تلقیح باکتری به بذور، ابتدا باکتری در محلول ۳ درصد شکر حل نموده و سپس بذور و فسفر بارور ۲ با آن آغشته شدند) کاشت به‌صورت خطی و با دست، بر روی خطوط در عمق ۵ سانتی‌متری انجام گردید قبل از کاشت بذور در داخل خطوط هیدروژل ابرجاذب به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار با دست پاشیده شد و بلافاصله آبیاری بارانی صورت گرفت.

مزرعه به ٦۰ کرت با ابعاد ٤×۳ متر (۱۲ مترمربع) تقسیم شد. فاصله بین تکرارها ۱۰۰ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد، آبیاری به‌صورت بارانی با فواصل زمانی هر ۱۵ روز

1- Walkey and Black
2- Aquazorb

یک‌بار بسته به شرایط آب و هوایی انجام شد. برای حذف اثر حاشیه‌ای از هر طرف کرت یک خط و از ابتدا و انتهای هر خط کاشت ۵۰ سانتی‌متر حذف شد. طول دوره کاشت، روز تا گل‌دهی (تعداد روزهای از زمان کاشت تا هنگامی که ٪۵۰ گل های بوته‌های هر کرت به غلاف تبدیل شدند) و روز تا رسیدن (تعداد روزهای از زمان کاشت تا هنگامی که ٪۵۰ غلاف‌های بوته‌های هر کرت به قهوه‌ای گرایید) در هر کرت در نظر گرفته شد (٦). صفات مورد ارزیابی شامل تعداد روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد گره در بوته، ارتفاع اولین گره از زمین، تعداد شاخه فرعی، عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه بودند. عملکرد از طریق برداشت کل بوته دو خط وسط هر کرت و با احتساب ۱۲ درصد رطوبت، محاسبه گردید. برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه، پس از برداشت از هر کرت به‌میزان ۱۰۰ گرم دانه وزن و از روش کجلدال برای اندازه‌گیری درصد پروتئین و از روش سوکسله برای اندازه‌گیری درصد روغن استفاده شد (۱۵). تجزیه و تحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها به‌ترتیب با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۱۹۹۷) و برنامه کامپیوتری Excel (۲۰۱۰) انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) محل آزمایش.

Table 1. Selected physical and chemical characteristics of the studied soils.

عمق نمونه‌گیری خاک Soil depth (cm)	0-30
هدایت الکتریکی EC (ds/m)	1.4
پ.هاش گل اشباع pH readings of Saturated Soil Paste	7.3
مواد آلی Organic matter (%)	1.1
نیتروژن کل (total nitrogen) (%)	0.11
فسفر قابل‌جذب Available phosphorus (ppm)	6.5
پتاسیم قابل‌جذب Available potassium (ppm)	200
بافت خاک (soil texture)	لوم رس سیلتی Silty clay loam
درصد رس (% Clay)	34
درصد سیلت (% Silt)	54
درصد ماسه (% Sand)	12
وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)	1.5

نتایج و بحث

صفات فنولوژیک

تعداد روز تا گلدهی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده کاربرد هیدروژل ابرجاذب و ترکیبات مختلف کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک بر تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نیز نشان داد که صفت روز تا گلدهی با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب آکوازورب در مقایسه با عدم کاربرد آن افزایش یافته است. افزایش رطوبت خاک که با استفاده از جاذب‌های رطوبتی در خاک به وجود آمده ممکن است باعث افزایش مدت روز تا گلدهی شده باشد. از طرفی کاربرد کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست، باعث افزایش تعداد روز تا گلدهی شده به طوری که بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی در B_5 (۵۵/۱۷ روز) و B_6 (۵۵/۳۳ روز) و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد (۴۵ روز) بوده است (جدول ٤). حسین‌پور و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود نشان دادند که صفت روز تا گلدهی، یک جزء مهم در عملکرد دانه است و اثر مستقیم و زیادی بر آن دارد (۱۰). بنابراین این صفت می‌تواند معیار خوبی جهت برآورد عملکرد دانه در نظر گرفته شود. در این پژوهش کاربرد کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست، باعث افزایش روز تا گلدهی شده است.

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف کاربرد هیدروژل ابرجاذب و ترکیبات متفاوت کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار هیدروژل ابرجاذب در مقایسه با عدم استفاده از آن، باعث افزایش تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک شده است (جدول ۳). به‌علاوه، بیش‌ترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک به تیمارهای B_5 (۱٤۷/۱۷ روز) و B_6 (۱٤۷/٦۷ روز) و کم‌ترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در تیمار شاهد (۱۳۵/٦۷ روز) به‌دست آمد (جدول ٤).

بانگار و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهش خود ۱٦ ژنوتیپ سویا را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که عملکرد دانه با روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد (٤). چتری و همکاران (۲۰۰۳) نیز با بررسی ۱۸ ژنوتیپ سویا در سه سال، نتایج مشابهی به‌دست آوردند (٦). بنابراین هر عاملی که باعث افزایش این صفت شود می‌تواند در عملکرد دانه نیز تأثیر مثبت داشته باشد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر هیدروژل ابرجاذب و کود بر صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت دانه سویا.

Table 2. Analysis of variance (mean square) for effect of superabsorbent hydrogel and fertilizer levels on phonological, morphological, yield traits and seed quality of soybean.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (DF)	تعداد روز تا گلدهی Flowering duration	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Day to maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گره در بوته No. of nodes per plant	ارتفاع اولین گره از زمین The height of the first node	تعداد شاخه فرعی No. of secondary branch	عملکرد دانه Seed yield	روغن دانه Seed oil	پروتئین دانه Seed protein
تکرار replication	2	1.32^{ns}	0.12^{ns}	4.03^{ns}	2.17^{ns}	0.04^{ns}	0.11^{ns}	3355.27^{ns}	1.09^{ns}	0.10^{ns}
هیدروژل ابرجاذب superabsorbent hydrogel	1	33.75**	45.07**	127.02**	4.37^{ns}	6.67**	2.90**	325606**	2.95^{ns}	5.83**
کود fertilizer	9	50.31**	75.92**	589.44**	6.21**	13.82**	5.79**	2008262**	1.92**	12.17**
هیدروژل ابرجاذب × کود superabsorbent hydrogel × fertilizer	9	1.60^{ns}	1.88^{ns}	2.75^{ns}	0.98^{ns}	0.35^{ns}	0.08^{ns}	11407**	0.45^{ns}	0.65^{ns}
خطای آزمایش Error	38	0.46	0.80	2.43	0.59	0.06	0.10	1547	0.23	0.3
ضریب تغییرات (٪) CV%	-	1.29	0.62	1.44	4.77	1.71	8.41	1.23	1.33	2.60

* و ** به‌ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و ns به معنی عدم معنی‌دار بودن است.

* and **: Significant at the 5% and 1% level of probability, respectively, ns: Non-significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر هیدروژل ابرجاذب بر صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت دانه سویا.

Table 3. The comparison of effect superabsorbent hydrogel on phonological, morphological, yield traits and seed quality of soybean.

تیمار Treatment	تعداد روز تا گلدهی Flowering duration (day)	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Day to maturity (day)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد گره در بوته Number of nodes per plant	ارتفاع اولین گره از زمین The height of the first node (cm)	تعداد شاخه فرعی Number secondary branch	روغن دانه Seed oil (%)	پروتئین دانه Seed protein (%)
عدم استفاده از هیدروژل ابرجاذب Lack of superabsorbent hydrogel	51.27[b]	142.50[b]	106.74[b]	15.86[a]	13.37[b]	3.59[b]	20.65[a]	36.80[a]
استفاده از هیدروژل ابرجاذب Use of superabsorbent hydrogel	52.77[a]	144.23[a]	109.65[a]	16.40[a]	14.04[a]	4.03[a]	21.28[a]	36.36[b]

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD Multiple Range Test.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر کود بر صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، عملکرد و کیفیت دانه سویا.

Table 4. The comparison of effect fertilizer on phonological, morphological, yield traits and seed quality of soybean.

پروتئین دانه Seed protein (%)	روغن دانه Seed oil (%)	تعداد شاخه در بوته Number secondary branch	ارتفاع اولین گره از زمین The height of the first node (cm)	تعداد گره در بوته Number of nodes per plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Day to maturity (day)	تعداد روز تا گلدهی Flowering duration (day)	تیمار کودی Fertilizer levels
37.8^{a}	17.2^{e}	2^{f}	9.6^{f}	13.3^{b}	81^{e}	135.3^{e}	44.7^{f}	Control
37.2^{ab}	20.2^{c}	3.5^{cd}	13.2^{d}	15.7^{a}	108.3^{c}	142^{bc}	51^{d}	B_1
37.2^{ab}	21.8^{ab}	5.3^{a}	14.1^{b}	16.3^{a}	102.7^{d}	140.3^{cd}	53.3^{d}	B_2
36.8^{bc}	21.1^{b}	3.5^{cd}	14^{bc}	16.7^{a}	112.3^{ab}	143.3^{b}	52.7^{bc}	B_3
36.7^{bcd}	21.2^{b}	3.2^{cde}	13.8^{c}	16.7^{a}	112^{ab}	143.3^{b}	52^{cd}	B_4
36^{cd}	22.3^{a}	3.7^{c}	15^{a}	16.3^{a}	113.7^{ab}	146.7^{a}	55^{a}	B_5
35.8^{d}	22.1^{ab}	3.6^{c}	15^{a}	15^{ab}	115^{a}	147.7^{a}	54.7^{a}	B_6
37.2^{ab}	19.2^{d}	2.7^{e}	12.8^{e}	15.7^{a}	110.3^{bc}	144^{b}	49.7^{e}	B_7
37.2^{ab}	19.8^{cd}	2.9^{de}	13^{de}	15.3^{a}	111.8^{abc}	143.6^{b}	49.7^{e}	B_8
36.2^{cd}	21.6^{ab}	4.5^{b}	13.2^{d}	16.3^{a}	100.3^{d}	139.3^{d}	49.7^{e}	B_9

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using LSD Multiple Range Test.

شاهد بدون اعمال هیچ‌گونه کود (control)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی (B_1)، ۵۰٪ کود شیمیایی و تلقیح کود زیستی (B_2)، ۵۰٪ کود شیمیایی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_3)، ۵۰٪ کود شیمیایی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_4)، تلقیح کود زیستی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_5)، تلقیح کود زیستی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_6)، ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_7)، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_8)، تلقیح کود زیستی (B_9). در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است.

صفات مورفولوژیک

ارتفاع بوته: ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نیز تحت‌تأثیر کاربرد هیدروژل ابرجاذب و ترکیبات مختلف کودی قرار گرفت (در سطح احتمال ۱ درصد) اما اثر متقابل هیدروژل ابرجاذب و کود، تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲).

افزایش رطوبت قابل دسترس خاک در حضور جاذب‌های رطوبتی و پاسخ مورفولوژیکی سویا به رطوبت مناسب خاک، عواملی است که ممکن است باعث افزایش ارتفاع بوته شده باشد. نتایج راجو و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که افزودن سوپرجاذب باعث افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول گردیده، که بیش‌تر به‌دلیل بهبود شرایط فیزیکی خاک و توانایی نگهداری بیش‌تر آب بوده است (۱۶). همچنین نتایج نشان داد که استفاده از مقادیر و ترکیبات متفاوت کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک سبب افزایش ارتفاع بوته شد به‌طوری‌که بیش‌ترین ارتفاع بوته در تیمار B_6 (۱۱۵ سانتی‌متر) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای B_5، B_4 و B_3 نداشت. کم‌ترین ارتفاع بوته نیز در تیمار شاهد (۸۱ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ٤).

تعداد گره در بوته: تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که استفاده از ترکیبات و مقادیر مختلف کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد سبب افزایش تعداد گره در بوته شد (جدول ۲). بدین صورت که بیش‌ترین تعداد گره در بوته در تیمار B_5 (۱۷/۳۲ عدد) و کم‌ترین تعداد گره در بوته در تیمار شاهد (۱۳/۵۷ عدد) به‌دست آمد (جدول ٤). اما هیدروژل ابرجاذب و اثر متقابل هیدروژل ابرجاذب و کود، تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت.

ارتفاع اولین گره از سطح زمین: نتایج نشان داد که کاربرد هیدروژل ابرجاذب آکوازورب در سطح احتمال ۱ درصد، اثر معنی‌داری بر ارتفاع اولین گره نسبت به عدم کاربرد آن داشت (جدول ۳). ارتفاع اولین گره از سطح زمین تا حدود زیادی همانند ارتفاع بوته تحت‌تأثیر رطوبت خاک قرار دارد. این نتایج با نتایج جهان و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد (۸). آن‌ها گزارش کردند که افزودن هیدروژل ابرجاذب به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می‌گردد و به‌طور غیرمستقیم در عملکرد گیاه مؤثر بوده و باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد. همچنین دیده شد که کاربرد ترکیبات مختلفی از کودها به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، سبب افزایش ارتفاع اولین گره از سطح خاک به طول ۱۵ سانتی‌متر در تیمارهای B_5 و B_6 شد (جدول ٤). لیو و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی شود (١٤).

تعداد شاخه فرعی در بوته: جهان و همکاران (۲۰۱۰)، تعداد شاخه فرعی در بوته را به‌عنوان دومین معیار گزینش مؤثر بر عملکرد پس از روز تا گلدهی مطرح کردند (۸). بنابراین هر عاملی که باعث افزایش این صفت شود بر میزان عملکرد تأثیر خواهد داشت. در این پژوهش، استفاده از هیدروژل ابرجاذب باعث افزایش این صفت در سطح احتمال ۱ درصد شد

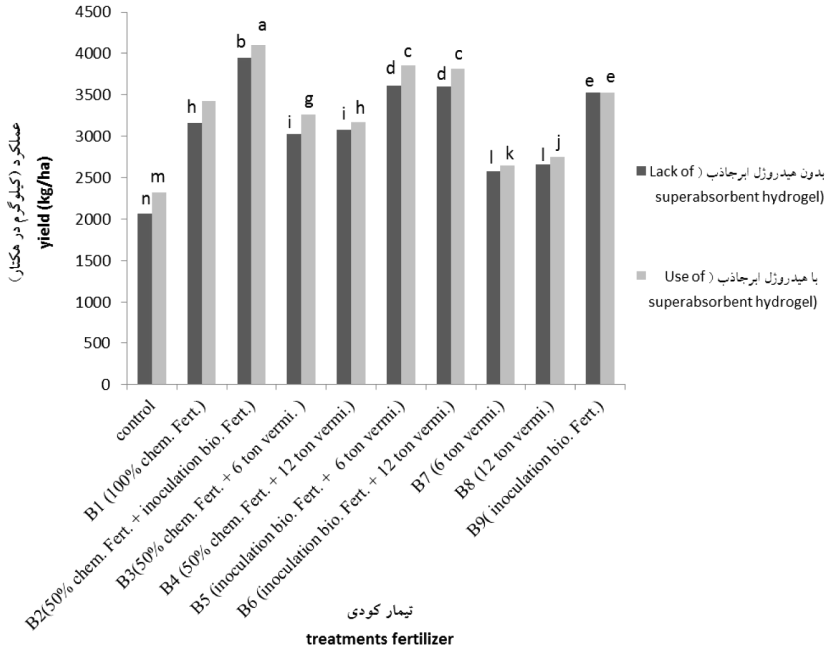
به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی به تعداد ٦/۳ در تیمار B_2 همراه با پلیمر هیدروژل ابرجاذب دست آمد (جدول ٤).

محتوی روغن و پروتئین دانه: تجزیه داده‌ها نشان داد که تیمارهای هیدروژل ابرجاذب آب و ترکیبات مختلف کودی به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار پروتئین دانه تأثیرگذار بود (جدول ۲) به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد پروتئین دانه (۳۷/٦) در تیمار شاهد دیده شد (جدول ٤). حسین‌پور و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که همبستگی منفی و معنی‌دار عملکرد با درصد پروتئین نتیجه اثر غیرمستقیم منفی از طریق تعداد روز تا گلدهی می‌باشد که در این پژوهش نیز تأیید شد (۱۰). محتوی روغن دانه نیز در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تأثیر کاربرد ترکیبات مختلف کودی قرار گرفت (جدول ۲) و بیش‌ترین درصد روغن به مقدار ۲۲/۳ درصد در تیمار B_5 به‌دست آمد (جدول ٤). کاربرد هیدروژل ابرجاذب آب و اثر متقابل آن با کاربرد ترکیبات مختلف کودی اثر معنی‌داری بر روی این صفت نداشت (جدول ۲).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه نیز در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تأثیر تیمارهای هیدروژل ابرجاذب آب، تیمارهای کودی و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد در تیمار B_2 (۵۰ درصد کود شیمیایی و تلقیح کود زیستی) در حضور هیدروژل ابرجاذب به‌میزان ٤۱۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۱). این تأثیر مثبت بیانگر این موضوع است که تثبیت نیتروژن توسط کود زیستی و تأمین عناصر ماکرو مورد نیاز از طریق درصدی از کودهای شیمیایی NPK با افزایش کارایی مصرف آب در حضور هیدروژل ابرجاذب، باعث جذب بیش‌تر مواد غذایی توسط گیاه شده و این امر سبب افزایش رشد و عملکرد گردیده است.

نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سیواپالان و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد (۱۹). آن‌ها گزارش کردند که استفاده از پلیمر جاذب رطوبتی آلکوزورب[1] باعث افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب بر سویا در یک خاک شنی شده است. داوری‌نژاد و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که افزایش مواد آلی به خاک با بهبود وضعیت حاصلخیزی و تهویه خاک و افزایش فعالیت بیولوژیکی سبب افزایش عملکرد خواهد شد (۷). الحاربی و همکاران (۱۹۹۹) تأثیر افزایش سوپر جاذب‌های پلیمری به کمپوست در بهبود شرایط فیزیکی خاک و افزایش عملکرد گیاه را گزارش کردند (۲). همچنین، جهان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ترکیب ۵۰ درصد از کودهای شیمیایی (NPK) توصیه شده با کود زیستی آزوسپریلیوم می‌تواند علاوه بر کاهش مصرف کود شیمیایی، تولید محصول را نیز افزایش دهد (۸).

1- Alkozorb



شکل ۱- تأثیر ترکیبات مختلف کودی در حضور و عدم حضور هیدروژل ابرجاذب بر عملکرد دانه.

Figure 1. Effect of different combinations of fertilizers in the presence or absence of Superabsorbent hydrogel on grain yield.

شاهد بدون اعمال هیچ‌گونه کود (control)، ۱۰۰٪ کود شیمیایی (B_1)، ۵۰٪ کود شیمیایی و تلقیح کود زیستی (B_2)، ۵۰٪ کود شیمیایی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_3)، ۵۰٪ کود شیمیایی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_4)، تلقیح کود زیستی و ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_5)، تلقیح کود زیستی و ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_6)، ٦ تن ورمی‌کمپوست (B_7)، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست (B_8)، تلقیح کود زیستی (B_9). در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده یا عدم استفاده از هیدروژل ابرجاذب و سطوح مختلف کودهای تلفیقی استفاده شده بر روی عملکرد رقم DPX سویا اختلاف معنی‌داری داشته است. هیدروژل ابرجاذب با جذب ٤۰۰ برابری آب در درون خود و رهاسازی آن در زمان نیاز گیاه از تنش‌های وارده به آن جلوگیری نموده و حتی شرایطی را برای جذب دیگر مواد غذایی برای گیاه فراهم می‌کند. همان‌طوری که در این پژوهش مشاهده شد، استفاده از هیدروژل ابرجاذب بر روی تمامی صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی به استثنای تعداد گره در بوته و پروتئین دانه، تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر هیدروژل ابرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف بدون دانه، وزن غلاف با دانه، وزن هزاردانه مثبت و معنی‌دار بوده است.

نتایج بیانگر آن است که تلقیح توأم بذرهای سویا منجر به افزایش وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهای شاهد شد. همان‌طوری که داده‌های به‌دست آمده در این آزمایش نشان داد استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند به مراتب بهتر از کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی باشد. استفاده تلفیقی از این منابع توانست ضمن کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، پایداری در تولید محصولات زراعی را نیز تضمین کند.

نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمار B_2 به همراه هیدروژل ابرجاذب به مقدار ٤١٠٠ کیلوگرم بر هکتار و سپس همین تیمار بدون کاربرد هیدروژل به مقدار ۳۹۵۰ کیلوگرم بر هکتار بیش‌ترین میزان عملکرد سویا را داشته‌اند. تیمارهای B_5 و B_6 به‌ترتیب با مقادیر ۳۸۵۰ و ۳۸۱۳ به همراه هیدروژل ابرجاذب در سطوح پایین‌تر قرار گرفتند که البته اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی با توجه به در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، تیمار B_5 که مصرف ورمی‌کمپوست کم‌تری نسبت به B_6 دارد، بهتر می‌باشد. تیمار شاهد نیز کم‌ترین عملکرد را از خود نشان داد.

اثر متقابل کود و هیدروژل ابرجاذب بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود ولی بیش‌ترین درصد روغن دانه به تیمار تلقیح کود زیستی + ٦ تن ورمی‌کمپوست (۲۲/۳۳ درصد) و کم‌ترین درصد روغن به تیمار شاهد (۱۷/۵۵ درصد) مربوط است. همین‌طور با توجه به عدم معنی‌داری اثر متقابل کود و هیدروژل ابرجاذب بر پروتئین دانه، کم‌ترین درصد پروتئین به تیمار تلقیح کود زیستی + ٦ تن ورمی‌کمپوست (۳۵/۸۳ درصد) و بیش‌ترین درصد پروتئین به تیمار شاهد (۳۷/٦۳ درصد) مربوط است.

منابع

1.Abedini Torghabe, J. 2010. Investigation of effects of including of super absorbent polymers to compost in water absorbance rate and other physical-chemical factors. The 5th national congress of waste management. 10p. (In Persian)

2.Al-Harbi, A.M., Al-Omran, A., Shalaby, A., and Choudhary, M.I. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. Hortsci. J. 34: 223-224.

3.Asadi, A., and Mahmoodi, M. 2001. Investigation of chemical manure application tends and its results in Mazandaran province. The 7th Soil Science Congress. Shahre Kord city, Iran. (In Persian)

4.Bangar, N.D., Mukhekar, G.D., Lad, D.B., and Mukhedkar, D.G. 2003. Genetic variability, correlation and regression studies in soybean. Mau J. 28: 320-321.

5.Caliskan, S., Ozakaya, I., Caliskan, M.E., and Arslan, M. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. Field Crop Res J. 108: 126-132.

6.Chettri, M., Mondal, S., and Nath, R. 2003. Studies on correlation and path analysis in soybean (*Glycin max* L. Merrill) in the Darjeeling hills. Hill Res J. 16: 2. 101-103.

7.Davarinejad, G.H., Haghniya, H., Shahbazi, H., and Mohammadiyan, R. 2002. Effect of compost and manure on sugar beet production. JAST J. 16: 2. 75-83.

8.Gehan, G., Mostafa, A., and Abo-Baker, A.A. 2010. Effect of bio- and chemical fertilization on growth of sunflower at south valley area. Asian Crop Sci. J. 2: 137-146.

9.Hadi, H., Daneshian, J., Asgharzadeh, A., Hamidi, A., Jonoubi, P., Ghooshchi, F., and Nasi, M. 2009. Effect of free and symbiotic nitrogen fixing bacterial co- inoculation on seed and seedling of soybean seeds produced under deficit water condition. Agroecology. 1: 1. 53-64. (In Persian)

10.Hosseinpor, H., Alishah, O., Mohammadi, A., and Hezarjaribi, E. 2012. Correlation Analysis of Agronomic Traits, Morphological and Phonological 30 Soybean lines Golestan Province. J. Crop Breed. 3: 7. 1-10. (In Persian)

11.Ilbas, A.I., and Sahn, S. 2005. Glomus fasciculatum inoculation improves soybean production. Acta- Agriculturae-Scandinavica-section-B, soil and plant sciences. India. 55: 4. 287-292.

12.Iranipoor, Sh., Akbari, R., and Salehi, M. 2006. Biofertilizers and them roles in farming systems. Seasonal J. Iaeo. Org. 4: 14. 25-29. (In Persian)

13.Kumar, V., and Sing, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. J. Bioresour. Technol. 76: 173-175.
14.Liu, X., Herbert, S.J., Hashem, A.M.I., Litchfield, G.V., Zhang, Q., and Barzegar, A.R. 2006. Yield and yield components response of old and new soybean cultivars to source-sink manipulation under light enrichment. Plant Soil Environ. J. 52: 4. 150-158.
15.Parvaneh, V. 1998. Quality control testing of food chemicals. Tehran University Press. (In Persian)
16.Raju, K.M., Raju, M.P., and Mohan, Y.M. 2002. Synthesis and water absorbency of cross linked superabsorbent Polymers. Appl. Polym. Sci. J. 85: 1795-1801.
17.Salvagiotti, F., Cassman, K.G., and Specht, J.E. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to N in soybean: a review. Field Crop Res. J. 108: 1-13.
18.Shir Esmaeili, A. 1996. Evaluation of effects of nitrogen manure and bacteria on yield, oil and protein percent of soybean. M.Sc. Thesis. Faculty of agriculture. Esfahan University of Technology. (In Persian)
19.Sivapalan, S. 2001. Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency. Proceeding of 10th Australian agronomy conference.
20.Sogut, T. 2006. Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycin max* L.) cultivars better than fertilizer. New Zeal Crop Hort. J. 34: 115-120.
21.Tomar, S., Singh, R., and Singh, P.S. 2004. Response of phosphorus, sulfur and Rhizobium inoculation on growth, yield and quality of soybean. Prog. Agri. J. 4: 1. 72-73.
22.Werner, D., and Newton, W.E. 2005. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and environment- Netherlands, 347p.
23.Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media. Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of thee tomato varieties. Sci. Hortic-Amsterdam. J. 112: 2. 191-199.

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 5(2), 2015
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The response of yield and quality of soybean (cv DPX) to different sources of biological fertilizers (PGPR), vermicompost and different levels of chemical fertilizers in the presence of super absorbent hydrogel

A. Ahmadi[1], *Z. Arabi[2] and A. Siahmargue[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran,
[3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 01/04/2014; Accepted: 11/11/2014

Abstract

Background and Objectives: Iran is an arid region and crop production systems must adapt to this climate. Water is the main problem limiting yield improvement. In order to save soil moisture, some materials such as crop residue, mulch plants, waste and other synthetic materials like super absorbent hydrogel can be used. Super absorbent hydrogel are highly hydrophilic due to low cross-links in their structure and retain much water. In order to investigate the effects of different combinations and amounts of chemical, biological and organic manure in presence of water absorbent materials on some phenological, morphological and yield of soybean, a field study was carried out in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications.

Materials and Methods: This investigation was carried out in 1391, in the village Alang, located 4 km in the east north of the town Kordkuy (Latitude 36˚ 50′ N, Longitude 54˚ 08′ E). The climate of the region is warm and humid and the soil texture is silty clay loam. Some chemical characteristics of the soil were EC=1.4 ds/m, pH=7.3, %O.M=1.1, B.D=1.5 g/cm^3, %F.C=27.3, %N=0.11, P_2O_5=6.5 ppm and K^+=200 ppm. In this experiment two levels of super absorbent polymer namely Aquazorb such as control and 50 kg/ha and 10 different combination and amount of chemical, vermicompost and prolific phosphorus 2 were applied. Treatments without applying any fertilizer (Control), 100 percent chemical fertilizers (B_1), 50 percent of chemical fertilizers and bio- fertilizers inoculation (B_2), 50 percent and 6 tons of vermicompost (B_3), 50 percent of fertilizer and 12 tons of vermicompost (B_4), inoculated with bio-fertilizer and 6 tons of vermicompost (B_5), inoculated with bio-fertilizer and 12 tons of vermicompost (B_6), 6 tons of vermicompost (B_7), 12 tons of vermicompost (B_8) and inoculated with bio-fertilizer (B_9), respectively. Flowering duration, day to maturity, plant height, number of nodes per plant, the height of the first node, number of secondary branch, % seed oil, % seed protein and plant yield were measured.

Results: The results indicate that inoculation with bio-fertilizers and 50% chemical fertilizers (NPK) recommended in the presence of superabsorbent polymers (B_2), had the highest yield (4100 kg/ha) and the control treatment had the lowest performance. Similarly, in many traits of yield components, B_5 and B_6 treatments had the largest amount of data that demonstrate the positive impact of the integration of bio-fertilizers and vermicompost on them.

Conclusion: The use of bio-fertilizers on soybean yield had a positive impact and increase performance. In this study, reduction the consumption of chemical fertilizers via replacing with some of organic and biological fertilizers in presence of hydrophilic polymers, was observed to increase soybean yield significantly.

Keywords: Aquazorb, Soybean, PGPR, Vermicompost

* Corresponding Authors; Email: arabi_z2003@yahoo.com