"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره۲، تابستان ۱۳۹۳

اثر محلول‌پاشی نانو کلات آهن، فراورده‌های اسید آمینه و آب مغناطیسی بر میزان پروتئین و ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا (*Glycine max*) در زمان‌های مختلف برداشت

Effect of spray application of nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max*) in different harvest time

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

چکیده

طوسی، پ.، م. تاج‌بخش و م. اصفهانی. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی نانو کلات آهن، فراورده‌های اسید آمینه و آب مغناطیسی بر میزان پروتئین و ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا (*Glycine max*) در زمان‌های مختلف برداشت. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۶(۲): ۱۳۶-۱۲۵.**

به منظور بررسی تأثیر محرک‌های رشد شیمیایی و آلی و زمان برداشت بر خصوصیات کیفی سویا رقم ویلیامز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. فاکتور اول، محلول‌پاشی مواد شامل ۱- نانوکلات آهن (دو در هزار)، ۲- کادوستیم (۰/۵ در هزار)، ۳- آمینول فورته (دو در هزار)، ٤- آب مغناطیسی (۲۰ لیتر در متر مربع)، ٥- کمپوست زباله شهری (۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب اضافه شد)، ٦- کود حیوانی (کود گاوی، ۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب اضافه شد) و ۷- کود شیمیایی نیتروژن خالص (پنج در هزار از منبع اوره) به همراه یک تیمار شاهد و فاکتور دوم، سه زمان برداشت ۱- هنگامی که رطوبت دانه در غلاف‌های ساقه اصلی ۲۵-۲۰ درصد بود ۲- هنگامی که رطوبت دانه در غلاف‌های ساقه اصلی ۱۵-۱٤ درصد بود (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد غلاف) ۳- هنگامی که رطوبت دانه در غلاف‌های ساقه اصلی ۱۲-۱۰ درصد بود (رسیدگی کامل غلاف‌ها)، منظور شدند. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که محلول‌پاشی نانو کلات آهن در زمان برداشت دوم بیشترین میزان اسید اولئیک (۲۷/۱ درصد)، عملکرد دانه و پروتئین (به ترتیب ٤۰٦۲ و ۱٥۰۳کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۰۱٤ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. بیشترین میزان اسید استئاریک و اسید لینولنیک (به ترتیب ٤/٥۲ و ۱۰/٦۱ درصد) در تیمار آب مغناطیسی بدست آمد. براساس نتایج این آزمایش و با توجه به ترکیب اسیدهای چرب (اولئیک و لینولئیک)، محلول‌پاشی نانوکلات آهن و زمان برداشت دوم باعث افزایش کمیت و کیفیت محصول سویا شد.

واژه‌های کلیدی: آمینول فورته، اسید اولئیک، سویا، کود دامی وکمپوست.

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۰۱/۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۰۲/۳۱ این مقاله مستخرج از رساله دوره دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: p_tousi@hotmail.com)
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

مقدمه

سویا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که منبع اصلی روغن و پروتئین با کیفیت بالا به شمار می‌رود. دانه سویا ارزش غذایی بالایی از نظر مواد معدنی و ویتامین‌ها دارد. بالا بودن میزان اسید چرب لینولئیک در روغن سویا در مقایسه با دیگر اسیدهای چرب، باعث افزایش کیفیت روغن آن شده است (Kemin *et al*., 2007).

فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته‌ای و پیشتاز با رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی و صنعتی به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانده است. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید، فراوری، نگهداری، بسته‌بندی و انتقال تولیدات کشاورزی دارد (Das *et al*., 2004). ورود فناوری نانو به صنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آن‌ها در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره زمین می‌باشد.

نتایج تحقیقات لو و همکاران (Lu *et al*., 2002)نشان داد که مصرف نانو کلات آهن موجب تسریع در جوانه‌زنی بذرهای سویا و رشد گیاهچه، افزایش فعالیت ریشه سویا و آنزیم نیترات ردوکتاز شده و موجب بهبود توانایی گیاه در جذب و استفاده از آب و کود گردید. هنگ و همکاران (Hong *et al*., 2005) گزارش کردند که استفاده از تیمار نانومواد، مقاومت گیاه به بیماری‌ها را بهبود می‌بخشد. محلول‌پاشی با نانو اکسید آهن، ۹۴ درصد از تغییرات مربوط به طول دانه سویا را توجیه می‌کند. به طوری که بیشترین طول دانه مربوط به تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر نانو اکسید آهن بود که با سطوح دیگر نانو اکسید آهن و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت (Sheykhbaglou *et al*., 2010).

در سال‌های اخیر تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. از جمله این روش‌ها، استفاده از ترکیباتی است که حاوی اسیدهای آمینه آزاد، الیگوپپتیدهای فعال زیستی، مواد آلی و عناصر معدنی اصلی می‌باشند (Kuepper, 2003). نقش اسیدهای آمینه به عنوان پیش سازه‌های حیات، شرکت در ساختمان پروتئین‌ها و پپتیدها است که تمام عملکرد گیاه اعم از ساختاری، آنزیمی، متابولیکی و انتقال را بر عهده دارند (Gawronaka, 2008).

تحقیقات اسد و همکاران (Asad *et al.,* 2002) نشان داد که محلول‌پاشی آمینول فورته، کادوستیم و هیومی فورته موجب افزایش عملکرد گیاهانی چون آفتابگردان، کلزا و سبزیجات گردید. کادوستیم و آمینول فورته زیست محرک‌های مایع که حاوی اسیدهای آمینه‌های آزاد و الیگوپپتیدهای زیستی، همراه با عناصر مفید برای مصرف در مرحله بعد از گلدهی جهت تشکیل و رسیدگی میوه و دانه هستندکه جهت ارتقای کمی و کیفی محصولات زراعی و روغنی به کار برده می‌شوند. کادوستیم باعث افزایش جوانه‌زنی، فعال کردن تشکیل سیستم ریشه، تسریع در تشکیل برگ‌ها و کاهش اثرات تنش‌های محیطی می‌شود (Hassanpanah *et al*., 2009; Anonymous, 2007).

گزارش شده است که استفاده از کمپوست جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات می‌تواند مفید واقع شود (Kowaljow and Mazarino, 2007). بطور کلی به علت توازن غذایی که در کمپوست و کودهای آلی وجود دارد، این مواد می‌توانند به عنوان جایگزین مناسب برای حاصلخیزی خاک بکار روند. همچنین در حفاظت گیاه و افزایش ماندگاری محصول در انبار در نظام‌های پایدار و خصوصا کشاورزی زیستی نیز نقش مؤثری داشته باشند (Kowaljow and Mazarino, 2007). نتایج تحقیقات نشان داد که با مصرف کمپوست علاوه بر افزایش زیست‌توده گیاهی و عملکرد گیاه زراعی، می‌توان آلودگی‌های زیست محیطی را که به دلیل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

تجمع این مواد در محیط‌های طبیعی می‌باشد را کاهش داد (Singh and Beisin, 1998). کودهای دامی که حاوی عناصر پرمصرف و به مقدار کمتری عناصر ریزمغذی بوده، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند و در درازمدت خاک را در جهت تعادل پیش خواهد برد (Malakouti *et al.*, 2004).

نتایج تحقیقات نشان داده است هنگامی که آب در معرض میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن مانند کشش سطحی، قابلیت حل نمک‌ها و ضریب شکست نور و اسیدیته آن تغییر می‌کند (Castro Palacio *et al*., 2007). تحقیقات صورت گرفته در خصوص مصرف آب مغناطیسی در کشاورزی نشان داده است که تحریک گیاه با استفاده از میدان مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد گیاه، افزایش سرعت جوانه‌زنی، درصد سبز شدن و کاهش مصرف بذر استفاده گردیده است (Aladjadjiyan, 2007). نتایج تحقیقات سالیها (Saliha, 2005) نشان داد که استفاده از آب مغناطیسی در بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش کیفیت آب آبیاری و عملکرد محصول که از اهداف کشاورزی پایدار است، مؤثر می‌باشد.

یکی از عوامل موفقیت در زراعت سویا برداشت به موقع و مناسب آن است. برداشت زودهنگام به علت سبز بودن دانه‌ها موجب افزایش کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در دانه‌ها گردیده و کیفیت روغن را کاهش می‌دهد. تأخیر در برداشت نیز به علت ریزش دانه‌ها باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Khajepour, 2004).

رویکرد جهانی در تولید گیاهان دانه روغنی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها نظیر مصرف کودهای آلی و زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دانه روغنی می‌باشد. با توجه به تأثیر مطلوب ترکیبات نانو و آلی بر رشد و نمو محصولات دانه روغنی و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دانه روغنی به ویژه به روش ارگانیک این تحقیق با هدف ارزیابی و تعیین اثر مصرف محرک‌های آلی مؤثر بر خصوصیات کمی و کیفی و تعیین زمان مناسب برداشت جهت تولید حداکثر عملکرد دانه و پروتئین سویا به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین اثر نانو کلات آهن، محرک‌های رشد آلی و اثر آب مغناطیسی و زمان برداشت بر خصوصیات کمی و کیفی سویا رقم ویلیامز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. فاکتور اول، محلول‌پاشی مواد شامل ۱- نانوکلات آهن (دو در هزار، از خصوصیات آن: الف- نانو بودن ذرات کود که باعث کاهش مصرف کود و صرفه اقتصادی و اثر بخشی بیشتر ذرات کود می‌شود. ب- داشتن بنیان کمپلکس و پایدار در اسیدیته ۳ تا ۱۱ که ۹ درصد آهن در اختیار گیاه قرار می‌دهد)، ۲- کادوستیم (۰/۵ در هزار)، ۳- آمینول فورته (دو در هزار)، ۴- کود حیوانی (کود گاوی، ۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب اضافه شد)، ۵- کمپوست زباله شهری (۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب اضافه شد)، ۶- آب مغناطیسی (۲۰ لیتر در متر مربع) و ۷- کود شیمیایی نیتروژن خالص (پنج در هزار از منبع اوره) به همراه یک تیمار شاهد و فاکتور دوم سه زمان برداشت شامل: ۱- هنگامی که در ساقه اصلی دانه‌های غلاف ۲۵-۲۰ درصد رطوبت داشتند ۲- رسیدگی کامل غلاف‌ها (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد غلاف) و دانه‌های غلاف در ساقه اصلی با ۱۵-۱۴ درصد رطوبت ۳- پس از رسیدگی کامل غلاف‌ها و دانه‌های غلاف در ساقه اصلی کمتر از ۱۴درصد (۱۲-۱۰) درصد رطوبت، بودند. آماده‌سازی زمین در اواخر اردیبهشت،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of soil in experimental site

بافت خاک Soil texture	اسیدیته گل اشباع pH	کربن آلی (C) (%)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	رس (Clay) (%)	شن (Sand) (%)	سیلت (Silt) (%)	نیتروژن کل (Total N) $mg.kg^{-1}$	فسفر قابل جذب (P) $mg.kg^{-1}$	پتاسیم قابل جذب (K) $mg.kg^{-1}$
Silt –clay (رسی سیلتی)	6.08	1	0.41	49	12	39	0.089	28	193

جدول ۲- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در طول دوره رشد سویا (۱۳۹۱)

Table 2- Meteorological information at the experimental site during the growth period of soybean (2012)

Date	تاریخ	حداقل دما Min. Temperature (°C)	حداکثر دما Max. Temperature (°C)	مجموع میزان بارندگی Total rainfall (mm)	حداقل رطوبت نسبی هوا Min. RH (%)	حداکثر رطوبت نسبی هوا Max. RH (%)
May	اردیبهشت	13	23.6	75.1	54.3	91.1
Jun	خرداد	18.1	28.3	34.2	52.4	88.3
Jul	تیر	20.3	30.2	21.2	55.3	88.4
Aug	مرداد	20.4	28.2	18.1	70.3	96
Sep	شهریور	20.2	28.8	0	68	96
Oct	مهر	16.6	26.6	102.2	65.2	98.6
Nov	آبان	12.9	21.4	21	70.5	98.2
Average	میانگین	17.3	26.7	44.8	62.2	93.8

جدول ۳- فرمولاسیون محرک‌های مورد استفاده در تیمارهای آزمایش

Table 3. Formulation of stimulators used in the experimental treatments

	ترکیبات فرمولاسیون Formulation
آمینول فورته	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، نیتروژن تام ۱/۱ درصد، نیتروژن اوره‌ای ۰/۸ درصد و نیتروژن آلی ۰/۳ درصد
Aminol forte	Free Amino acids (3750 $mg.l^{-1}$), Organic material (2%), Total N (1.1%), Urea N (0.8%) and Organic N (0.3%)
کادوستیم	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، نیتروژن آمونیاکی ۱/۶ درصد، نیتروژن نیتریکی ۳/۱ درصد، نیتروژن آلی ۰/۳ درصد و پتاسیم ۶ درصد
Kadostim	Free Amino acids (3750 $mg.l^{-1}$), Organic material (2 %), Total N (5%), Ammonia N (1.6 %), Nitric N (3.1 %), Organic N (0.3 %) and K (6 %)
کود گاوی	نیتروژن (۲/۱۴ درصد)، فسفر (۰/۶۵ درصد)، پتاسیم (۳/۰۱ درصد)، کلسیم (۲/۵۷ درصد) و منیزیم (۰/۶۷)
Cow manure	N (2.14 %), P (0.65 %), K (3.01 %), Ca (2.57 %) and Mg (0.67 %)
کمپوست	نیتروژن (۱/۴۰ درصد)، فسفر (۰/۶۱ درصد)، پتاسیم (۰/۶۲ درصد)، کربن (۲۷/۳ درصد)، سرب (۸۵/۱ میلی‌گرم درکیلوگرم) و کادمیوم (۵/۴ میلی‌گرم درکیلوگرم)
Compost	N (1.40 %), P (0.61 %), K (0.62 %), C (27.3 %), Pb (85.1 $mg.kg^{-1}$) and Ka (5.4 $mg.kg^{-1}$)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

به صورت شخم حداقل با استفاده از دو بار روتیواتور به عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. در این آزمایش با توجه به آزمون خاک (جدول ۱)، نیازی به افزودن هیچ کودی (فسفر و پتاس) پیش از کاشت وجود نداشت (Doroudi *et al*., 2000).

ژنوتیپ سویا (Williams) دارای تیپ رشدی نامحدود، نسبتاً زودرس، پرمحصول و از گروه رسیدگی III با مقاومت مطلوب به خوابیدگی و ریزش دانه است 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. هر کرت آزمایش شامل ۶ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر در نظر گرفته شد. کاشت بذر به صورت دستی و در هر کپه دو تا سه بذر در عمق ۴-۳ سانتی‌متری با تراکم زیاد انجام گردید. بلافاصله پس از کشت بذرها، اولین آبیاری صورت گرفت و دومین آبیاری سه روز بعد و آبیاری های بعدی براساس نیاز گیاه، دما و شرایط جوی انجام گردید. وضعیت اقلیمی منطقه در طی آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تهیه عصاره محلول‌پاشی از کود دامی و کمپوست، مخلوطی از آب و هر کدام از کودهای آلی با نسبت ۱:۱۰ تهیه و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. پس از آن، محلول بهم زده شد و از دو لایه پارچهٔ نازک عبور داده شد. آب مغناطیسی با عبور آب معمولی از میدان مغناطیسی دستگاه مغناطیسی مدل BIS12 انجام شد. محلول‌پاشی نانوکلات آهن، آب مغناطیسی، کادوستیم و آمینول فورته در هنگام غروب با استفاده از سمپاش موتوری پشتی با فشار ۰/۲ بار به ترتیب در مراحل قبل از شروع گلدهی (R_1)، اتمام گلدهی (R_2) و قبل از دانه‌بندی (R_4) صورت گرفت (براساس کدبندی Fehr *et al.*, 1971). عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها نیز براساس نیاز انجام گرفت. بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها در مرحله ۸-۶ برگی (کدهای V_6 و V_8) تنک بوته‌ها اجرا شد تا تراکم مطلوب بوته حاصل شود. مقدار و نوع اسیدهای آمینه آزاد بکار رفته در فرمولاسیون محرک‌های رشد آلی مورد استفاده در این پژوهش براساس درصد از کل ترکیب اسیدهای آمینه شامل گلایسین ۱۰ درصد، والین ۵/۱ درصد، پرولین ۸/۴ درصد، آلانین ۱۳/۲ درصد، اسید آسپارتیک ۴/۵ درصد، آرژنین ۸/۴ درصد، اسید گلوتامیک ۰/۹ درصد، لیزین ۵/۱ درصد، لئوسین ۱۶/۵ درصد، ایزولوسین ۴/۵ درصد، فنیل آلانین ۵/۱ درصد، متیونین ۴/۲ درصد، سرین ۳/۹ درصد، ترئونین ۳ درصد، هیستیدین ۳ درصد، تیروزین ۱/۵ درصد، گلیکوکول ۹/۶ درصد، گلوتامین ۰/۹ درصد، سیستئین ۰/۳ درصد، آسپارژین ۰/۴ درصد و تریپتوفان ۰/۴ درصد و سایر ۰/۰۸ درصد بودند. کادوستیم و آمینول فورته از شرکت فراورده‌های بیولوژیک ژاپنی به نام TBI Securities and Guarantee Co. Ltd و کود کمپوست از سازمان بازیافت و تبدیل مواد زائد شهرداری اصفهانتهیه گردید که برخی از ویژگی‌های آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جهت تعیین زمان برداشت، درصد رطوبت به کمک آون و با استفاده از فرمول تفاضل وزن خشک از وزن‌تر بر وزن تر برا ساس وزن تر انجام گرفت. صفات گیاهی مورد مطالعه شامل محتوی اسیدهای چرب و میزان روغن دانه، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و روغن بودند. استخراج روغن با استفاده از روش سوکسله و حلال هگزان و پروتئین نمونه‌ها با استفاده از روش کجلدال صورت گرفت (Aliehyaii and Behbahanizadeh, 1993). جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب، آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل‌استر براساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف (SHIMAZU14A, Japan) مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین پر شده با

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

دی‌اتیلن گلیکول‌سوکسینات (DEGS) که تحت شرایط درجه حرارت محل تزریق ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۵۰۰ PSI و مطابق استاندارد AOCS استفاده شد (Firestone and Horwitz, 1979). محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار (V.9.1) SASو MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین زمان برداشت و محلول‌پاشی از نظر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت اما اثر متقابل معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی نانوکلات آهن بیشترین تعداد غلاف (۸۶/۵)، تعداد دانه در غلاف (۱۹۹) و وزن صد دانه (۱۷/۸۷ گرم) و تیمار شاهد کمترین اجزای عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در بین زمان‌های برداشت نیز، زمان برداشت دوم نسبت به سایر زمان‌های برداشت، بیشترین تعداد غلاف (۶۸)، تعداد دانه در غلاف (۱۸۶) و وزن صد دانه (۱۶/۶ گرم) را دارا بود (جدول ۵). محلول‌پاشی نانوکلات آهن با در دسترس قرار دادن سریع مواد غذایی در طی مراحل رشد گیاه و به علت کمک به افزایش رشد رویشی، ظرفیت فتوسنتزی، توسعه پوشش گیاهی و افزایش فرایند جذب، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه و وزن دانه شد (Monica and Cremonini, 2009). غلاف‌ها از یک طرف در برگیرنده تعداد دانه‌ها بوده و از طرف دیگر تأمین کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه‌ها و تعیین کننده وزن آن‌ها هستند. این افزایش موجب افزایش تعداد دانه در غلاف‌ها شد. همچنین به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی، وزن دانه‌ها نیز افزایش یافت (Monica and Cremonini, 2009). به نظر می‌رسد که استفاده از عوامل محیطی همچون تابش خورشیدی و درجه حرارت مطلوب در زمان گلدهی و تشکیل غلاف موجب می‌گردد که زمان برداشت دوم حداکثر راندمان فتوسنتزی را داشته و بیشترین اجزای عملکرد را تولید نماید (Khajepour, 2004).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه، عملکرد روغن و پروتئین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی و زمان برداشت در عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین و میزان روغن معنی‌دار بود. بین تیمارهای محلول‌پاشی، تیمارهای شاهد و نانو کلات آهن هردو با میانگین ۳۴/۱ درصد و کادوستیم (۳۱/۷ درصد) بیشترین میزان پروتئین و تیمارهای آمینول فورته، کود دامی و نیتروژن، درصد پروتئین کمتری را داشتند (جدول ۴). همچنین در بین زمان‌های برداشت، زمان برداشت دوم درصد پروتئین بیشتری (۲۹/۲ درصد) را دارا بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد که در زمان برداشت دوم (با تلفات کمتر ریزش و سبزینگی دانه)، سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم شده، پیش ماده‌های پروتئینی بیشتر شده و به تشکیل پروتئین اختصاص یافت. این عامل بطور مشخص در سویا باعث کاهش میزان روغن دانه نیز نمی‌شود (Rathke *et al*., 2005). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی نانوکلات آهن در زمان برداشت دوم بیشترین عملکرد روغن (۱۰۱۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۱۵۰۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۴۰۶۲ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود (جدول ۶). به نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی نانو کلات آهن به واسطه افزایش رشد سبزینه‌ای، بهبود کلروفیل‌سازی گیاه، افزایش ظرفیت و فرایند فتوسنتزی، اندام‌های زایشی بیشتری ساخته شده و سهم دریافتی مواد پرورده آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه ضمن افزایش اجزای

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی سویا در تیمارهای محلول‌پاشی

Table 4. Mean comparison of soybean traits in spray application treatments

تیمارهای محلول‌پاشی Treatments	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed. pod^{-1}	وزن صد دانه 100-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	میزان پروتئین protein content (%)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})	اسید پالمتیک Palmitic acid (%)	اسید استاریک Stearic acid (%)	اسیداولئیک Oleic acid (%)	اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	اسید لینولنیک Linolenic acid (%)
(شاهد) Control	34.2 e	100.6 d	12.98 d	1020.7 f	34.1 a	23.0 a	234.5 f	214.4 e	9.44 cd	3.60 c	18.85 e	44.0 d	6.44 cd
آب مغناطیسی Magnetic Water	71.0 bc	183.0 ab	16.26 ab	2452.0 c	30.4 b	23.2 a	570.5 bc	749.5 c	10.12 b	4.52 a	21.14 c	45.64 bc	10.61 a
کادوستیم Kadostim	74.4 b	193.0 ab	16.78 ab	3024.7 b	31.7 ab	21.0 b	634.0 b	971.0 b	10.98 a	4.04 b	23.14 b	46.74 b	7.30 c
آمینول فورته Aminol forte	60.4 cd	175.0 b	15.62 bc	2016.1 d	23.4 c	20.0 bc	404.3 e	475 d	9.95 bc	3.17 d	21.62 c	45 cd	6.83 cd
کود دامی Organic manure	60.6 cd	178.0 b	15.87 bc	2414.8 c	23.7 c	20.5 b	499.2 d	580.5 d	11.22 a	3.51 c	21.72 c	45.88 bc	7.11 cd
کمپوست Compost	68.1 bc	193.0 ab	16.95 ab	2646.1 c	29.1 b	21.0 b	556.0 cd	774.3 c	10.07 b	3.52 c	21.35 c	45.93 bc	7.21 cd
نانو کلات آهن Nano -Fe chelate	86.5 a	199.0 a	17.87 a	3504.3 a	34.1 a	23.8 a	839.0 a	1204.2 a	11.18 a	4.08 b	24.34 a	49.63 a	9.14 b
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	52.8 d	141.0 c	14.5 cd	1412.9 e	22.1 c	19.0 c	268.4 f	313.0 e	9.06 d	3.57 c	20.02 d	44.48 cd	6.37 d

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی سویا در زمان‌های مختلف برداشت

Table 5. Mean comparison of soybean plant characteristics at different times of harvest

زمان های برداشت Time of harvest	تعداد غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed. pod^{-1}	وزن صد دانه 100-grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	میزان پروتئین protein content (%)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha^{-1})	عملکرد پروتئین Protein yield (kg.ha^{-1})	اسید پالمتیک Palmitic acid (%)	اسید استاریک Stearic acid (%)	اسیداولئیک Oleic acid (%)	اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	اسید لینولنیک Linolenic acid (%)
1	61.0b	161.0b	15.6b	2197.1b	25.8b	21.0b	466.0b	597.0b	10.2b	3.67b	21.02b	45.40b	7.73a
2	68.0a	186.0a	16.6a	2547.7a	29.2a	22.2a	573.7a	791.0a	10.5a	3.89a	22.73a	46.63a	7.93a
3	60.0b	163.0b	15.3b	2189.4b	25.8b	21.1b	464.0b	593.0b	10.0b	3.69b	20.82b	45.71b	7.22b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at the five percent probability level using Tukey's Test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل مواد محلول‌پاشی و زمان برداشت بر صفات گیاهی سویا

Table 6. Mean comparison of interaction effect of spraying application and harvest times of soybean plant characteristics

تیمارهای محلول‌پاشی Treatments	زمان برداشت Harvest time	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	میزان روغن Oil content (%)	عملکرد روغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد پروتئین Protein yield ($kg.ha^{-1}$)	اسیداولئیک Oleic acid (%)
(شاهد) Control	1	1045.0 k	21.80 bcde	227.8 l	217.3 mn	18.83 ij
	2	1001.0 k	24.03ab	240.5 l	218.8 mn	19.20 hij
	3	1016.0 k	23.20 abc	235.5 l	207.3 n	18.53 j
آب مغناطیسی Magnetic Water	1	2230.0 defgh	21.70 bcde	481.8 efghi	615.8 ghijk	20.27 efghi
	2	2791.0 bcde	24.60 a	686.7 bcd	949.3 bcde	23.20 bc
	3	2335.0 defg	23.33 abc	543.0 defgh	683.6 fghij	19.97 fghij
کادوستیم Kadostim	1	2899.0 bcd	21.13 cdefg	612.5 bcde	905.3 cdef	22.33 bcde
	2	3280.0 b	21.50 cdef	704.4 bc	1159.0 b	24.53 b
	3	2895.0 bcd	20.50 defg	593.8 cdef	848.7 cdefg	22.57 bcd
آمینول فورته Aminol forte	1	2050.0 fghi	20.37 efg	417.1 hijk	454.6 jklmn	21.13 cdefgh
	2	2205.0 defgh	20.20 efg	444.8 ghi	565.2 hijkl	22.23 cdef
	3	1793.0 ghij	19.60 efg	351.2 ijkl	405.0 klmn	21.50 cdefg
کود دامی Organic manure	1	2144.0 efghi	20.03 efg	428.1 ghij	460.3 jklm	21.70 cdefg
	2	2820.0 bcde	21.63 bcdef	611.0 bcde	749.0 efghi	22.37 bcde
	3	2281.0 defgh	20.0 efg	458.5f ghi	532.3 ijkl	21.10 cdefghi
کمپوست Compost	1	2702.0 bcdef	21.13 cdefg	570.8 cdefg	783.9 defgh	21.30 cdefgh
	2	2768.0 bcdef	22.03 bcde	609.5 bcde	841.1 cdefg	22.67 bcd
	3	2468.0 cdefg	19.80 efg	487.5 efghi	698.1 fghij	20.10 efghij
نانو کلات آهن Nano -Fe chelate	1	3291.0 b	23.0 abcd	756.7 b	1078.0 bc	23.0 bc
	2	4062.0 a	24.97 a	1014.0 a	1503.0 a	27.10 a
	3	3160.0 bc	23.60 abc	754.3 b	1031.0 bcd	22.93 bc
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer	1	1217.0 jk	18.97 g	231.5 l	260.8 mn	19.60 ghij
	2	1454.0 ijk	19.13 fg	278.4 kl	342.5 lmn	20.60 defghij
	3	1567.0 hijk	18.87 g	295.5 jkl	335.4 lmn	19.87 ghij

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at the five percent probability level using Tukey's Test

عملکرد و عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین افزوده می‌شود (Malakouti *et al.*, 2004; Monica and Cremonini, 2009). هرچند از نظر میزان روغن، تیمارهای شاهد و آب مغناطیسی در زمان‌های برداشت دوم و سوم در گروه مشترکی با تیمار نانو کلات آهن در هر سه زمان برداشت قرار گرفتند و میزان روغن بیشتری را نسبت به سایر تیمارها داشتند (جدول ۶)، اما با توجه به اینکه عملکرد روغن و پروتئین، هرکدام از حاصل‌ضرب میزان روغن دانه و پروتئین درعملکرد دانه بدست می‌آیند، بنابراین به علت بالا بودن عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی نانوکلات آهن، عملکرد روغن و پروتئین نیز حداکثر مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشان دادند.

زمان برداشت دوم به علت عدم مصادف شدن با شرایط نامساعد محیطی و عدم کاهش محصول ناشی از ریزش دانه موجب تولید مواد پرورده بیشتر و تبدیل تعداد بیشتری از گل‌ها به غلاف گردید (Khajepour, 2004). افزایش کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در دانه در برداشت زودهنگام محصول به علت سبز بودن دانه‌ها موجب کاهش میزان و کیفیت روغن و در نتیجه کاهش عملکرد روغن گردید (Khajepour, 2004). پس از نانو کلات آهن، بیشترین میانگین عملکرد روغن و پروتئین و عملکرد دانه در تیمار کادوستیم در زمان برداشت دوم بدست آمد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

(جدول ۶). نتایج حاصل از این تحقیق مؤید این موضوع بود که پس از نانوکلات آهن فرمولاسیون کادوستیم دارای عملکرد پروتئین و روغن بیشتری نسبت به شاهد و سایر مواد محلول‌پاشی بود. این افزایش عملکرد پروتئین را می‌توان به غلظت مناسب اسیدهای آمینه و وجود سایر عناصر غذایی موجود در آن نسبت داد که سبب تحریک متابولیسم گیاه شد. با توجه به اینکه اساساً اسیدهای آمینه مصرف شده از طریق روزنه‌ها جذب می‌شوند و به مقدار کمتر از طریق اپیدرم سطحی نفوذ می‌کنند (Gawronaka, 2008; Thomas *et al*., 2009)، کادوستیم محلول‌پاشی شده، به آهستگی جذب گیاه شده و مؤثرتر بود. ممکن است اسیدهای آمینه بکاررفته در فرمولاسیون کادوستیم با افزایش نسخه‌برداری mRNA، در فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در رشد زایشی، فعال‌سازی فرایندهای تشکیل اسیدهای چرب، افزایش جذب، انتقال عناصر و افزایش میزان روغن در گیاهان موجب بهبود ویژگی‌های کیفی شده باشند (Gawronaka, 2008; Thomas *et al*., 2009).

اسیدهای چرب

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر اسیدهای چرب (پالمتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، اما اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی و زمان برداشت تنها در مورد اسید اولئیک معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان اسید پالمتیک در تیمارهای کود دامی (۱۱/۲۲ درصد)، نانوکلات آهن (۱۱/۱۸ درصد) و کادوستیم (۱۰/۹۸ درصد) وجود داشت. تیمار آب مغناطیسی نیز بیشترین میزان اسید استئاریک (۴/۵۲ درصد) و اسید لینولنیک (۱۰/۶۱ درصد) را داشت و تیمار آمینول فورته کمترین میزان اسید استئاریک را به خود اختصاص داد. بیشترین میزان اسید لینولئیک با محلول‌پاشی نانوکلات آهن با میانگین ۴۹/۶۳ درصد بدست آمد. کمترین میزان اسیدهای چرب به استثنای اسید استئاریک در تیمارهای شاهد و کود شیمیایی نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که محلول‌پاشی نانو کلات آهن در زمان برداشت دوم بیشترین میزان اسید اولئیک (۱۰/ ۲۷ درصد) را داشت (جدول ۶). به نظر می‌رسد که نانو کلات آهن به علت سطح ویژه بالا، حلالیت زیاد و کمپلکس خاص آن، قابلیت زیادی جهت جذب توسط گیاه دارد. چون با استفاده از این نانو کود، آب و دی اکسید کربن محیط جذب شده و اکسیژن و قند تولید می‌شود، لذا فتوسنتز گیاه افزایش پیدا می‌کند و با تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی وزن دانه‌ها نیز افزایش می‌یابد (Monica and Cremonini, 2009). در نتیجه ضمن افزایش عملکرد دانه و روغن، اسید اولئیک و لینولئیک نیز افزایش نشان داد. به طور کلی بیشترین اسید چرب در روغن سویا را اسید لینولئیک و اولئیک به خود اختصاص دادند.

در بین زمان‌های برداشت، زمان برداشت دوم از نظر کلیه اسیدهای چرب مورد بررسی بیشترین درصد را داشت (جدول ۵). زمان برداشت دوم به علت عدم مصادف شدن با شرایط نامساعد محیطی (دمای بیش از حد دما، بارندگی‌های زودرس پائیزه و رطوبت زیاد هوا) و عدم کاهش محصول ناشی از ریزش دانه، موجب تولید مواد پرورده، تبدیل تعداد بیشتری از گل‌ها به غلاف و محتوی پروتئین و روغن گردید (Khajepour, 2004). براساس نتایج این آزمایش و با توجه به ضروری بودن اسید لینولئیک و اولئیک برای بدن انسان و میزان بالای آن‌ها در روغن سویا می‌توان گفت که محلول‌پاشی نانوکلات آهن و مواد محرک ارگانیک در زمان برداشت دوم باعث کمک به صنایع روغن، جلوگیری از اثرات مخرب آلاینده‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

منابع مورد استفاده

References

Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria. J. Cent. Eur.Agric. 8 (3): 369-380.

Aliehyaii, M. and E. A. Behbahani. 1993. Methods of Soil Chemical Analysis. Soil and Water Researches Institute. (In persian).

Anonymous. 2007. Humintech. Focus on form: Retrieved May 2007, from www.humintech.com.

Asad, A., F. Blamey and D. Edwards. 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.

Castro Palacio, J. C., L. P. Morejon, L. Velazquez Abud and A. P. Govea. 2007. Stimulation of *Pinus tropicalis* M. seeds by magnetically treated water. Int. Agrophys. 21: 173-177

Das, M., B. Singh and R. Prasad. 1991. Response of maize (*Zea mays*) to phosphorus-enriched manures grown in P-deficient Alfisols on terraced land in Meghalaya. J. Agric Sci. 61(6): 383-388.

Doroudi, M. S., M. J. Malakouti, M. Kavosi, M. R. Balai, M. Shahabian, Z. Khademi, A. Majidi and M. Kafi .2000. Optimum Recommendation of Fertilizer for Orchard and Cultural Crops of Guilan Province. Technical publish. 195: 4-5. (In persian).

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

Firestone, D. and W. Horwitz. 1979. IUPAC gas chromatographic method for determination of fatty acid composition: collaborative study. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 62: 709-721.

Gawronaka, H. 2008. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta LifeScience. Published by the editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw. 7:25. 89 Pp.

Hassanpanah, D., E. Gurbanov, A. Gadimov and R. Shahriari. 2008. Shortening transplantation periods of potato plantlets by use of potassium humate and kadostim and their effects on mini-tuber production. Pak. J. Biol. Sci. 15: 1370-1374.

Hong, F., J. Zhou, C. Liu, F. Yang, C. Wu, L. Zheng and P. Yang. 2005. Effect of nano-Tio_2 on photochemical reaction of chloroplasts of spinach. Biol. Trace Elem. Res. 105: 269-276.

Kemin, L. M., Guodong, M. Guofeng , Wencheng, L.W. Lihong, L. Y. Ping and L.Yanna. 2007. Effects of soybean isoflavone dosage and exercise on the serum. Asia. Pac. J. Clin. Nutr .16: 193-195.

Khajepoura, M. R. 2004. Industrial Plants. Jihad University of Technology Isfahan Branch. 564 PP. (In Persian).

Kowaljow, E. and M. J. Mazarino. 2007. Soil restoration in semiarid Patagonia: chemical and biological response to different compost quality. Soil Biol. Biochem. 39: 1508-1588.

Kuepper, G. 2003. Foliar Fertilization. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). Available at www.attra.ncat.org.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

Lu, C. M., C. Y. Zhang, J. Q. Wen, G. R Wu and M. Tao. 2002. Effects of nano material on germination and growth of *Soybean*. Soybean Sci. 21(3):168-171

Malakouti, M. J., Z. Khogar and Z. Khademi. 2004. New Method of Feeding. Sana Publications. Tehran. 868 PP. (In persian).

Monica, R. C. and R. Cremonini. 2009. Nanoparticles and higher plants. Caryologia. 62: 161-165.

Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrok. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. J. Field Crops Res. 94: 103-113.

Saliha, B. B. 2005. Bioefficacy testing of GMX online magnetic water conditioner in grapes var. Muscat. Tamil Nadu Agricultural University. Project completion project.

Sheykhbaglou, R., M. Sedghi, M. Tajbakhsh Shishevan and R. Seyed Sharifi. 2010. Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of Soybean. J. Notulae Scintia. Biologicae. 2(2): 112-113.

Singh A. K. and S. S. Beisin. 1998. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Adv. Forestry Res. 18:64-83.

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]

Effect of spray application of nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max*) in different harvest time

Tousi, P[1]., M. Tajbakhsh[2] and M. Esfahani[3]

ABSTRACT

Tousi, P., M. Tajbakhsh and M. Esfahani. 2014. Effect of spray application of Nano-Fe chelate, amino acid compounds and magnetic water on protein content and fatty acids composition of oil of soybean (*Glycine max*) in different harvest time. **Iranian Journal of Crop Sciences. 16(2): 125-136. (In Persian).**

To evaluate the effect of chemical and organic growth stimulus as well as harvest time on quality characteristics of soybean cultivar Williams, a factorial experiment was conducted as factorial arrangement in complete randomized block design with 24 treatments and three replications in Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran, in 2012. The first factor included 1. nano-Fe chelate ($2_{0.00}$), 2. Kadostim ($5_{0.00}$), 3. Aminol forte ($2_{0.00}$), 4. magnetic water (20 $l.m^{-2}$), 5. municipal solid waste compost (10 $ton.ha^{-1}$, was added to the water with the ratio of 0.1), 6. farmyard manure (10 $ton.ha^{-1}$, was added to the water with the ratio of 0.1), and 7. nitrogen fertilizer ($5_{0.00}$ of urea) plus a control treatment and the second factor was three harvest time including 1. when the main stem seed pods had 20-25% moisture, 2. when the main stem seed pods had 14-15% moisture (yellowing of more than 95% of pods), 3. when the main stem seed pods had 10-12% moisture (pods complete maturity). The interaction effect between treatments showed that spray application of nano-Fe chelate at the second harvest produced the highest oleic acid (27.1%), grain and protein yield (4062 and 1503 $kg.ha^{-1}$, respectively) and oil yield (1014 $kg.ha^{-1}$). The magnetic water produced the highest linoleic acid and stearic acid (10.61 and 4.52 %, respectively). It can be concluded that spray application of nano-Fe chelate and the second harvest increased the quantity and quality of soybean production.

Key words: Aminol forte, Farmyard Manure, Compost, Oleic acid of Soybean.

Received: March, 2014 **Accepted: May, 2014**

1- PhD. Student, University of Urmia, Urmia, Iran (Corresponding author) (Email: p_tousi@hotmail.com)
2- Professor, University of Urmia, Urmia, Iran
3- Associate Prof., University of Guilan, Rasht, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.2.4.1]