اثر محلول‌پاشی فراورده‌های حاوی اسید آمینه و کود آلی بر میزان پروتئین و فتوسنتز جاری سویا (*Glycine max*) در زمان‌های متفاوت برداشت

پری طوسی*[۱]، مهدی تاج‌بخش[۲]، مسعود اصفهانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران

۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ایران

۳- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ایران

*مسوول مکاتبه: p_tousi@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۳۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۲۰**

چکیده

به منظور بررسی اثر محرک‌های رشد ارگانیک و زمان برداشت بر سهم فتوسنتز جاری سویا رقم ویلیامز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. فاکتور اول، مواد محلول‌پاشی شامل کادوستیم (به نسبت ۰/۵ در هزار)، آمینول‌فورته (به نسبت ۲ در هزار)، کود حیوانی (گاوی، به میزان ۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب)، آب مغناطیسی (۲۰ لیتر در متر مربع) به همراه یک تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و فاکتور دوم، سه زمان برداشت بر اساس رطوبت دانه ۲۵-۲۰، ۱۵-۱٤ (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد نیام‌ها) و ۱۲-۱۰ درصد (رسیدگی کامل نیام‌ها) بود. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم، بیشترین عملکرد دانه و روغن (۲۸۵۳ و٦٦٤ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار) و فتوسنتز جاری (۲٤۰۵ گرم در متر مربع) را دارا بود. کادوستیم و کود حیوانی بیشترین انتقال مجدد ماده خشک (به ترتیب با میانگین‌های ٤۱۵/۷ و ۳۸۳/٤ گرم در متر مربع)، کارایی انتقال مجدد ماده خشک و میزان روغن را داشتند. براساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کادوستیم و کود حیوانی در زمان برداشت دوم موجب افزایش محصول، جلوگیری از اثرات مخرب آلاینده‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رطوبت دانه، سویا، عملکرد روغن، کادوستیم.

مقدمه

سویا (*Glycine max*) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که منبع اصلی روغن و پروتئین با کیفیت بالا به شمار می‌رود و در بین گیاهان روغنی، بیشترین سطح زیر کشت را در جهان دارد (گریشوپ و فی، ۲۰۰۱). بالا بودن میزان اسید چرب لینولئیک در روغن سویا در مقایسه با دیگر اسیدهای چرب، موجب افزایش کیفیت روغن آن شده است (ویلکوکس و شیبل، ۲۰۰۱).

جمله این تکنیک‌ها، استفاده از ترکیباتی است که حاوی اسیدهای آمینه آزاد، الیگوپپتیدهای فعال زیستی، مواد آلی و

به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، عملیات زراعی متعددی نظیر مصرف کودهای شیمیایی صورت می‌گیرد. نتیجه این فعالیت‌ها طی سال‌های اخیر بحران آلودگی‌های زیست محیطی به ویژه آلودگی منابع خاک و آب بوده است که زنجیروار به منابع غذایی انسان‌ها راه یافته است و سلامت جامعه بشری را مورد تهدید قرار داده است (کیم و استاکر، ۲۰۰٦). کاهش این مخاطرات زیست محیطی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی نیازمند بکارگیری تکنیک‌های نوین زراعی است. از عناصر معدنی اصلی باشند (کوپر، ۲۰۰۳). آمینول فورته[۱] و

کادوستیم[2]، به عنوان عناصر آلی و معدنی ضروری برای رشد گیاهان فعالیت دارند و بر تحریک رشد کمی و کیفی گیاهان موثرند (توماس و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده است که فراورده‌های زیستی مشتمل بر اسیدهای آمینه (آمینول فورته و کادوستیم)، موجب تحریک متابولیسم و فرایندهای متابولیکی در جهت افزایش کارایی گیاهان می‌شوند (استارک، ۲۰۰۵). طی چندین سال گذشته موضوع اصلی فعالیت گسترده پژوهشی در اکثر مراکز تحقیقات جهانی پیرامون کاربردهای مختلف اسیدهای آمینه و الیگوپپتیدهای با وزن مولکولی پایین متمرکز شده است (گارونکا، ۲۰۰۸). مصرف محرک‌های آمینول فورته، کادوستیم و هیومی فورته می‌تواند با اثرگذاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه، یکی از مهم‌ترین عوامل در کشت موفق باشد (گلزاده و همکاران، ۱۳۹۰).

تحقیقات اسد و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که محلول‌پاشی آمینول فورته، کادوستیم و هیومی فورته موجب افزایش عملکرد گیاهانی چون آفتابگردان، کلزا و سبزیجات گردید.

تحریک گیاه با استفاده از میدان مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد گیاه مورد توجه قرار گرفته است (الجاجیان، ۲۰۰۷). تحقیقات صورت گرفته در مورد مصرف آب مغناطیسی در کشاورزی نشان داده است که استفاده از آب مغناطیسی موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، افزایش درصد سبز شدن و کاهش مصرف بذر می‌گردد (الجاجیان، ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات سالیها (۲۰۰۵) نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی بر بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش کیفیت آب آبیاری و عملکرد محصول که از اهداف کشاورزی پایدار است، موثر می‌باشد.

یکی دیگر از عوامل موثر بر افزودن کارایی اقتصادی محصول استراتژیک سویا، تعیین زمان برداشت بهینه است. در واقع با آگاهی از زمان برداشت مناسب می‌توان مدیریت مناسبی جهت استفاده از نهاده‌ها و برنامه‌ریزی‌های لازم را در جهت اجتناب گیاه در برخورد با شرایط نامساعد محیطی اتخاذ کرد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

هدف از این تحقیق اثر محلول‌پاشی فراورده‌های حاوی اسیدهای آمینه، آب مغناطیسی و همچنین، تعیین زمان مناسب برداشت سویا در شرایط آب و هوایی رشت بود. در واقع با درک نهاده‌های کشاورزی در توسعه پایدار و لزوم ورود به عرصه‌های جدید تولید و با توجه به بحران آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، شناخت محرک‌های رشد ارگانیک در گیاهان روغنی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

آزمایش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی مواد آلی، آب مغناطیسی و تعیین زمان برداشت سویای رقم ویلیامز به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. فاکتور اول، مواد محلول‌پاشی شامل کادوستیم (به نسبت ۰/۵ در هزار)، آمینول فورته (به نسبت ۲ در هزار)، کود حیوانی (گاوی، به میزان ۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب)، آب مغناطیسی (۲۰ لیتر در متر مربع) به همراه یک تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و فاکتور دوم، به صورت سه زمان برداشت شامل ۱- هنگامی که رطوبت دانه در نیام‌های ساقه اصلی ۲۵-۲۰ درصد بود ۲- هنگامی که رطوبت دانه در نیام‌های ساقه اصلی ۱۵-۱٤ درصد بود (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد نیام) ۳- هنگامی که رطوبت دانه در نیام‌های ساقه اصلی ۱۲-۱۰ درصد (رسیدگی کامل نیام‌ها) بود، منظور شدند.

برای تهیه عصاره محلول‌پاشی کود حیوانی، مخلوطی از آب و کود حیوانی با نسبت ۱به۱۰ تهیه و به مدت ٤۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. پس از اتمام این مدت،

[1]. Aminol forte
[2]. Kadostim

محلول از دو لایه پارچه نازک عبور داده شد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۷). سپس، محلول حاصل، کادوستیم، آمینول فورته و آب مغناطیسی با استفاده از سمپاش موتوری پشتی با فشار ۰/۲ بار در هنگام غروب در مراحل قبل از شروع گلدهی (R_1)، اتمام گلدهی (R_2) و قبل از دانه‌بندی (R_4) محلول‌پاشی شدند (براساس مراحل رشدی فهر و همکاران، ۱۹۷۱). آب مغناطیسی با عبور آب معمولی از میدان مغناطیسی توسط دستگاه مغناطیسی مدل BIS12 ساخت کشور روسیه تهیه شد. مقدار و نوع اسیدهای آمینه آزاد بکار رفته در فرمولاسیون محرک‌های رشد مورد استفاده در این پژوهش براساس درصد از کل ترکیب اسیدهای آمینه شامل گلایسین ۱۰ درصد، والین ۵/۱ درصد، پرولین ۸/٤ درصد، آلانین ۱۳/۲ درصد، اسید آسپارتیک ٤/۵ درصد، آرژینین ۸/٤ درصد، اسید گلوتامیک ۰/۹ درصد، لیزین ۵/۱ درصد، لوسین ۱٦/۵ درصد، ایزولوسین ٤/۵ درصد، فنیل آلانین ۵/۱ درصد، متیونین ٤/۲ درصد، سرین ۳/۹ درصد، ترئونین ۳ درصد، هیستیدین ۳ درصد، تیروزین ۱/۵ درصد، گلوتامین ۰/۹ درصد، سیستئین ۰/۳ درصد، آسپارژین ۰/٤ درصد، تریپتوفان ۰/٤ درصد و سایر ۰/۰۸ درصد بودند. نتایج تجزیه کود آلی مصرفی در جدول ۱ آورده شده است. بعد از آماده شدن زمین، تمام کود نیتروژنه از منبع اوره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار برحسب آزمون خاک قبل از کاشت بذر به مزرعه داده شد. بافت خاک محل آزمایش، با pH ٦/۰۸ و میزان کربن آلی خاک ۱ درصد بود (جدول ۲).

هرکرت آزمایش شامل ٦ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ٤ متر بود. فاصله بین تیمارها و تکرارها یک متر در نظر گرفته شد. ژنوتیپ سویا (ویلیامز) دارای تیپ رشدی نامحدود، تا حدودی زودرس، پرمحصول و از گروه رسیدگی III با مقاومت مطلوب به خوابیدگی و ریزش دانه بود که از بخش دانه‌های روغنی مرکز پارس‌آباد مغان (اردبیل) تهیه گردید. قبل از عملیات کاشت، بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن همزیست سویا به نام *برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم* آغشته شدند.

جهت تعیین فاکتور زمان برداشت و اطمینان از درصد رطوبت دانه‌ها، از زمان شروع دانه‌بندی تا رسیدگی، به طور مداوم تعداد ٤۰ نیام از هر کرت و از یک سوم پایینی ساقه اصلی انتخاب و دانه داخل تمام نیام‌ها وزن شدند، سپس نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت واقع و درصد رطوبت دانه تعیین گردید. تعیین درصد رطوبت دانه به کمک آون و با استفاده از فرمول تفاضل وزن خشک از وزن‌تر بر وزن تر بر اساس وزن تر انجام گرفت. صفات گیاهی مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، فتوسنتز جاری، انتقال مجدد ماده خشک، کارایی فتوسنتز جاری، کارایی انتقال مجدد ماده خشک، سهم فتوسنتز جاری، سهم انتقال مجدد ماده خشک، میزان ماده خشک تولید شده در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی (به غیر از بذر)، عملکرد پروتئین، عملکرد روغن، میزان پروتئین، میزان روغن، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن صد دانه بودند.

استخراج روغن با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال هگزان و میزان پروتئین نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال صورت گرفت (امامی، ۱۳۷۵). برای تعیین انتقال مجدد ماده خشک ابتدا در مرحله ۵۰ درصد گلدهی تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و میزان ماده خشک برحسب گرم در متر مربع محاسبه گردید. سپس، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نیز به روش مشابه ۱۰ بوته از هرکرت انتخاب و ماده خشک هر بوته (به استثنای بذر) بر حسب گرم در متر مربع برآورد شد. میزان انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری از روابط زیر محاسبه شد (پاپاکاستا و جاجیاناس، ۱۹۹۱؛ ماجدم و همکاران، ۲۰۰۹):

رابطه ۱ میزان ماده خشک بوته در مرحله رسیدگی به استثنای بذر − میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی = میزان انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع).

رابطه ۲ میزان انتقال مجدد ماده خشک (گرم در مترمربع)− عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) = میزان فتوسنتز جاری (گرم در مترمربع).

جدول ۱- فرمولاسیون محرک زیستی مورد استفاده در تیمارهای مورد آزمایش

مواد محلول پاشی	فرمولاسیون ترکیبات
آمینول فورته	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، نیتروژن اوره‌ای ۰/۸ درصد و نیتروژن آلی ۰/۳ درصد
کادوستیم	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، نیتروژن آمونیاکی ۱/٦ درصد، نیتروژن نیتریکی ۳/۱ درصد، نیتروژن آلی ۰/۳ درصد و پتاسیم (K_2O) ٦ درصد
کود گاوی	نیتروژن (۲/۱٤ درصد)، فسفر (۰/٦۵ درصد)، پتاسیم (۳/۰۱ درصد)، کلسیم (۲/۵۷ درصد) و منیزیم (۰/٦۷)

محرک‌های ذکر شده از منبع شرکت فراورده‌های بیولوژیک ژاپنی به نام TBI Securities & Guarantee Co.Ltd تهیه شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته کل اشباع	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک
۰-۳۰	**۰/٤۱**	**٦/۰۸**	**۱**	**۰/۰۸۹**	**۲۸**	**۱٦۳**	**۱۲**	**۳۹**	**٤۹**	**رسی-سیلتی**

کارایی انتقال مجدد ماده خشک، سهم فتوسنتز جاری، کارایی فتوسنتز جاری و سهم انتقال مجدد ماده خشک نیز از روابط زیر محاسبه شدند (نایو و همکاران، ۱۹۹۸؛ طوسی و همکاران، ۱۳۹۰).

رابطه ۳

$$\text{کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)} = \frac{\text{انتقال مجدد ماده خشک (گرم در متر مربع)}}{\text{میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (گرم در متر مربع)}}$$

رابطه ٤

$$\text{کارایی فتوسنتز جاری (درصد)} = \frac{\text{میزان فتوسنتز جاری (گرم در متر مربع)}}{\text{میزان ماده خشک بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (گرم در متر مربع)}}$$

رابطه ۵

$$\text{سهم فتوسنتز جاری} = ۱۰۰ - \text{سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)}$$

رابطه ٦

$$\text{سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)} = \frac{\text{انتقال مجدد ماده خشک (گرم در متر مربع)}}{\text{عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)}}$$

نتایج و بحث

اجزای عملکرد و عملکرد دانه

محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (V. 9.1) و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی و زمان‌های برداشت از نظر صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن صد دانه و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، ولی اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی× زمان تنها در مورد صفت

عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی در زمان برداشت دوم به ترتیب با میانگین‌های ۲۸۵۳ و ۲۵۹۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ٦). محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی علاوه بر تسریع در دسترس قرار گرفتن مواد غذایی، دارای اثر بارزی بر رشد گیاهچه حاصل از بذر، رشد رویشی، تحریک توسعه سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی، افزایش فرایند جذب و در نهایت افزایش اجزای عملکرد شد. به طور کلی، در این آزمایش مشاهده شد که در هر یک از زمان‌های برداشت، تیماری که کادوستیم و کود آلی را در مراحل انتهایی رشد دریافت کرده بود، نسبت به بقیه تیمارها از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در سطح بالاتری قرار داشت (جدول ٦). این موضوع موید واکنش پذیری مطلوب سویا نسبت به این محلول‌ها است. افزایش عملکرد دانه بر اثر محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی در زمان برداشت دوم، ممکن است که به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی و افزایش اجزای عملکرد دانه باشد. با توجه به فرمولاسیون محلول کادوستیم، می‌توان تاثیر بیشترکادوستیم بر عملکرد گیاه را به غلظت مناسب اسیدهای آمینه و ترکیبات موجود در آن نسبت داد که سبب تحریک بیشتر متابولیسم گیاه شده است. با توجه به نتایج آنالیز کود آلی (جدول ۲) که حاوی اکثر عناصر مهم بوده است، افزایش عملکرد و بهبود رشد گیاه بر اثر مصرف کود آلی علاوه بر نقش تغذیه‌ای، می‌تواند به تولید هورمون‌های گیاهی و تنظیم کننده‌های رشد نیز نسبت داده شود (تو و همکاران، ۲۰۰٦؛ آرانسون و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که مصرف فراورده‌های اسید آمینه‌ای می‌تواند بر افزایش شاخص‌های کمی و کیفی گیاهان زراعی موثر باشد (گارونکا، ۲۰۰۸).

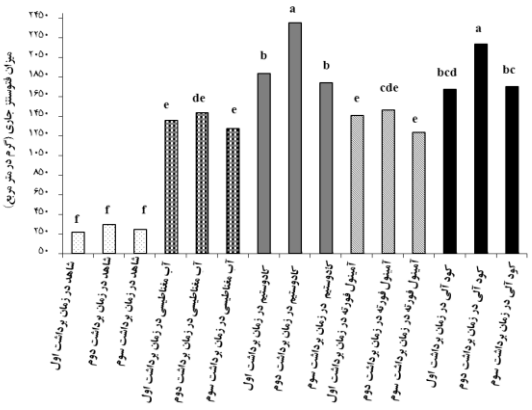
برداشت زودهنگام کلزا به علت سبز بودن دانه‌ها موجب افزایش کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در دانه‌ها می‌شود و عملکرد را کاهش می‌دهد. تاخیر در برداشت نیز به علت ریزش دانه‌ها موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی، زمان‌های برداشت و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر صفت فتوسنتز جاری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، ولی از نظر صفت انتقال مجدد ماده خشک، تنها بین تیمارهای محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم و کود حیوانی هر کدام در زمان برداشت دوم به ترتیب با میانگین‌های ۲٤۰۵ و ۲۱۸٤ گرم در متر مربع بیشترین فتوسنتز جاری را دارا بودند (شکل ۱). همچنین، تیمارهای محلول‌پاشی کادوستیم و کود حیوانی به ترتیب با میانگین‌های ٤۱۵/۷ و ۳۸۳/٤ گرم در متر مربع بیشترین انتقال مجدد ماده خشک را دارا بودند که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۸ و ۷ برابر افزایش داشتند (جدول ٤). به نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی، مواد مورد نیاز مقصد از طریق افزایش فعالیت فتوسنتزی برگ‌های باقی‌مانده همراه با انتقال مجدد مواد خشک از برگ‌ها به دانه‌ها فراهم می‌شود. عملکرد دانه از سه منبع فتوسنتز جاری، انتقال آسیمیلات‌های ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه و بالاخره آسیمیلات‌های ذخیره شده موقت در ساقه بعد از گلدهی تامین می‌شود (پی‌یر و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش شده است که میزان انتقال مجدد ماده خشک بسته به نوع تغذیه، ژنوتیپ و شرایط محیطی متفاوت است (فاجریا و بلیجر، ۲۰۰۵).

افزایش فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک در تیمارهای کادوستیم و کود آلی را می‌توان به فراهم بودن بیشتر عناصر غذایی ماکرو و میکرو در مراحل مهم رشد سویا، افزایش سطح فتوسنتزی، اجزای عملکرد و افزایش میزان ماده خشک آن نسبت داد. با توجه به روابط فیزیولوژیک موجود میان مبدا و مقصد، هر چه تجمع ماده خشک در مرحله قبل از گلدهی بیشتر باشد، انتقال مجدد ماده خشک به دانه افزایش پیدا می‌کند (طوسی و همکاران، ۱۳۹۰؛ دورداس و همکاران، ۲۰۰۸). در زمان برداشت دوم.

نیز به علت افزایش سطوح فتوسنتزی، رشد رویشی و میزان ماده خشک تولید شده، میزان فتوسنتز جاری افزایش یافت با افزایش وزن دانه، تعداد دانه و نیام‌ها به عنوان مخازن فیزیولوژیک و در نتیجه افزایش تقاضا برای مواد پرورده، مقدار انتقال ماده خشک از اندام‌های هوایی به دانه افزایش می‌یابد (هاکینگ و ماسون، ۱۹۹۳؛ طوسی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیب تیماری مواد محلول‌پاشی و زمان برداشت از نظر میزان فتوسنتز جاری سویا

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کارایی فتوسنتز جاری و کارایی انتقال مجدد ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی از نظر صفت کارایی فتوسنتز جاری و کارایی انتقال مجدد ماده خشک تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بین زمان‌های برداشت نیز از نظر کارایی انتقال مجدد ماده خشک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی آب مغناطیسی و آمینول فورته به ترتیب با میانگین‌های ۵/٤ و ٤/۹ گرم بر گرم، بالاترین کارایی فتوسنتز جاری را دارا بودند (جدول ٤). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی بیشترین کارایی و سهم انتقال مجدد ماده خشک و در بین زمان‌های برداشت نیز، زمان برداشت دوم کمترین کارایی انتقال مجدد ماده خشک را داشتند (جداول ٤ و ۵). با محلول‌پاشی کادوستیم، انتقال مجدد ماده خشک و میزان فتوسنتز جاری افزایش داشت، ولی کارایی فتوسنتز جاری آن کاهش یافت و این موضوع شاید به دلیل افزایش بیشتر میزان ماده خشک در زمان ۵۰ درصد گلدهی نسبت به میزان فتوسنتز جاری است، زیرا کارایی فتوسنتز جاری از نسبت میزان فتوسنتز جاری به میزان ماده خشک در زمان ۵۰ درصد گلدهی به دست می‌آید. بالاتر بودن سهم فتوسنتز جاری در تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) را از نظر فیزیولوژیکی این گونه می‌توان توجیه کرد که گیاه متوجه کمبود عناصر غذایی و شرایط بحرانی خود شده است و آن مقدار ساخت و سازی را که در شرایط عدم محلوپاشی داشته است، سعی در تخصیص دادن بیشتر به فرایند سهم فتوسنتز جاری کرده است. همچنین، می‌توان احتمال داد که پایین بودن کارایی انتقال مجدد ماده خشک در برداشت دوم می‌تواند ناشی از افزایش میزان ماده خشک در زمان رسیدگی و ۵۰ درصد گلدهی نسبت به فرایند انتقال مجدد ماده خشک باشد و در نتیجه در این زمان برداشت، گیاه با کارایی کمتری فرایند انتقال مجدد ماده خشک را انجام داده است و از فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه استفاده کرده است (طوسی و همکاران، ۱۳۹۰).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده در سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)												
		عملکرد دانه	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	فتوسنتز جاری	انتقال مجدد ماده خشک	میزان ماده خشک در مرحله ۵۰ درصد گلدهی	میزان ماده خشک در مرحله رسیدگی	کارایی فتوسنتز جاری	کارایی انتقال مجدد	سهم فتوسنتز جاری	سهم انتقال مجدد	میزان روغن	عملکرد روغن	میزان پروتئین	عملکرد پروتئین
بلوک	۲	۶۱۱۰۱/۶*	۱۶/۴ns	۸۶ns	۱۰*	۸۳۷۶۸/۲*	۳۰۳۱/۱ns	۷۸۳۸/۶ns	۱۶۸۷/۷**	۰/۵ns	۶۴/۷ns	۹/۶ns	۹/۶ns	۶/۲*	۸۲۱۱/۲**	۶/۷ns	۵۴۳ns
محرک رشد	۴	۶۱۱۲۶۱۸/۶**	۱۳۲۲/۱**	۲۶۶۴۲**	۲۴/۵**	۴۱۲۹۵۰۸/۱**	۲۱۳۸۸۵/۳**	۳۶۸۹۶۵/۴**	۲۲۳۱۴/۳**	۵/۵**	۱۶۴/۳**	۷۲/۷**	۷۲/۷**	۵۸/۶**	۳۰۶۸۲۶/۳**	۳۲۶/۵**	۷۹۰۶۹۵**
زمان برداشت	۲	۴۴۹۵۰۷/۲**	۱۵۱/۴**	۹۵۸**	۱۸/۵**	۳۶۸۴۳۰/۴**	۴۰۳۱/۴ns	۱۳۷۱۹/۲*	۳۳۸۲/۸**	۰/۱۱ns	۸۳/۳*	۵ns	۵ns	۵۲**	۶۸۲۸۴/۵**	۶۳/۵**	۱۱۴۵۷۹/۲**
محرک رشد ×زمان برداشت	۸	۶۲۸۶۳/۲**	۱۰/۶ns	۱۱۷/۴ns	۲/۶ns	۵۵۷۶۸/۸*	۹۰۰۷/۷ns	۱۵۰۷/۳ns	۵۶۰/۱*	۰/۳ns	۲۲/۲ns	۳/۸ns	۳/۸ns	۰/۸ns	۶۴۱۴**	۰/۹ns	۱۳۸۶۹/۲**
خطای آزمایش	۲۸	۱۴۰۷۲/۱	۸/۷	۱۰۳/۲	۱/۸	۱۹۶۶۲/۶	۱۸۱۶/۴	۲۷۶۱/۴	۲۴۳/۱	۰/۹	۲۲	۸/۲	۸/۲	۱/۷	۱۲۹۲/۲	۲/۱	۱۸۰۷
ضریب تغییر (درصد)	–	۷/۱	۸/۴	۶	۸/۷	۹/۹	۱۷/۴	۱۵/۳	۱۵/۹	۲۲/۲	۶/۷	۳/۳	۲۰/۲	۷/۰	۱۱	۵/۵	۹/۰

ns:غیر معنی‌دار، * و **: معنی‌د ار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر صفات اندازه‌گیری شده در سویا

تیمارهای محلول‌پاشی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	انتقال مجدد ماده خشک (گرم در متر مربع)	میزان ماده خشک در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (گرم در متر مربع)	کارایی فتوسنتز جاری (گرم بر گرم)	کارایی انتقال مجدد (درصد)	سهم فتوسنتز جاری (درصد)	سهم انتقال مجدد (درصد)	میزان روغن (درصد)	میزان پروتئین (درصد)
شاهد (بدون محلول پاشی)	۱۳/۸^{c}	۷۵/۵^{c}	۱۳/۱^{c}	٤٤/۸^{c}	٦٥/۲^{c}	٤/٦^{ab}	٦۹^{b}	۸۷^{a}	۱۳^{b}	۱٤/٦^{c}	۱۸^{d}
آب مغناطیسی	۳۷/٦^{b}	۱۸۱/٥^{b}	۱٥/٥^{b}	۱۷٤/٦^{b}	۲٦۸/۱^{b}	٥/٤^{a}	٦٤/۲^{c}	۸۹^{a}	۱۱^{b}	۱۷/۹^{b}	۲٤/٦^{c}
کادوستیم	٤٤/۳^{a}	۲۰۹/۸^{a}	۱۷/۷^{a}	٤۱٥/۷^{a}	٥٥۳/٥^{a}	۳/۷^{b}	۷٥/۳^{a}	۸۲/۷^{b}	۱۷/۲^{a}	۲۱/۳^{a}	۳۳/۲^{a}
آمینول فورته	٤۰^{b}	۱۷٥/۸^{b}	۱٥/۲^{b}	۲۰۳/۱^{b}	۲۹۳/٥^{b}	٤/۹^{a}	٦۸/٤^{bc}	۸۷/۳^{a}	۱۲/٦^{b}	۱۸/۹^{b}	۲۳/۲^{c}
کود دامی	۳۹/۷^{b}	۲۰٤/۱^{a}	۱٥/۹^{b}	۳۸۳/٤^{a}	٥۲۸/٥^{a}	۳/٦^{b}	۷۲/۷^{ab}	۸۲/۸^{b}	۱۷/۱^{a}	۲۰/۲^{a}	۳۰/٥^{b}

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت بر صفات اندازه‌گیری شده در سویا

تیمارهای محلول‌پاشی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	میزان ماده خشک در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (گرم در متر مربع)	کارایی انتقال مجدد (درصد)	میزان روغن (درصد)	میزان پروتئین (درصد)
زمان برداشت اول	۳۳/٤^{b}	۱٦۳^{b}	۱٤/۸^{b}	۳۲۲^{b}	۷۲/٥^{a}	۱۷/٤^{b}	۲٤/۸^{b}
زمان برداشت دوم	۳۸/۸^{a}	۱۷۸/۳^{a}	۱٦/۸^{a}	۳۷٦/٦^{a}	٦۸^{b}	۲۰/۷^{a}	۲۸/۳^{a}
زمان برداشت سوم	۳۳/۲^{b}	۱٦۷^{b}	۱٤/۹^{b}	۳۲٦/۷^{b}	٦۹/۳^{ab}	۱۷/٦^{b}	۲٤/۷^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد محلول‌پاشی و زمان برداشت بر صفات اندازه‌گیری شده در سویا

تیمار محلول‌پاشی	زمان برداشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان ماده خشک در مرحله رسیدگی (گرم در متر مربع)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
شاهد (بدون محلول پاشی)	زمان برداشت اول	۳۱۳/۳^{f}	۱۵/٦^{d}	٤۲^{h}	۵۲/۸^{g}
	زمان برداشت دوم	۳۹۰/۳^{f}	۲٦^{d}	٦۳/۹^{h}	۷۹/۷^{g}
	زمان برداشت سوم	۳۳۹/۳^{f}	۲۰^{d}	٤۸/۲^{h}	۵۷/۵^{g}
آب مغناطیسی	زمان برداشت اول	۱۵۸۰^{de}	۸٤/۵^{c}	۲٦۸/٦^{g}	۳٦٦^{f}
	زمان برداشت دوم	۱٦۷٦^{de}	۱۰٤/۲^{bc}	۳۳۲/۸^{ef}	٤٤٤/۱^{e}
	زمان برداشت سوم	۱٤۸۲^{e}	۹۲^{bc}	۲۵۰/٦^{g}	۳٦۱^{f}
کادوستیم	زمان برداشت اول	۲۲۷۲^{c}	۱۱۹^{b}	٤۵۸/۱^{c}	۷۳۹/۳^{c}
	زمان برداشت دوم	۲۸۵۳^{a}	۱۷٦/۵^{a}	٦٦٤^{a}	۱۰۱۹^{a}
	زمان برداشت سوم	۲۲۰٦^{c}	۱۱۸/٤^{b}	٤۵٦^{c}	٦۹۳^{c}
آمینول فورته	زمان برداشت اول	۱٦۵۲^{de}	۸۳^{c}	۲۹۷^{fg}	۳٦۸/۱^{f}
	زمان برداشت دوم	۱۷۲۸^{d}	۱۰۱/٤^{bc}	۳۷۸^{de}	٤۵۰/۳^{e}
	زمان برداشت سوم	۱٤۸۳^{e}	۸۷/۳^{c}	۲۵۳/۱^{g}	۳۱۷/۵^{f}
کود آلی	زمان برداشت اول	۲۱۱۲^{c}	۱۱۹^{b}	۳۹۵^{cde}	٦۱۵/۳^{d}
	زمان برداشت دوم	۲۵۹۸^{b}	۱٦۱^{a}	۵۸٤/۵^{b}	۸۵۳/۳^{b}
	زمان برداشت سوم	۲۱۰۱^{c}	۱۵٦/٤^{a}	٤۱۲^{cd}	٦۱۸/٤^{d}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

میزان روغن و عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی و زمان‌های برداشت از نظر صفات میزان روغن دانه و عملکرد روغن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد، ولی اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی و زمان تنها در مورد صفت عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم با میانگین ٦٦٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمارهای آب مغناطیسی و آمینول‌فورته پس از شاهد در زمان‌های برداشت اول و سوم کمترین عملکرد روغن را دارا بودند (جدول ٦). این آزمایش نشان داد که تیمارهای اسیدهای آمینه از نظر عملکرد روغن و میزان روغن با تیمار شاهد به طور معنی‌داری تفاوت داشتند و بیشترین عملکرد روغن و میزان روغن با مصرف کادوستیم حاصل شده است. به نظر می‌رسد که اسیدهای آمینه به کار رفته در فرمولاسیون این محلول با افزایش نسخه‌برداری mRNA، در فعال‌سازی فرایندهای تشکیل اسیدهای چرب، افزایش جذب، انتقال عناصر، افزایش رشد زایشی و افزایش میزان روغن در گیاهان موجب بهبود ویژگی‌های کیفی شده باشند (توماس و همکاران، ۲۰۰۹؛ گارونکا، ۲۰۰۸). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی در سویا میزان روغن دانه آن است که علاوه بر ژنتیک به عوامل محیطی مانند تنش رطوبت، مدیریت غذایی و دما بستگی دارد. افزایش عملکرد دانه بر اثر محلول پاشی کادوستیم با تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی موجب افزایش عملکرد روغن گردید. به نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی به واسطه افزایش اجزای عملکرد سویا، اندام‌های زایشی بیشتری ساخته می‌شود و سهم دریافتی مواد پرورده آن‌ها نیز بالا می‌رود، در نتیجه ضمن افزایش عملکرد دانه و محتوای روغن دانه، عملکرد روغن افزوده می‌شود. با توجه

به این که عملکرد روغن، حاصل ضرب میزان روغـن دانـه و عملکرد دانه است، بنابراین به علت بالا بودن عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی کادوستیم و کود آلی، عملکرد روغـن نیـز حداکثر مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشـان داد. همچنـین، می‌توان علت کمتر بودن عملکرد دانه و روغـن در برداشـت سوم نسـبت بـه دو زمـان برداشـت دیگـر را تلفـات ریـزش دانست (خواجه پور، ۱۳۸۳).

میزان پروتئین و عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کـه بـین تیمارهـای محلول‌پاشـی و زمـان‌هـای برداشـت از نظـر صـفات میـزان پـروتئین و عملکـرد پـروتئین تفـاوت معنـی‌داری در سـطح احتمال یک درصد مشاهده شد، ولـی اثـر متقابـل تیمارهـای محلول‌پاشی و زمان تنها در مـورد صـفت عملکـرد پـروتئین معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کـه بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی کادوستیم با میانگین ۳۳/۲ درصد و در بین زمان‌های برداشت نیز زمـان برداشـت دوم (۲۸/۳ درصـد)، بیشـترین میـزان پـروتئین را داشـتند (جداول ٤ و ٥). مقایسه میـانگین اثـر متقابـل نشـان داد کـه محلول‌پاشـی کادوسـتیم در زمـان برداشـت دوم بـا میـانگین ۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار بیشـترین عملکـرد پـروتئین را دارا بود (جدول ٦). نتایج حاصل از این تحقیق موید این موضوع بود کـه فرمولاسـیون کادوسـتیم (اسـیدهای آمینـه همـراه بـا نیتروژن و پتاسیم) دارای عملکرد پروتئین بهتـری نسـبت بـه شاهد و سایر مواد محلول‌پاشی بـود. ایـن افـزایش عملکـرد پروتئین را می‌توان به غلظت مناسب اسیدهای آمینه و وجـود سایر عناصر غذایی موجود در آن نسبت داد. با توجه به ایـن که اسیدهای آمینه بیشتر از طریق روزنه‌ها جذب می‌شـوند و به مقدار کمتر از طریق اپیدرم سطحی نفوذ می‌کنند (تومـاس و همکاران، ۲۰۰۹؛ گارونکا، ۲۰۰۸)، محلول‌پاشی کادوسـتیم نسبت به محلول‌پاشی کود آلی که به آهسـتگی جـذب گیـاه می‌شود، موثرتر بود. به نظـر مـی‌رسـد کـه بـا محلـول‌پاشـی کادوستیم در زمان برداشت دوم (بـا تلفـات کمتـر ریـزش و سبزینگی دانه)، سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم می‌شود و پـیش مـاده‌هـای پروتئینـی افـزایش و بـه تشـکیل پروتئین اختصاص می‌یابد. این عامـل بـه طـور مشـخص در سویا موجب کاهش میزان روغن دانه نیز نگردید. با توجه بـه این که عملکرد پروتئین، از حاصل‌ضـرب میـزان پـروتئین و عملکرد دانه به دست می‌آید، بنـابراین بـه علـت بـالا بـودن عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشـی کادوسـتیم، بیشـتر بـودن عملکرد پروتئین نیز دور از انتظار نیست.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این آزمایش، میزان فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک در تیمار محلول‌پاشـی کادوسـتیم و کـود آلی نسبت به سایر تیمارها بیشتر بـود کـه موجـب افـزایش فعالیت فتوسنتز سایه‌انداز گیاهی، تولیـد مـاده خشـک و در نهایت عملکرد زیادتر دانه، روغـن و میـزان پـروتئین شـد. همچنین، حداکثر عملکرد دانه و پروتئین زمانی که دانـه‌هـا در ساقه اصلی ۱۵-۱٤ درصد رطوبت (زمان برداشـت دوم) داشتند، به دست آمد. به نظر می‌رسد که استفاده از فراورده-های زیسـتی مشـتمل بـر اسـیدهای آمینـه و کودهـای آلـی (گاوی) به دلیل تعادل عناصر غـذایی، مـی‌توانـد در تغذیـه مطلـوب و مـوثر، افـزایش عملکـرد، سـلامت محصـول و افزودن کارایی اقتصادی محصول استراتژیک سویا مـد نظـر باشد.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲ موسسه خاک و آب.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. اصفهان.

طوسی، پ.، اصفهانی، م.، ربیعی، ب.، ربیعی، م. ۱۳۹۰. اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر انتقـال مجـدد مـاده خشک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۲): ۳۵۲-۳٦۷.

قربانی، ر.، کوچکی، ع.، اسدی، ق. ع.، جهان، م. ۱۳۸۷. بررسی اثرات کاربرد کودهای آلی مختلف و محلول‌پاشی عصاره آن بر تولید و ماندگاری گوجه فرنگی در انبار در نظام‌های کشاورزی اکولوژیک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ٦(۱): ۱۱۱-۱۱٦.

گلزاده، ح.، مهرآفرین، ع.، نقدی بادی، ح.، فاضلی، ف.، قادری، الف.، زرین پنجه، ن. ۱۳۹۰. تاثیر محرک‌های زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria recutial* L.). فصلنامه گیاهان دارویی. ۱ (۳): ۱۹۵-۲۰۷.

Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. *J Cent Eur Agric*. 8: 369-380.

Arancon, N.Q., Edwards, C., Bierman, P., Metzger, J., Lee, S., Welch C. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia*. 47: 731-735.

Asad, A., Blamey, F., Edwards, D. 2002. Dry matter production and boron concentrations of vegetative and reproductive tissues of canola and sunflower plants grown in nutrient solution. *Plant Soil*. 243: 243 -252.

Dordas, C.A., Lithourgidis, A.S., Matis A., Bartayiannis, N. 2008. Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizes affect dry matter nitrogen accumulation and partitioning in maize. *Nut Cycling Agroecosys*. 80: 283-266.

Fageria, N.K., Baligar, V.C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *J Agron*. 88: 97-185.

Fehr, W.R., Caviness, C.E., Burmood, D.T., Penningtae, J.S. 1971. Stages of Development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.). *J Crop Sci*. 11: 929-930.

Gawronaka, H. 2008. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta LifeScience. Published by the editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw. P.89 .

Grieshop, C.M., Fahey, G.C. 2001. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and the United States. *J Agric Food Chem*. 49: 2669–2673.

Hoching, P.J., Mason, L. 1993. Accumulation distribution and redistribution of dry matter and mineral nutrient in fruits of canola (oilseed rape). *J Agric Sci*. 44: 1377- 1388.

Kim, C.H., Stoecker, A. 2006. Economic effects of environmental taxation on chemical fertilizers. Proceeding of International Association of Agricultural Economists Conference, Australia, Agust 12-18.

Kuepper, G. 2003. Foliar fertilization. Appropriate technology transfer for rural areas (ATTRA). Available at www.attra.ncat.org.

Mojdam, M., Naderi, A., Nourmohammadi, G., Siadat seyed, A., Ayenehband, A. 2009. Effect of water deficit stress and nitrogen management on grain yield, dry matter and this transfer rate is photosynthesis corn climatic conditions in Khuzestan (Ramin). *Crop Physiol*. 1(1): 86-95.

Niu. J.Y., Gan, Y.T., Zhang, J.W., Yang, Q.F. 1998. Postanthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. *Crop Sci*. 38: 1562 – 1568.

Papakosta, D.K., Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *J Agron*. 83: 864-870.

Pierre, C.S., Peterson, C.J., Ross, A.S., Ohm, J.B., Verhoeven, M.C., Larson, M., Hoefer, B. 2008. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *J Cereal Sci*. 47(3): 407-416.

Saliha, B.B. 2005. Bioefficacy testing of GMX online magnetic water conditioner in grapes var. Muscat. Tamil Nadu agricultural university. Project Completion Project .

Starck, Z. 2005. Growing assistant: Application of growth regulators and biostimulators in modern plant cultivation (in Polish). *Rolnik Dzierawca*. 2: 74 - 76.

Thomas, J., Mandal, A., Raj Kumar, R., Chordia, A. 2009. Role of biologically active amino acid formulations on quality and crop productivity of Tea (*Camellia sp*.). *Int J Agric Res*. 4: 228 – 236.

Tu, C., Ristaino, J.B., Hu, S. 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *J Soil Biol Biochem*. 38: 247-255.

Wilcox, J.R., Shible, R.M. 2001. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. *J Crop Sci*. 41:11–14.

Effect of Spraying of Compounds Including Amino Acid and Organic Fertilizer on Protein Content and Current Photosynthesis of Soybean (*Glycine max*) at Different Harvest Times

Pari Tousi[1*], Mahdi Tajbakhsh[2], Masoud Esfahani[3]

1. PhD Student in Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran
2. Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran
3. Assoc. Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran

* For Correspondence: **p_tousi@hotmail.com**

Received: 21.5.14 **Accepted: 11.12.14**

Abstract

To study the effect of organic growth stimulants and harvest time on contribution of current photosynthesis in soybean cultivar Williams, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with 15 treatments and three replications at Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2012-2013. The first factor was spraying of Kadostim ($5_{0.00}$), Aminol Forte ($2_{0.00}$), animal manure (cow, 10 t ha^{-1}, with ratio of 0.1 in water), magnetic water (20 lit m^{-2}) with a control (no spray) and the second factor was three harvest times including 20-25% seed moisture content, 14-15% seed moisture content (yellowing of more than 95% of pods), and 10-12% seed moisture content (complete pods maturation). Mean comparison for the interaction showed that spraying of Kadostim at the second harvest time produced highest grain and oil yield (2853 and 664 kg ha^{-1}, respectively), protein yield (1019 kg ha^{-1}) and current photosynthesis (2405 g m^{-2}). Spraying of Kadostim and animal manure had the highest dry matter remobilization (415.7 and 383.4 g m^{-2}, respectively), dry matter remobilization efficiency and oil content. On the basis of the results of this experiment, it seems that spraying of Kadostim and animal manure at second harvest time causes to increase production, prevent the damaging effects of environmental pollutants and reduces production costs.

Key words: Kadostim, oil yield, seed miosture, soybean.