اثر محرک‌های رشد آلی و آب مغناطیسی بر شاخص برداشت روغن و عملکرد پروتئین سویا (*Glycine max* L.) در زمان‌های متفاوت برداشت

پری طوسی[1*]، مهدی تاجبخش[1] و مسعود اصفهانی[2]، محمد ربیعی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۹)

چکیده

به منظور بررسی اثر محرک‌های رشد ارگانیک و زمان برداشت سویای رقم ویلیامز، بر شاخص برداشت روغن و عملکرد پروتئین، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱- ۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کادوستیم (به نسبت ۰/۵ در هزار)، آمینول فورته (به نسبت ۲ در هزار)، کود آلی (گاوی، به میزان ۱۰ تن در هکتار)، آب مغناطیسی (۲۰ لیتر در متر مربع) به همراه تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و سه زمان برداشت: ۱- برداشت اول هنگامی که دانه‌های غلاف در ساقه اصلی ۲۵-۲۰ درصد رطوبت داشتند ۲- برداشت دوم رسیدگی کامل غلاف‌ها (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد غلاف) و دانه‌های غلاف در ساقه اصلی ۱۵-۱۴ درصد رطوبت داشتند ۳- برداشت سوم هنگامی که دانه‌های غلاف در ساقه اصلی کمتر از ۱۴ درصد رطوبت داشتند، منظور شدند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی و زمان‌های برداشت تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت روغن و عملکرد پروتئین وجود داشت. محلول‌پاشی با کادوستیم بیشترین شاخص برداشت روغن (۸/۷ درصد) و عملکرد بیولوژیکی (۵۹۳۳ کیلوگرم در هکتار) را داشت. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم بیشترین عملکرد دانه (۲۸۵۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد روغن (۶۶۴ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی و زمان برداشت دوم باعث کمک به افزایش محصول و گامی در راستای کاهش آلودگی‌های محیطی و کشاورزی پایدار است.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیسی، اسیدهای آمینه، میزان پروتئین و سویا

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳. مؤسسه تحقیقات برنج کشور

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: p_tousi@hotmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

مقدمه

سویا گیاهی است از تیره Fabaceae که یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی از نظر تولید روغن و پروتئین در سراسر جهان محسوب می‌شود. دانه سویا ارزش غذایی بالایی از نظر مواد معدنی و ویتامین‌ها دارد. هم‌چنین پروتئین سویا در تغذیه انسان و دام کاربرد زیادی دارد و سرشار از اسیدهای‌آمینه ضروری به ویژه لیزین است (۱۸). طی سال‌های اخیر تلاش‌های گسترده‌ای با هدف یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است (۶). از جمله این تکنیک‌ها، استفاده از ترکیباتی است که حاوی اسیدهای آمینه آزاد، الیگوپپتیدهای فعال زیستی، مواد آلی و عناصر معدنی اصلی هستند (۱۱) که از آن جمله می‌توان به کادوستیم و آمینول فورته اشاره نمود.

این ترکیب‌ها به عنوان عناصر آلی و معدنی ضروری برای رشد گیاهان فعالیت دارند، در تحریک رشد کمی و کیفی گیاهان مؤثرند و قابلیت جذب سریع برگی، فعال‌کننده و تنظیم‌کننده متابولیسم گیاهی هستند (۱۶). پایه فرمولاسیون در نهاده‌های جدید از اسیدهای آمینه و یا اسیدهای آمینه در اختلاط با مواد مغذی، پروتئین‌های هیدرولیز شده، اسید هومیک، عصاره جلبک‌ها و گیاهان دریایی و دیگر متابولیت‌ها می‌باشد (۸ و ۱۶). نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن داشت که ممکن است اسیدهای آمینه بکار رفته در فرمولاسیون کادوستیم با افزایش نسخه‌برداری mRNA، باعث فعال‌سازی هورمون‌های مؤثر در رشد زایشی و افزایش جذب و انتقال عناصر شود (۸ و ۱۶). گزارش شده است که مصرف محرک‌های آلی در راستای تولید فراورده‌های بیولوژیکی سازگار با محیط زیست و در پیوند با کشاورزی نوین می‌تواند سبب افزایش رشد کمی و کیفی گیاهان گردد (۸ و ۹). هم‌چنین گزارش‌ها نشان داده است که محلول‌پاشی آمینول فورته، کادوستیم و هیومی فورته موجب افزایش عملکرد گیاهانی چون آفتابگردان، کلزا و سبزیجات شد (۳). وجود مواد پتاسیمی در محرک آلی کادوستیم به تشکیل و رسیدگی میوه و دانه کمک می‌کند (۱۱).

در سال‌های اخیر در راستای تحقق تولید غذای سالم و بهینه‌سازی مصرف کودها، استفاده از کودهای دامی در بهبود کیفیّت محصول از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است (۱۳). گزارش شده است که با مصرف کودهای دامی و مرغی می‌توان حدود ۴۲ درصد نیتروژن، ۲۹ درصد فسفر و ۵۷ درصد پتاسیم را در خاک‌های زراعی تأمین کرد (۱۲). با محلول‌پاشی مواد آلی، عناصر غذایی به‌طور مستقیم در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار داده می‌شود. این روش در مواقعی که عکس‌العمل سریع گیاه مورد نظر باشد و خطر تثبیت عناصر در خاک زیاد بوده، یا در مواقعی که خطر آبشویی عناصر غذایی در اثر بارندگی زیاد و شرایط غرقابی زمین وجود داشته باشد، می‌تواند به طور سریع نیاز غذایی گیاه را برطرف سازد و موجب افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و صرفه‌جویی اقتصادی شود.

تحریک گیاه با استفاده از میدان مغناطیسی به عنوان راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت عملکرد گیاه مورد توجه قرار گرفته است (۱). اولین کاربرد عملی آب مغناطیسی در سال ۱۹۴۵ پس از اختراع دستگاه تصفیه مغناطیسی آب توسط تئوورمین بود. مطالعات نشان داده است که وقتی آب در معرض میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن مانند کشش سطحی، ضریب شکست نور و pH تغییر می‌کند (۴). گزارش شده است که استفاده از آب مغناطیسی موجب بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش کیفیت آب آبیاری و عملکرد محصول می‌شود (۱۵).

با توجه به شرایط آب و هوایی شهرستان رشت، یکی دیگر از فاکتورهای مؤثر جهت دستیابی به حداکثر عملکرد سویا تعیین زمان برداشت بهینه می‌باشد. با آگاهی از زمان برداشت مناسب می‌توان مدیریت مناسبی جهت استفاده از نهاده‌ها و برنامه‌ریزی‌های لازم را در خصوص اجتناب گیاه در برخورد با شرایط نامساعد محیطی اتخاذ نمود (۱۰). برداشت زودهنگام کلزا به علت سبز بودن دانه‌ها موجب افزایش کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در دانه‌ها شده و عملکرد را کاهش می‌دهد. تأخیر در برداشت نیز به علت ریزش دانه‌ها باعث

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود (۱۰).

با درک نهاده‌های کشاورزی در توسعه پایدار و لزوم ورود به عرصه‌های جدید تولید، شناخت کاربرد مولکول‌های زیستی و ترکیبات اسید آمینه‌ای در گیاهان روغنی ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به این‌که سویا یکی از منابع اصلی پروتئین و روغن با کیفیت بالا به شمار می‌رود و کیفیت آن به وسیله محتوای روغن و پروتئین آن تعیین می‌شود، هم‌چنین با توجه به اهمیت زمان برداشت در شرایط آب و هوایی شهرستان رشت، لذا آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی محرک‌های رشد ارگانیک و آب مغناطیسی بر شاخص برداشت روغن وتعیین بهترین زمان برداشت جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و پروتئین انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر محرک‌های رشد آلی و زمان برداشت سویای رقم ویلیامز، بر شاخص برداشت روغن و عملکرد دانه، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا گردید. در این آزمایش دو عامل، مواد محلول‌پاشی شامل کادوستیم (به نسبت ۰/۵ در هزار)، آمینول فورته (به نسبت ۲ در هزار)، کود گاوی (به میزان ۱۰ تن در هکتار با نسبت ۰/۱ در آب به خاک اضافه شد)، آب مغناطیسی (به میزان ۲۰ لیتر در متر مربع) به همراه تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و سه زمان برداشت ۱- برداشت اول هنگامی که دانه‌های غلاف در ساقه اصلی ۲۵-۲۰ درصد رطوبت داشتند ۲- برداشت دوم رسیدگی کامل غلاف‌ها (زرد شدن بیش از ۹۵ درصد غلاف) و دانه‌های غلاف در ساقه اصلی ۱۵-۱۴ درصد رطوبت داشتند ۳- برداشت سوم پس از رسیدگی کامل غلاف‌ها و دانه‌های غلاف در ساقه اصلی کمتر از ۱۴ درصد رطوبت داشتند، منظور شدند. برای تهیه عصاره محلول‌پاشی از کود آلی، مخلوطی از آب و کود آلی با نسبت ۱:۱۰ تهیه و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از اتمام این مدت، محلول به هم زده و از دو لایه پارچه نازک عبور داده شد، سپس محلول حاصل، کادوستیم، آمینول فورته و آب مغناطیسی با استفاده از سمپاش موتوری پشتی با فشار ۰/۲ بار به ترتیب در هنگام غروب، در مراحل قبل از شروع گلدهی (R_1)، اتمام گلدهی(R_2) و قبل از دانه‌بندی (R_4) محلول‌پاشی شدند (۷). آب مغناطیسی با عبور آب معمولی از میدان مغناطیسی دستگاه مغناطیسی مدل BIS12 تهیه شد. مقدار و نوع اسیدهای آمینه آزاد به‌کار رفته در فرمولاسیون محرک‌های رشد آلی مورد استفاده در این پژوهش براساس درصد از کل ترکیب اسیدهای آمینه شامل گلایسین۱۰ 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 (جدول ۱). نتایج تجزیه کود آلی مصرف شده در جدول ۱ آورده شده است.

بافت خاک محل آزمایش، با pH برابر ۶/۰۸ و میزان کربن آلی خاک ۱ درصد بود (جدول ۲). پس از عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر اردیبهشت، به صورت شخم حداقل با استفاده از دو بار روتیواتورزنی و احداث زهکش‌ها، تمام کود نیتروژن خالص از منبع اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سوپر فسفات تریپل (۱۰۰کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۱۰۰کیلوگرم در هکتار) مورد نیاز برحسب آزمون خاک قبل از کاشت بذر به مزرعه داده شد.

هرکرت آزمایش شامل ۶ خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. فاصله بین تیمارها نیم متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. ژنوتیپ سویا ویلیامز دارای تیپ رشدی نامحدود، نسبتاً زودرس، پرمحصول و از گروه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

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

محرک‌های زیستی و کود دامی	فرمولاسیون ترکیبات
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
کادوستیم	اسیدهای آمینه آزاد ۳۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، مواد آلی ۲ درصد، نیتروژن تام ۵ درصد، نیتروژن آمونیاکی ۱/۶ درصد، نیتروژن نیتریکی ۳/۱ درصد، نیتروژن آلی ۰/۳ درصد و پتاسیم (K_2O)
کود گاوی	نیتروژن (۲/۱۴ درصد)، فسفر (۰/۶۵ درصد)، پتاسیم (۳/۰۱ درصد)، کلسیم (۲/۵۷ درصد) و منیزیم (۰/۶۷)

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	۰/۴۱	۶/۰۸	۱	۰/۰۸۹	۲۸	۱۶۳	۱۲	۳۹	۴۹	رسی- سیلتی

رسیدگی III با مقاومت مطلوب به خوابیدگی و ریزش دانه بود. قبل از عملیات کاشت، بذور با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن همزیست سویا به نام برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم آغشته شدند. کاشت بذور در تاریخ ۱۵ اردیبهشت به صورت جوی و پشته‌ای، روی پشته‌ها و در هر کپه دو تا سه بذر در عمق ۴-۳ سانتی‌متری با تراکم زیاد انجام شد. برای تنظیم تراکم بوته‌ها در مرحله رشدی ۶ و ۸ برگی (V_8 وV_6) پس از رفع عوامل نامساعد محیطی عملیات تنک‌کردن صورت گرفت (۷). بلافاصله پس از کشت بذرها، اولین آبیاری صورت گرفت و دومین آبیاری سه روز بعد و آبیاری‌های بعدی براساس نیاز گیاه، دما و شرایط جوی انجام گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز علاوه بر استفاده از علفکش ترفلان به مقدار ۲ لیتر در هکتار به صورت قبل از کاشت، طی فصل رشد در مواقع لزوم عملیات وجین صورت گرفت. مساحت برداشت جهت ارزیابی عملکرد از هر کرت ۴ مترمربع انتخاب شد و محاسبه عملکرد دانه براساس رطوبت ۱۴ درصد انجام گردید. صفات گیاهی مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد پروتئین، میزان پروتئین، عملکرد روغن، میزان روغن، شاخص برداشت روغن، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و طول غلاف بودند. جهت استخراج روغن از روش سوکسله با کمک حلال پترولیم بنزین و برای اندازه‌گیری میزان پروتئین نمونه‌ها از روش کجلدال استفاده شد (۵). شاخص برداشت روغن نیز از نسبت عملکرد روغن به عملکرد بیولوژیکی به‌دست آمد و به صورت درصد گزارش داده شد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (Vertion 9.1) و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای محاسبات ضرایب رگرسیونی از نرم افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

نتایج و بحث

صفات مرفولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مواد آلی و بین زمان‌های برداشت سویا از نظر صفات مرفولوژیک، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، اما اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی× زمان تنها در مورد صفت عملکرد دانه معنی‌دار شد (جداول ۳ و۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی کادوستیم، بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۵/۳ سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی (۵)، طول غلاف (۵/۱ سانتی‌متر)، تعداد غلاف در بوته (۴۴/۳)، تعداد دانه در غلاف (۲۰۹/۸)، وزن صد دانه (۱۷/۷ گرم)، عملکرد بیولوژیکی (۵۹۳۳ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت دانه (۴۱/۱ درصد) را داشت (جدول ۵). گزارش شده است که مصرف فراورده‌های اسید آمینه‌ای می‌تواند در افزایش شاخص‌های کمی و کیفی گیاهان زراعی مؤثر باشد (۳ و ۸). اثرات مفیدی در رابطه با رشد و سرعت گسترش اندام هوایی و عملکرد کمی و کیفی گیاهان توسط مصرف محرک‌های زیستی چون کادوستیم به‌دست آمده است.

محلول‌پاشی کادوستیم به علت کمک به افزایش رشد رویشی، تحریک توسعه سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی، توسعه کانوپی، افزایش فرایند جذب موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، افزایش طول غلاف و عملکرد بیولوژیکی شده است (۳ و ۸). 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. عملکرد دانه بالاتر از بوته‌هایی حاصل می‌شود که دارای وزن خشک بیشتری هستند. در بین زمان‌های برداشت، زمان برداشت دوم، با ۴۸۷۵/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت دانه (۳۶/۴ درصد) و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه را داشت. (جدول ۶). زمان برداشت دوم به علت عدم برخورد با شرایط نامساعد محیطی (دمای بیش از حد دما، بارندگی‌های زودرس پائیزه و رطوبت زیاد جو) و عدم کاهش محصول ناشی از ریزش دانه موجب تولید مواد پرورده بیشتر و تبدیل تعداد بیشتری از گل‌ها به غلاف گردید (۱۰). این امر به خوبی ارتباط بین کارایی فتوسنتزی گیاه و عملکرد دانه را شرح می‌دهد. به این ترتیب، گیاهانی دارای عملکرد بالا خواهند بود که باتوجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید، بهترین استفاده را برده و مواد فتوسنتزی بیشتری را دراندام‌های خود تجمع دهند. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی در زمان برداشت دوم به ترتیب با میانگین‌های ۲۸۵۳ و ۲۵۹۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۷). محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی علاوه بر تسریع در دسترس قرار گرفتن مواد غذایی، دارای اثر بارزی بر رشد نهال بذرهای جوان، رشد رویشی، توسعه سطوح فتوسنتزی و در نهایت افزایش اجزای عملکرد شد. با توجه به اینکه در فرمولاسیون محلول کادوستیم مقادیر بیشتری از نیتروژن و هم‌چنین پتاسیم نسبت به آمینول فورته، موجود می‌باشد، می‌توان تأثیر بیشترکادوستیم را بر عملکرد گیاه، به غلظت مناسب اسیدهای آمینه و ترکیبات موجود در آن نسبت داد که سبب تحریک بیشتر متابولیسم گیاه و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی شده است (۳ و ۸).

با توجه به نتایج آنالیز کود دامی (جدول ۲) که حاوی اکثر عناصر مهم بوده است، افزایش عملکرد و بهبود رشد گیاه در اثر مصرف کود دامی می‌تواند علاوه بر نقش تغذیه‌ای، در تولید هورمون‌های گیاهی و تنظیم کننده‌های رشد نیز مؤثر باشند (۲، ۱۴ و ۱۷). استفاده از عوامل محیطی همچون تشعشع خورشیدی و درجه حرارت مطلوب در زمان گلدهی و تشکیل غلاف موجب می‌گردد که زمان برداشت دوم حداکثر راندمان فتوسنتزی را کسب کرده و بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت دانه را تولید نماید. عملکرد دانه بالاتر از بوته‌هایی حاصل می‌شود که

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات گیاهی سویا در تیمارهای مورد آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	طول دوره رسیدگی	(MS) طول غلاف	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه
بلوک	۲	۲۱/۱^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۱۲۱/۶**	۰/۴^{ns}	۱۶/۴^{ns}	۸۶^{ns}	۱۰*
محرک رشد	۴	۱۳۲۲**	۶/۴**	۱۲۵۰/۱**	۶/۵**	۱۳۲۲/۱**	۲۶۶۴۲**	۲۴/۵**
زمان برداشت	۲	۹۹/۸*	۳/۸**	۱۳۵۹**	۱/۵**	۱۵۱/۴**	۹۵۸**	۱۸/۵**
محرک رشد ×زمان برداشت	۸	۱۱/۴^{ns}	۰/۲^{ns}	۱۹/۳^{ns}	۰/۳^{ns}	۱۰/۶^{ns}	۱۱۷/۴^{ns}	۲/۶^{ns}
خطای آزمایش	۲۸	۱۹/۷	۰/۳۵	۱۱/۲	۰/۱	۸/۷	۱۰۳/۲	۱/۸
ضریب تغییرات (درصد)	–	۴/۵	۱۵	۲/۲	۱۰/۲	۸/۴	۶	۸/۷

ns: غیر معنی‌دار

* و **: معنی‌د ار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

دارای وزن خشک بیشتری هستند. اما بطور کلی افزایش عملکرد دانه، بیشتر از طریق افزایش شاخص برداشت حاصل می‌شود تا از طریق افزایش بیوماس. برداشت زودهنگام کلزا به علت سبز بودن دانه‌ها موجب افزایش کلروفیل و اسیدهای چرب آزاد در دانه‌ها گردیده و عملکرد را کاهش می‌دهد (۱۰).

عملکرد روغن و شاخص برداشت روغن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی و زمان‌های برداشت از نظر صفات میزان روغن دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت روغن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد، اما اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی× زمان تنها در مورد صفت عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی بیشترین میزان روغن دانه (به ترتیب با میانگین‌های ۲۱/۳ و ۲۰/۲ درصد) را دارا بود. کمترین میانگین شاخص برداشت روغن پس از شاهد، در تیمار آب مغناطیسی (۵/۳ درصد) به‌دست آمد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم با میانگین ۶۶۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تیمار آب مغناطیسی و آمینول فورته پس از شاهد در زمان‌های برداشت اول و سوم کمترین عملکرد روغن را دارا بودند (جدول ۷). این آزمایش نشان داد که تیمارهای اسیدهای آمینه از نظر عملکرد روغن و شاخص برداشت روغن با تیمار شاهد به طور معنی‌داری تفاوت داشتند و بیشترین عملکرد روغن و میزان روغن با مصرف کادوستیم حاصل شده است که ممکن است اسیدهای آمینه به‌کاررفته در فرمولاسیون این محلول 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 (۸ و ۱۶). به نظر می‌رسد با محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی به واسطه افزایش زیاد رشد سبزینه‌ای و رشد زایشی سویا، اندام‌های زایشی بیشتری ساخته شده و سهم دریافتی مواد پرورده آنها نیز بالا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات گیاهی سویا در تیمارهای مورد آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)						
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	شاخص برداشت روغن	عملکرد روغن	میزان روغن	عملکرد پروتئین	میزان پروتئین
بلوک	۲	۶۱۱۰۱/۶*	۱۲۲۵۹۶^{ns}	۴/۸^{ns}	۱/۲^{ns}	۸۲۱۱/۲**	۶/۲*	۵۴۳^{ns}	۶/۷^{ns}
تیمار محلول‌پاشی	۴	۶۱۱۲۶۱۸/۶**	۳۲۰۶۶۱۵۷/۶**	۳۷۱**	۳۶/۱**	۳۰۶۸۲۶/۳**	۵۸/۶**	۷۹۰۶۹۵**	۳۲۶/۵**
زمان برداشت	۲	۴۴۹۵۰۷/۲**	۶۷۰۹۴۴/۵*	۶۶/۵**	۱۵/۸**	۶۸۲۸۴/۵**	۵۲**	۱۱۴۵۷۹/۲**	۶۳/۵**
تیمار محلول‌پاشی ×زمان برداشت	۸	۶۲۸۶۳/۲**	۳۶۱۱۸۲/۲^{ns}	۳/۲^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۶۴۱۴**	۰/۸^{ns}	۱۳۸۶۹/۲**	۰/۹^{ns}
خطای آزمایش	۲۸	۱۴۰۷۲/۱	۱۸۰۲۹۲	۵/۰	۰/۴۲	۱۲۹۲/۲	۱/۷	۱۸۰۷	۲/۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۷/۱	۹/۱	۶/۵	۱۰	۱۱	۷/۰۳	۹/۰۶	۵/۵

ns: غیرمعنی‌دار و *، **: معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات گیاهی سویا در تیمارهای محلول‌پاشی

تیمارهای محلول‌پاشی	ارتفاع بوته در برداشت (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	وزن خشک دانه در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
شاهد (صفر)	۷۵/۵^{c}	۲/۶^{c}	۲/۹^{d}	۱۳/۸^{c}	۳۴۷/۶^{d}	۱۳۳۸/۳^{d}	۲۶/۳^{d}	۳/۸^{e}	۱۴/۶^{c}
آب مغناطیسی	۹۹/۴^{b}	۴/۳^{ab}	۴/۰۳^{c}	۳۷/۶^{b}	۱۵۷۹/۴^{c}	۵۳۵۰/۳^{b}	۲۹/۶^{c}	۵/۳^{d}	۱۷/۹^{b}
کادوستیم	۱۰۵/۳^{a}	۵^{a}	۵/۱^{a}	۴۴/۳^{a}	۲۴۴۳/۶^{a}	۵۹۳۳^{a}	۴۱/۱^{a}	۸/۷^{a}	۲۱/۳^{a}
آمینول فورته	۱۰۱/۶^{ab}	۴/۰^{b}	۴/۰۳^{c}	۴۰^{b}	۱۶۲۱^{c}	۴۸۵۸/۲^{c}	۳۳/۴^{b}	۶/۳^{c}	۱۸/۹^{b}
کرد دامی	۱۰۲/۵^{ab}	۴/۰^{b}	۴/۶^{b}	۳۹/۷^{b}	۲۲۷۰/۴^{b}	۵۷۰۱/۱^{ab}	۳۹/۸^{a}	۸/۱^{b}	۲۰/۲^{a}

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

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ٦. مقایسه میانگین صفات گیاهی سویا در تیمارهای زمان برداشت

زمان برداشت	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف (سانتی‌متر)	طول دوره رسیدگی (روز)	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تیمار زمان برداشت
برداشت اول	۳۳/۴^{b}	۳/۹۳^{b}	۱۳۹^{c}	۳/۶^{b}	۹۴^{b}	
برداشت دوم	۳۳/۲^{b}	۴/۰۲^{b}	۱۵۸^{a}	۳/۷^{b}	۹۷/۶^{a}	
برداشت سوم	۳۸/۸^{a}	۴/۵۱^{a}	۱۴۹^{b}	۴/۵^{a}	۹۹^{a}	

وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	شاخص برداشت روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	میزان پروتئین (درصد)	تیمار
۱۴/۸^{b}	۱۶۳^{b}	۱۵۸۶^{b}	۴۵۵۹/۴^{ab}	۳۳/۲^{b}	۵/۹۳^{b}	۲۹۲^{b}	۱۷/۴^{b}	۴۲۸/۳^{b}	۲۴/۸^{b}	
۱۶/۸^{a}	۱۷۸/۳^{a}	۱۸۴۹^{a}	۴۸۷۵/۳^{a}	۳۶/۴^{a}	۷/۶۸^{a}	۴۰۴/۶^{a}	۲۰/۷^{a}	۵۶۹/۳^{a}	۲۸/۳^{a}	
۱۴/۹^{b}	۱۶۷^{b}	۱۵۲۲/۴^{b}	۴۴۷۳/۷^{b}	۳۲/۴^{b}	۵/۸۷^{b}	۲۸۳/۸^{b}	۱۷/۶^{b}	۴۰۹/۳^{b}	۲۴/۷^{b}	

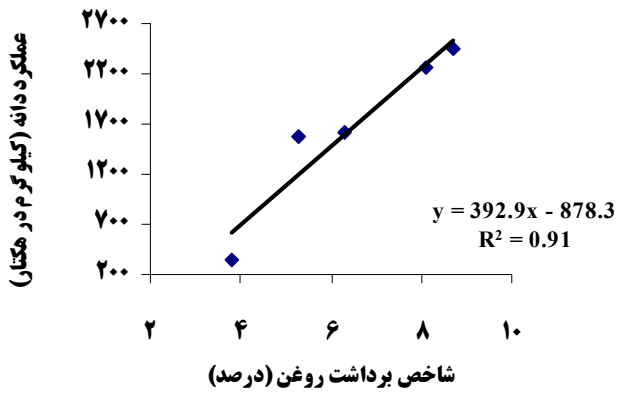
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

جدول ۷. مقایسه اثر متقابل مواد محلول‌پاشی × زمان برداشت صفات گیاهی سویا

تیمار محلول‌پاشی	زمان برداشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
شاهد	زمان برداشت اول	۳۱۳/۳^{f}	۴۲^{h}	۵۲/۸^{g}
	زمان برداشت دوم	۳۹۰/۳^{f}	۶۳/۹^{h}	۷۹/۷^{g}
	زمان برداشت سوم	۳۳۹/۳^{f}	۴۸/۲^{h}	۵۷/۵^{g}
آب مغناطیسی	زمان برداشت اول	۱۵۸۰^{de}	۲۶۸/۶^{g}	۳۶۶^{f}
	زمان برداشت دوم	۱۶۷۶^{de}	۳۳۲/۸^{ef}	۴۴۴/۱^{e}
	زمان برداشت سوم	۱۴۸۲^{e}	۲۵۰/۶^{g}	۳۶۱^{f}
کادوستیم	زمان برداشت اول	۲۲۷۲^{c}	۴۵۸/۱^{c}	۷۳۹/۳^{c}
	زمان برداشت دوم	۲۸۵۳^{a}	۶۶۴^{a}	۱۰۱۹^{a}
	زمان برداشت سوم	۲۲۰۶^{c}	۴۵۶^{c}	۶۹۳^{c}
آمینول فورته	زمان برداشت اول	۱۶۵۲^{de}	۲۹۷^{fg}	۳۶۸/۱^{f}
	زمان برداشت دوم	۱۷۲۸^{d}	۳۷۸^{de}	۴۵۰/۳^{e}
	زمان برداشت سوم	۱۴۸۳^{e}	۲۵۳/۱^{g}	۳۱۷/۵^{f}
کود دامی	زمان برداشت اول	۲۱۱۲^{c}	۳۹۵^{cde}	۶۱۵/۳^{d}
	زمان برداشت دوم	۲۵۹۸^{b}	۵۸۴/۵^{b}	۸۵۳/۳^{b}
	زمان برداشت سوم	۲۱۰۱^{c}	۴۱۲^{cd}	۶۱۸/۴^{d}

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



شکل ۱. رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت روغن

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

می‌رود، در نتیجه ضمن افزایش عملکرد دانه و محتوای روغن دانه، عملکرد روغن افزوده می‌شود (۳ و ۸). هم‌چنین می‌توان علت کمتر بودن عملکرد دانه و روغن در برداشت سوم نسبت به دو زمان برداشت دیگر را تلفات ریزش دانست. با توجه به این‌که شاخص برداشت روغن از نسبت عملکرد روغن به عملکرد بیولوژیکی به‌دست می‌آید، بنابراین با محلول‌پاشی کادوستیم نیاز غذایی گیاه در طی مراحل رشد تأمین شده و این موضوع باعث افزایش فعالیت سطوح فتوسنتزی و تخصیص بیشتر مواد غذایی به بخش‌های زایشی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و روغن شد (۸). اما باید در نظر داشت که با افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه، عملکرد بیولوژیکی نیز افزایش پیدا می‌کند که با تغییر عملکرد بیولوژیک (تغییر ظرفیت منبع)، عملکرد روغن و شاخص برداشت روغن متناسب با افزایش تولید مواد فتوسنتزی و جذب و انتقال آنها به دانه‌ها نیز تغییر می‌نماید. تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی شاخص برداشت روغن با عملکرد نشان داد که بالاترین ضریب تبیین و کمترین میانگین مربعات در رابطه خطی به‌دست آمد. به طوری‌که رابطه خطی و مثبتی بین شاخص برداشت روغن و عملکرد دانه وجود داشت و این تابع ۹۱ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند (شکل ۱). به طور کلی محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی به واسطه افزایش تولید مواد پرورده و رشد زایشی موجب افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه گردید. هم‌چنین ضمن افزایش محتوای روغن دانه، شاخص برداشت روغن به دلیل میزان بیشتر عملکرد روغن افزون بر بیوماس کل، از میانگین بیشتری برخوردار بود.

عملکرد و میزان پروتئین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی و زمان‌های برداشت از نظر عملکرد و میزان پروتئین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم با میانگین ۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد پروتئین را دارا بود (جدول ۷). نتایج حاصل از این تحقیق مؤید این موضوع بود که فرمولاسیون کادوستیم (اسیدهای آمینه همراه با ازت و پتاسیم) دارای عملکرد پروتئین بهتری نسبت به شاهد و سایر مواد محلول‌پاشی نشان داد. این افزایش عملکرد پروتئین را می‌توان به غلظت مناسب اسیدهای آمینه و وجود سایر عناصر غذایی موجود در آن نسبت داد که سبب تحریک بیشتر متابولیسم گیاه شد. با توجه به این‌که اساساً اسیدهای آمینه بیشتر از طریق روزنه‌ها جذب می‌شوند و به مقدار کمتر از طریق اپیدرم سطحی نفوذ می‌کنند (۸ و۱۶)، محلول‌پاشی کادوستیم نسبت به محلول‌پاشی کود گاوی که به آهستگی جذب گیاه می‌شود، مؤثرتر بود. به نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی کادوستیم در زمان برداشت دوم (با تلفات کمتر ریزش و سبزینگی دانه)، سوبسترای بیشتری برای سنتز پروتئین فراهم می‌شود، پیش ماده‌های پروتئینی بیشتر شده و به تشکیل پروتئین اختصاص یافت. این عامل بطور مشخص در سویا باعث کاهش میزان روغن دانه نیز نگردید. با توجه به اینکه عملکرد پروتئین، از حاصل‌ضرب میزان پروتئین و عملکرد دانه به‌دست می‌آید، بنابراین به علت بالا بودن عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی کادوستیم، بیشتر بودن عملکرد پروتئین نیز دور از انتظار نیست.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این آزمایش، تیمارهای محلول‌پاشی کادوستیم و کود دامی نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش اجزای عملکرد، بیوماس کل، عملکرد دانه، شاخص برداشت روغن و میزان پروتئین شد. مصرف آب مغناطیسی نیز نسبت به تیمار شاهد (صفر) در اکثر صفات مورد بررسی افزایش نشان داد. هم‌چنین حداکثر عملکرد دانه و پروتئین زمانی که دانه‌های غلاف در ساقه اصلی ۱۵-۱۴ درصد رطوبت (زمان برداشت دوم) داشتند، به‌دست آمد. به نظر می‌رسد که استفاده از فراورده‌های زیستی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]

مشتمل بر اسیدهای آمینه وکودهای دامی به دلیل ایجاد تعادل غذایی می‌تواند در تغذیه مطلوب و مؤثر در افزایش عملکرد، سلامت محصول و افزودن کارایی اقتصادی محصول استراتژیک سویا مدنظر باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، جناب آقای مهندس محمد ربیعی و جناب آقای دکتر مسعود اصفهانی به‌دلیل مساعدت‌های بی‌دریغشان تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Aladjadjiyan, A. 2007. The us of physical methods for plant. Growing stimulation in Bulgaria, *jurnal of central European Agriculture* 8: 369-380.
2. Arancon, N. Q., C. Edwards, P. Bierman, J. Metzger, S. Lee and C. Welch. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
3. 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.
4. 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. *International Agrophysics* 21: 173-177
5. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. *Journal of Agricultural Research* 982: 11-28. (In Farsi).
6. Fallahi, J., A. Koocheki and P. Rezvani Moghaddam. 2008. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (Matricaria recutita L.) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops* 7 (1): 127 - 35.
7. Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood and J. S. Penningtae. 1971. Stages of Development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.) Merril. *Journal of Crop Sciences* 11: 929-930.
8. Gawronaka, H. 2008. Biostimulators in modern agriculture (general aspects). Arysta LifeScience. Published by the editorial House Wies Jutra, Limited. Warsaw, 89 Pp
9. Golzadeh, H., A. Mehrafarin, H. Naghdibadi, F. Fazeli, A. Qaderi, and N. Zarinpanjeh. 2012. Effect of Bio-stimulators compounds on quantitative and qualitative yield of german chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Medicinal plants* 11: 195-207. (In Farsi).
10. Khajepoura, M. R. 2004. Industrial plants. Jihad university of technology Isfahan unit, 564 p. (In Farsi).
11. Kuepper, G. 2003. Foliar Fertilization. Fayetteville. National Sustainable Agriculture Information Service, 235 Pp.
12. Lauer, D. A. 1975. Limitation of animal waste replacement of inorganic fertilizer. PP. 409-432. *In*: W. J. Jewell (Ed). Energy Agriculture and Waste Management. Proc. Agriculture Waste Management. Conference Annual Arbor, Science.
13. Mamaril, P. C. 2004. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. *Turkish Journal of Agriculture* 32: 215-220.
14. Odell, C. H. 2002. Foliar feeding of plant nutriants. Virginia vegetable, small fruit and specialty srops. 1(11): 124-136.
15. Saliha, B. B. 2005. Bioefficacy testing of GMX online magnetic water conditioner in grapes var.muscat. Tamil Nadu agricultural university. Project Completion Project .
16. 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.)*. *International. jurnal of Agriculture Research* 4:228 – 236.
17. Tu, C., J. B. Ristaino and S. Hu. 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *Journal of Soil Biologycal* 38:247-255.
18. Wilcox, J. R. and R. M. Shible. 2001. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. *Journal of Crop Sciences* 41:11–14.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.2.8]