بررسی اثرات مستقیم زوال بر روی رشد سویا با استفاده از تجزیه کوواریانس و تعیین عمق بهینه کشت

فیروز صلاحی*[۱]، سید مجید عالیمقام[۲]، سراله گالشی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

[۲] دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۳۰

چکیده

در تولید محصولات زراعی، کیفیت بذر از اهمیت زیادی برخوردار است. کاهش کیفیت بذر باعث افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی می‌گردد. در این راستا به منظور بررسی اثر مستقیم زوال بذر و عمق کاشت بر برخی از شاخص‌های رشدی سویا، در سال ۱۳۹۲ آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در پنج تکرار در گلخانه‌ی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح عمق کاشت (۳، ۵، ۷ و ۹ سانتی‌متر) و ۵ سطح تسریع پیری (به مدت ۰، ۲٤، ۳٦، ٤۸ و ۷۲) بودند. صفات اندازه‌گیری شده در این مطالعه شامل تراکم بوته در گلدان، ارتفاع بوته، سطح برگ بوته‌ها در گلدان، وزن خشک برگ، ساقه و کل بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی بودند. به منظور از بین بردن اثر غیر مستقیم فاکتورهای زوال و عمق کاشت بر روی شاخص‌های رشدی، از تجزیه کوواریانس استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که جهت رسیدن به استقرار و رشد مناسب سویا، سطح زوال بذر در تعیین عمق مناسب کشت نقش زیادی دارد. به طوریکه در سطوح کم زوال (۰ و ۲٤ ساعت) عمق بهینه کاشت در حدود ٦ سانتی‌متر و برای سطوح زوال متوسط (٤۸ ساعت زوال) عمق کاشت ۳ سانتی‌متر به عنوان مناسب‌ترین عمق کاشت شناخته شد. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق در صورت عدم دسترسی به بذر مناسب، با آگاهی از مقدار زوال بذرها و رعایت عمق مناسب کاشت، می‌توان به استقرار و رشد مناسب سویا امیدوار بود.

واژگان کلیدی: اثر مستقیم زوال، تجزیه کوواریانس، سویا، عمق بهینه کاشت.

*نویسنده مسئول: firoozsalahi@yahoo.com

مقدمه

واردات روغن سویا با مقداری معادل ۸۳۱ هزار تن در سال، سومین قلم عمده‌ی وارداتی کشور می‌باشد (معاونت طرح و برنامه گمرک، ۱۳۷۸استان گلستان با ۵۹ هزار هکتار (۹۰ درصد به صوت کشت آبی و ۱۰ درصد به صورت کشت دیم) بیشترین سطح زیر کشت سویا در کشور را دارد، به طوریکه در کشور ۸۰ درصد از کل سطح زیر کشت سویا در این استان واقع شده است. از این سطح زیر کشت سالیانه ۹۲ هزار تن دانه سویا تولید می‌شود (Ministry of IRAN Agriculture, 2011).

طبق آمار فاو در سال ۲۰۱۳ مقدار تولید سویا در سطح جهان و ایران به ترتیب برابر ۲۷٦ میلیون تن و ۱۸٦ هزار تن بود که این مقدار تولید از سطح زیر کشتی برابر ۱۱۱ میلیون هکتار در جهان و ۷٦ هزار هکتار در ایران حاصل شده است. بر اساس آمار این سازمان در این سال ۲/۵ درصد از کل محصول این گیاه در سطح جهانی به عنوان بذر تولید شده است. این در حالی است که در ایران ٤/٤ درصد از کل محصول به‌عنوان بذر تولید شده است (FAO, 2014). مقایسه مقدار بذر تولید شده برای سویا در ایران و جهان نشان می‌دهد که مقدار بذر تولید شده برای این گیاه بیش از میانگین جهانی است. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی ایران، ۸۰ درصد از کل سطح زیر کشت سویا برای کشور در استان گلستان می‌باشد که از این سطح زیر کشت در حدود ۷٤ درصد از کل محصول تولیدی سویا در کشور، تولید می‌شود (Ministry of IRAN Agriculture, 2011).

کیفیت بالای بذر یکی از فاکتورهای بسیار مهم در تولید محصولات زراعی می‌باشد. قدرت بذر یکی از اجزای کیفیت بذر محسوب می‌شود (Hampton and Tekrony, 1995). جوانه‌زنی بذر، رشد و استقرار گیاهچه از اجزای مهم قدرت بذر می‌باشند (Deviah et al., 2007). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و در نتیجه کاهش کیفیت بذر باعث افزایش حساسیت به تنش‌های محیطی می‌گردد (TeKrony et al., 1989). دانه‌های روغنی طی انبارداری به سرعت زوال می‌یابند که این امر باعث کاهش کیفیت بذر آنها می‌شود (Afzal et al., 2004). شرایط نامناسب انبارداری تنها عامل زوال بذرها نمی‌باشد. به طوریکه حساسیت بذور به شرایط محیطی به مراحل نمو آنها نیز باعث زوال بذر بر روی بوته‌ی مادری می‌شود. در صورتی که بعد از مرحله رسیدگی، بذور در معرض شرایط محیطی متغیر قرار گیرند، قدرت بذر و جوانه‌زنی آنها رو به زوال خواهد رفت. به عبارت گویاتر ساختار ژنتیکی، شرایط محیطی حاکم در طول مدت نمو بذر و محیط انبارداری از جمله عوامل موثر بر قدرت بذر به شمار می‌آیند (Samarah and Abu-Yahya, 2008).

عمق کاشت یکی دیگر از فاکتورهای محیطی است که می‌تواند درصد سبز شدن و یکنواختی سبز شدن را تحت تاثیر قرار دهد (Herbek and Bitzer, 1988). دسترسی به یک استقرار مناسب از طریق جوانه‌زنی و سبز شدن مناسب دارای اهمیت بالایی است (Srivastava et al., 2006). عمق کشت کم از طریق کاهش دسترسی رطوبت به بذر باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. در حالی که عمق کشت‌های زیاد درصد سبز شدن و عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Desbiolles, 2002; Aikinz et al., 2006).

با توجه به اینکه در کشور، در هنگام انبارداری بذرو، شرایط دمایی و رطوبتی مناسبی تامین نمی‌شود. همچنین با توجه به اینکه در بعضی از مناطق تولید بذر سویا به‌دلیل شرایط آب و هوایی، بذور در طی نمو بر روی بوته‌های مادری به‌صورت طبیعی زوال می‌یابند. در مواردی، کشاورزان برای کشت و تولید این محصول ناگزیر به استفاده از بذور زوال یافته هستند. بنابراین در صورت عدم رعایت عمق مناسب کشت این محصول، به صورت ناخواسته اثر متقابل عمق کاشت و زوال بذرها، تولید این محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با توجه به اینکه در مطالعات گذشته

کمتر به اثرات همزمان عمق کاشت و زوال بذر در تولید سویا پرداخته شده است، در این مطالعه سعی شده است تاثیر این فاکتورهای محیطی به طور همزمان مورد مطالعه قرار گیرند تا از این طریق برای بذرو با قدرت‌های مختلف، عمق مناسب کشت تعیین شود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در تابستان سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر و گلخانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان بر روی سویا (رقم D.P.X) انجام شد. در این تحقیق ابتدا بذرها به روش تسریع پیری، در آزمایشگاه به صورت مصنوعی فرسوده شدند. برای این منظور به مقدار کافی بذر سویا برای مدت ۰، ٢٤، ٣٦، ٤٨ و ٧٢ ساعت در دمای ٤١ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد قرار گرفتند (Modarresi et al., 2002; Khaliliaqgdam et al., 2012). قبل از انجام تسریع پیری، درصد رطوبت بذور توسط روش آون اندازه‌گیری شد و از مقدار رطوبت بذور (باید در محدوده ۱۰ تا ١٤ درصد قرار داشته باشد (ISTA, 2009). اطمینان حاصل شد برای این کار بذرها قبل از قرار گرفتن در آون آسیاب شدند. سپس بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت یک دقیقه ضد عفونی شدند. در مرحله بعد بذرها بر روی یک توری سیمی از جنس آلومینیوم ریخته شد و در ظرف‌های واکیوم به ابعاد ۵×۲۰×۳۰ سانتی‌متر قرار داده شدند که در ته آنها به مقدار ۵۰ سی‌سی آب مقطر ریخته شده بود. در نهایت ظرف‌ها داخل انکوباتور و در دمای ٤١ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. تنظیم قرار دادن تیمارهای مختلف زوال در داخل انکوباتور طوری بود که در نهایت همه‌ی تیمارهای زوال به صورت همزمان از انکوباتور خارج شدند.

کشت در گلخانه: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در پنج تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح عمق کاشت (۳، ۵، ۷ و ۹ سانتی‌متر) و ۵ سطح تسریع پیری (به‌مدت ۰، ٢٤، ٣٦، ٤٨ و ٧٢) بودند. کشت درون گلدان‌های استوانه‌ای شکل از جنس پلاستیک به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۲۷ سانتی‌متر انجام شد. در هر گلدان ۲۰ عدد بذر کشت شد. برای تنظیم دقیق عمق کاشت و برای اطمینان از عدم تغییر آن به دلیل نشست خاک در گلدان، دو روز قبل از انجام آزمایش گلدان‌ها با توجه به عمق کشت تا حدودی با خاک پر شدند. سپس اقدام به آبیاری گلدان‌ها شد تا خاک در گلدان به صورت کامل نشست کند. سپس بذرها بر روی سطح خاک گلدان‌ها چیده شدند. با توجه به تیمار عمق کشت، بر روی بذرها خاک ریخته شد. در همه‌ی گلدان‌ها سطحی که باید با خاک پر می‌شد بر روی گلدان علامت زده شد تا در صورت نشستِ خاکِ ریخته شده بر روی بذرها، دوباره در طی آزمایش به آن خاک اضافه شود. پس از کشت بذرها در عمق‌های مختلف، به گلدان‌ها آب داده شد. در طول آزمایش هر دو روز یک بار گلدان‌ها آبیاری شدند. مشخصات خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک مورد استفاده در آزمایش

رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد رطوبت اشباع خاک
۲۸	٦٢	۱۰	سیلت- لومی	۱/۷	۰/۸	٤٩

صفات اندازه‌گیری شده در این مطالعه شامل تراکم بوته در گلدان، ارتفاع بوته، سطح برگ بوته‌ها در گلدان، وزن خشک برگ، ساقه و کل بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی بودند. به منظور اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل دلتاتی استفاده شد. وزن خشک اندام‌های مختلف بعد از قرار دادن در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت سه روز توزین شد.

در این مطالعه به‌منظور تصحیح اثر غیر مستقیم زوال بذرها و عمق کاشت (تغییر تراکم در گلدان‌ها) بر شاخص‌های رشدی مورد بررسی، از تجزیه کوواریانس استفاده شد. برای این منظور ابتدا در هر عمق کاشت رابطه‌ی رگرسیونی بین تراکم بوته‌ها در گلدان با شاخص‌های مختلف رشدی به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. در صورت معنی‌دار بودن رابطه رگرسیون ساده خطی (y=bx+a)، با کمک رابطه (۱) مقدار هر یک از شاخص‌های رشدی در هر گلدان بر اساس تراکم ده بوته در گلدان تصحیح شدند تا اثر تراکم که خود بر اثر عمق کشت و سطوح زوال مختلف حاصل شده بود، تصحیح شود (Soltani et al., 2004).

$$y = y_i - b(x_i - d) \qquad (۱)$$

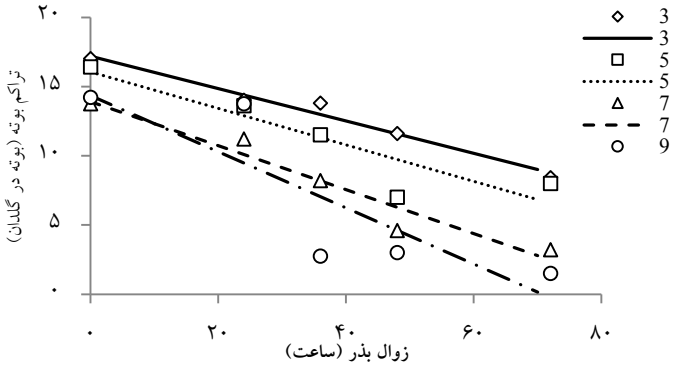
که در این رابطه y: مقدار شاخص رشدی مورد نظر در گلدان بر اساس ۱۰ بوته پس از تصحیح اثر تراکم؛ y_i: مقدار شاخص رشدی مورد نظر در گلدان i قبل از تصحیح اثر تراکم؛ b: شیب رگرسیون برای رابطه بین تراکم و y_iها در هر عمق کاشت به صورت جداگانه؛ x: تراکم واقعی در گلدان i؛ d: تراکم فرضی که قرار بود شاخص رشدی بر اساس این تراکم تصحیح شود که در این مطالعه با توجه به تراکم‌های واقعی، برابر ۱۰ بوته در گلدان در نظر گرفته شد.

برای بررسی اثر مستقیم عمق کاشت و زوال بذر باید اثر غیر مستقیم (تغییر تراکم) تصحیح شود. در این مطالعه برای این منظور از تجزیه کوواریانس استفاده شد. برای این کار ابتدا رابطه بین تراکم‌های مختلف (که خود به‌دلیل سطوح مختلف زوال بذر ایجاد شده بود) با شاخص‌های رشد مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). سپس در صورت معنی‌دار بودن این روابط و با استفاده از معادله ۱ اثر غیر مستقیم زوال از بین برده شد و مقادیر شاخص‌های مورد بررسی بر اساس ۱۰ بوته در گلدان تعدیل شدند.سپس با توجه به کمّی بودن منابع تغییر (عمق و زوال) بر اساس معنی‌داری هر یک از منابع تغییر اقدام به رسم و برازش رگرسیون شد (Soltani, 2006). برای برازش تمامی رگرسیون‌ها از تکرار مشاهدات استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار SAS انجام شد (Soltani, 2008). رسم تمامی اشکال در نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج و بحث

در شکل ۱ اثر طول دوره زوال بذر بر تراکم نهایی بوته در شرایط کاشت در عمق‌های مختلف نشان داده شده است. در هر چهار عمق کشت مورد مطالعه با افزایش دوره زوال، تراکم بوته کاهش یافت. بنابراین زوال بذر از طریق کاهش تراکم بوته‌های استقرار یافته می‌تواند به صورت غیر مستقیم بر شاخص‌های رشد سویا تاثیر گذارد. به عبارت دیگر تغییر تراکم خود باعث تغییر شاخص‌هایی مثل تغییر ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته می‌شود که این تغییرات به صورت غیر مستقیم از زوال بذر که باعث کاهش تراکم می‌شود، حاصل می‌گردد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها قبل و پس از تصحیح اثر تراکم از طریق تجزیه کوواریانس نیز حاکی از آن بود که اثر زوال بذر به‌طور عمده به‌صورت غیرمستقیم و از طریق تغییر تراکم بوته در واحد سطح باعث تغییر در شاخص‌های رشدی می‌شود (جدول ۳). به‌طوری که قبل از انجام تجزیه کوواریانس اثر اصلی زوال بر روی شاخص‌های رشدی مورد مطالعه از

نظر آماری معنی‌دار بود. ولی بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تغییرات تراکم بر روی شاخص‌های رشدی مشخص شد که اثر اصلی زوال به غیر از ارتفاع بوته، بر روی سطح برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳). Ellis (1992) نیز نشان داده است که کیفیت بذر می‌تواند به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم بر عملکرد گیاهان زراعی اثر بگذارد. اثر غیر مستقیم شامل کاهش درصد و سرعت سبز شدن می‌باشد که از طریق تغییر تراکم گیاهی، آرایش فضایی و بقای محصول، بر عملکرد اثر می گذارند. استفاده از بذوری با قدرت پایین به خصوص در شرایطی که مزرعه تحت تنش است می‌تواند به شدت درصد سبزشدن را کاهش دهد. بنابراین، با استفاده از بذوری با قدرت بالاتر می‌توان در دامنه وسیعی از شرایط محیطی شاهد استقرار مناسب محصول بود که می‌تواند در عملکرد نهایی نیز موثر باشد (Soltani et al., 2009). Salahi (2014) بیان کرد که در صورت استفاده از بذرهای زوال یافته، برای کاهش اثرات غیر مستقیم زوال و دسترسی به استقرار مناسب بوته‌ها، می‌توان مقدار بذر مصرفی در زمان کاشت را افزایش داد.



شکل ۱- رابطه بین زوال بذر و تراکم بوته در عمق کاشت‌های مختلف سویا

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در صورتی که نیاز به بررسی اثر مستقیم عمق کاشت در سطوح مختلف زوال بذر سویا باشد، به صورت ناخواسته اثر تراکم (اثر غیر مستقیم زوال) نیز در نتایج وارد خواهد شد.

در جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس بر روی داده‌های حاصل از آنالیز کوواریانس و تعدیل شاخص‌های رشد مورد بررسی بر اساس تراکم ۱۰ بوته در گلدان نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که اثر مستقیم زوال فقط بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار بود. با وجود معنی‌دار بودن اثر مستقیم زوال، رابطه رگرسیونی معنی‌داری بین این فاکتور و ارتفاع بوته مشاهده نشد (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته در تیمارهای زوال ۰ و ۳۶ ساعت با هیچ کدام از سطوح زوال معنی‌دار نبود. اما مقدار ارتفاع بوته در زوال ۲٤ ساعت به صورت معنی‌داری بیش‌تر از سطوح زوال ٤۸ و ۷۲ ساعت به دست آمد (شکل ۲). اثر عمق کاشت بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳). به عبارتی دیگر حتی در صورت کشت بذرهای زوال یافته، هیچ یک از عمق کاشت‌های ۳ تا ۹ سانتی‌متر به صورت مستقیم عامل محدود کننده‌ایی برای دستیابی به ارتفاع مطلوب بوته به شمار نرفت.

جدول ۲- پارامترهای رگرسیون ساده خطی (y=bx+a) برای رابطه بین تراکم بوته در گلدان و شاخص‌های اندازه‌گیری شده (در هر یک از سطوح عمق کاشت، تراکم بوته در گلدان به عنوان متغیر مستقل x و هر یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده به صورت جداگانه به عنوان متغیر وابسته y در نظر گرفته شدند سپس مقادیر پارامترهای رگرسیون تخمین زده شد)

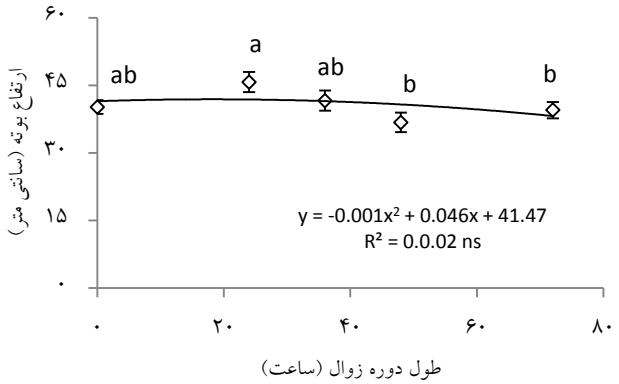
عمق کاشت (سانتی متر)	پارامتر	ارتفاع بوته (سانتی متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در گلدان)	وزن خشک ساقه (گرم در گلدان)	وزن خشک برگ (گرم در گلدان)	وزن خشک بوته (گرم در گلدان)
۳	b	۰/۷۲±۰/۵۰	۱۵۰±۸۹	۰/۸±۰/۳	۰/۸۷±۰/٤	۱/۷±۰/۷
	a	۳۰/۳±٦/۷	۳٦۷۰±۱۲۰۳	۹/۳±٤/۳	۱۲/۸±۵/۳	۲۲/۱±۹/۱
	R^2	۰/۰۸ns	۰/۱۱ns	۰/۲۲*	۰/۱۸*	۰/۲۱*
۵	b	۰/٤۸±۰/۵	۱۰٦/٤±٦۱	۱/۱±۰/٤	۰/٤۹±۰/۳	۱/۰۵±۰/۵۵
	a	۳٦/۷±۵/۹	۵۲۱۷/٤±۷٦۰	۷/۲±٤/۷	۲۳/٦±۳/۷	۳۹±٦/۸
	R^2	۰/۰۵ns	۰/۱۳ns	۰/۲۸*	۰/۱۱ns	۰/۱٦ns
۷	b	۲/۰۲±۰/٤	۵۰۷/۲±۷۱	۲/۱۲±۰/۳	۲/٤±۰/۳۳	٤/٦±۰/٦
	a	۱۷/۵±۳/۳	۱۵٤/۲±٦٦۷	−۲/۱۰±۲/٦	−۰/٦٤±۳/۱	−۲/۷±۵/٦
	R^2	۰/۵۹**	۰/۷۰**	۰/۷۲**	۰/۷۲**	۰/۷۲**
۹	b	۱/۸۰±۰/۳	۵٤٤/٤±۳۵	۲/۳±۰/۱۷	۲/۸±۰/۲	۵/۱±۰/۳
	a	۲۲/۹±۲/٦	٤۰۰/٤±۳۲۷	−۱/۷±۱/٦	−۰/۳۳±۱/٦	−۲±۳
	R^2	۰/٦۸**	۰/۹۲**	۰/۹۰**	۰/۹۳**	۰/۹۳**

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری رگرسیون و معنی‌داری رگرسیون در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

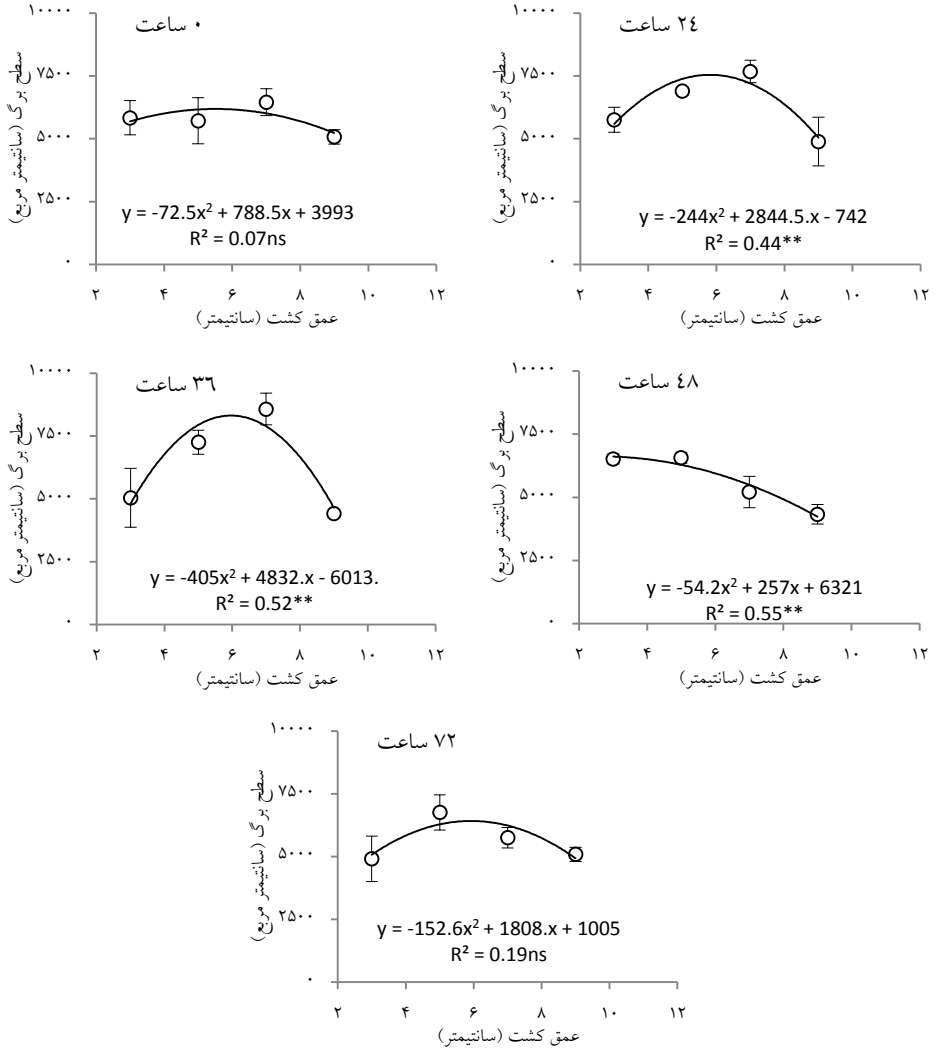
جدول ۳- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، مجموع سطح برگ، مجموع وزن خشک ساقه، مجموع وزن خشک برگ و مجموع وزن خشک بوته در گلدان قبل و پس از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم

	منابع تغییر	ارتفاع بوته	سطح برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک بوته
قبل از تجزیه کوواریانس	بلوک	۳۲ns	۱/٤×۱۰٦ns	۱۱ns	۸۳ns	۱۷۵ns
	عمق کاشت	۳۱٤***	۲/٦×۱۰۷***	۱٦۵*	٤٦٦***	۱٤۳۸***
	زوال	۹۷۲***	۵×۱۰۷***	۱۱۹۱***	۱۲٦۹***	٤۵۸۱***
	عمق×زوال	۳۰۸***	۲×۱۰۷***	۲۷۰***	٤٦۰***	۱٤۸۲***
	ضریب تغییرات	۲۰	۲٦	۳۸	۲۹	۳۰
بعد از تجزیه کوواریانس	بلوک	۳۰/٤ns	۷/۸×۱۰۵ ns	۱۸ns	۹۵*	۲۱٤ ns
	عمق کاشت	۱۷۵ ns	۱/۹×۱۰۷***	۳۱۵***	۳۸۱***	۱٤٤۵***
	زوال	۱۸۱*	۲/۳×۱۰٦ ns	۳۱ ns	۵۹ ns	۱۳٦ ns
	عمق×زوال	٦۸۱۰۹ ns	۳/۷×۱۰٦*	٤۸ ns	۷۹*	۲۳۰*
	ضریب تغییرات	۲۰	۲۳	۳۰	۲۲	۲۲

ns، * و *** به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



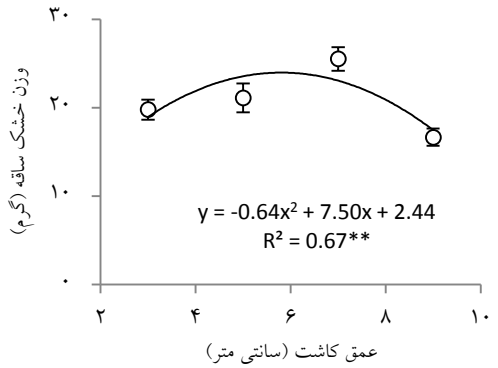
شکل ۲- رابطه بین عمق کاشت و ارتفاع بوته در مرحله گلدهی بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم (حروف نشان‌گر نتیجه مقایسه میانگین سطوح مختلف زوال حاصل از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)



شکل ۳- رابطه بین عمق کاشت و سطح برگ بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی در شرایط زوال بذر برای زمان‌های مختلف بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم

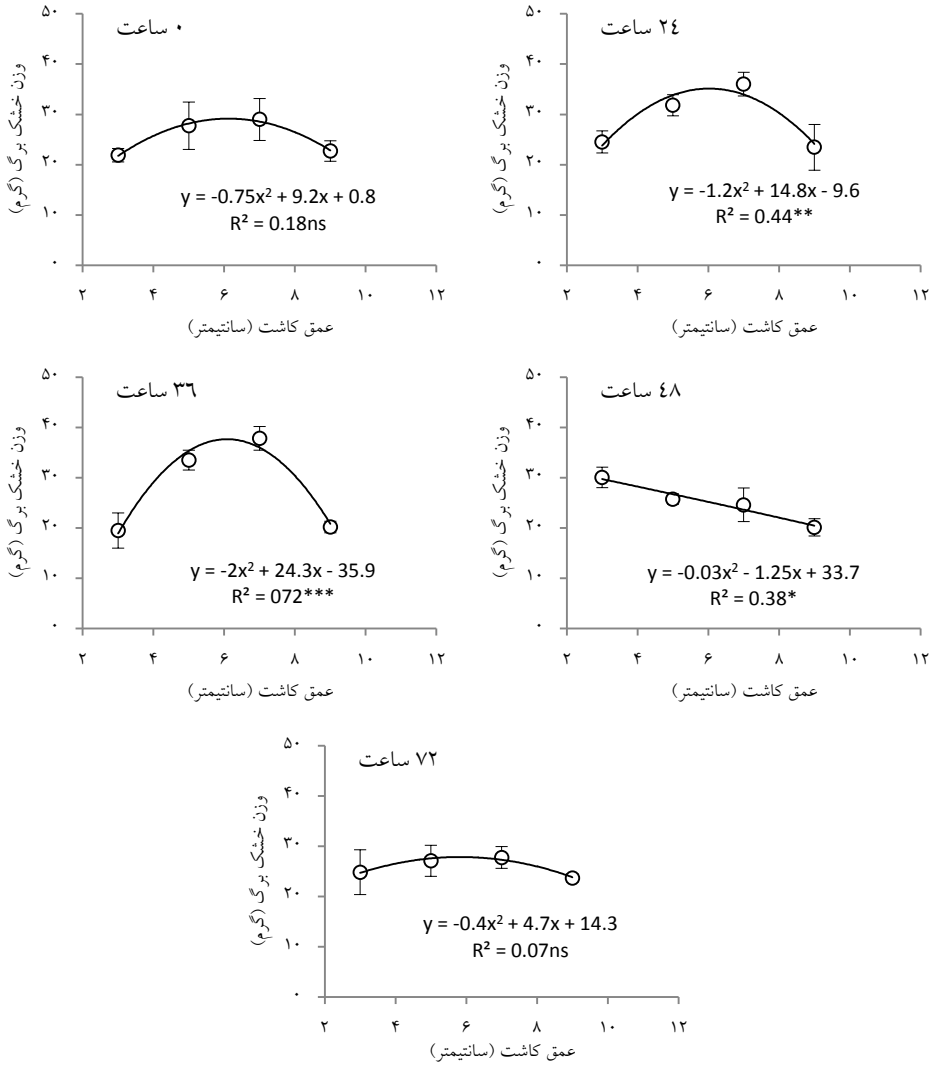
در ارتباط با سطح برگ بوته در گلدان، اثر متقابل زوال و عمق کاشت معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابراین در هر یک از سطوح زوال اثر مستقیم عمق کاشت به صورت جداگانه بر روی سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳). در شرایطی که بذرها هیچ زوالی ندیده بودند، عمق کاشت به‌صورت مستقیم تاثیری بر روی سطح برگ بوته‌ها نداشت (شکل ۳). اما در تیمارهای زوال ۲٤، ۳٦ و ٤۸ ساعت، رابطه بین عمق کاشت و سطح برگ از یک رابطه رگرسیون ساده خطی درجه دو پیروی کرد (شکل ۳). بر اساس نتایج رگرسیون برازش داده شده در سطوح زوال ۲٤ و ۳٦ ساعت، عمق کاشت بهینه از نظر دسترسی به بیشترین سطح برگ بوته‌ها به‌ترتیب برابر ۵/۸ و ٦ سانتی‌متر بود (جدول ٤). این در حالی است که در سطح زوال ٤۸ ساعت، عمق کاشت ۳ سانتی‌متر مناسب‌ترین عمق برای دسترسی به سطح برگ بیشینه بود. در سطح زوال ۷۲ ساعت نیز رابطه رگرسیونی درجه دو بین عمق کاشت و سطح برگ بوته‌ها معنی‌دار نبود. به عبارتی دیگر در این سطح زوال نیز اثر مستقیم عمق کاشت محسوس نیست (شکل ۳).

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مستقیم عمق کاشت بر روی وزن خشک ساقه معنی‌دار بود. این در حالی بود که زوال و اثر متقابل آن با عمق کاشت، از نظر آماریی معنی‌دار نشد (جدول ۳). رابطه بین عمق کاشت و وزن خشک ساقه نیز از یک رگرسیون ساده خطی درجه دو تبعیت کرد (شکل ٤). به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ساقه در عمق کاشت ۵/۸۵ سانتی‌متری حاصل شد (جدول ٤).



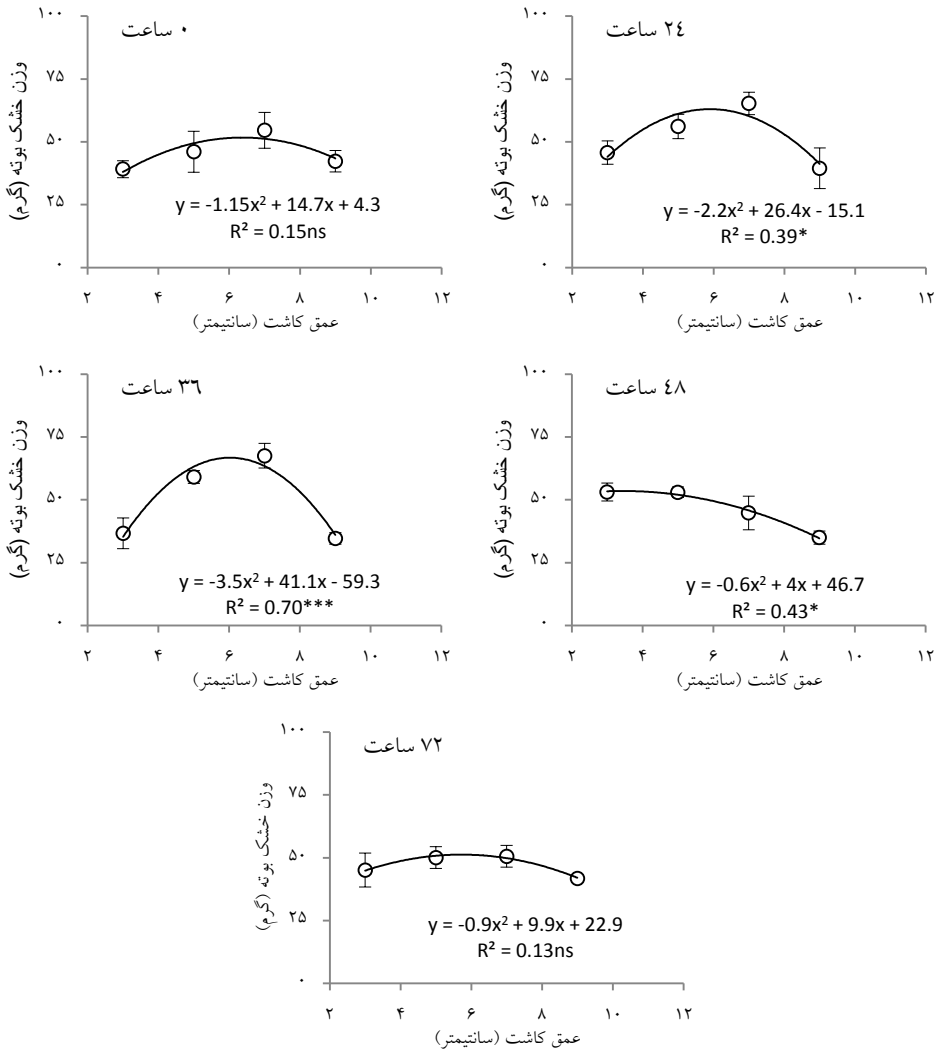
شکل ٤- رابطه بین عمق کاشت و وزن خشک ساقه‌ی بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم

نتایج حاصل برای وزن خشک برگ همانند نتایج به‌دست آمده برای سطح برگ بود. به طوریکه اثر متقابل زوال و عمق کاشت بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). در تیمارهای زوال ۰ و ۷۲ ساعت روند رگرسیونی معنی‌داری بین عمق کاشت و وزن خشک برگ مشاهده نشد. این در حالی بود که در سطوح زوال ۲٤، ۳٦ و ٤۸ ساعت، رگرسیون ساده خطی درجه دو برازش داده شده برای نقاط وزن خشک برگ در مقابل عمق کاشت معنی‌دار بود (شکل ۵). در تیمارهای زوال ۲٤ و ۳٦ ساعت بیشترین وزن خشک برگ به ترتیب در عمق کاشت‌های ٦/۱۷ و ٦/۰۷ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ٤). اما در تیمار زوال ٤۸ ساعت بیشترین مقدار وزن خشک برگ در عمق کاشت ۳ سانتی‌متر حاصل شد (شکل ۵ و جدول ٤).



شکل ۵- رابطه بین عمق کاشت و وزن خشک برگ بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی در شرایط زوال بذر برای زمان‌های مختلف بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم

در شکل ٦ رابطه بین عمق کاشت و وزن خشک بوته در سطوح مختلف زوال نشان داده شده است. بر اساس شاخص وزن خشک بوته نیز عمق کاشت بهینه در صورت ٢٤ و ٣٦ زوال به ترتیب برابر ٦ و ٦/٠١ سانتی‌متر بود (جدول ٤). این در حالی بود که سطح زوال ٤٨ ساعت، عمق کاشت ٣/٣٣ سانتی‌متر به عنوان مناسب‌ترین عمق کاشت تعیین شد. اما در سطوح زوال ۰ و ۷۲ ساعت، رگرسیون ساده خطی درجه دو بین عمق کاشت و وزن خشک بوته معنی‌دار نبود (شکل ٦).



شکل ٦- رابطه بین عمق کاشت و وزن خشک بوته‌ها در گلدان در مرحله گلدهی در شرایط زوال بذر برای زمان‌های مختلف بعد از انجام تجزیه کوواریانس و تصحیح اثر تراکم

به‌طورکلی به نظر می‌رسد که در بذور عدم زوال یافته سویا، تغییرات عمق کاشت از ۳ تا ۹ سانتی‌متر اثری بر شاخص‌های رشدی سویا نداشت. بالا بودن کیفیت و قدرت بذرها در شرایط عدم زوال می‌تواند دلیل این نتایج باشد. اما در شرایطی که بذرها به‌مدت ۲٤ یا ۳٦ ساعت زوال دیدند، عمق کاشت تاثیر معنی‌داری در شاخص‌های رشدی داشت به طوریکه در عمق‌های بیشتر و کمتر از ٦ سانتی‌متر کاهش مقدار عددی سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و کل بوته را در پی داشت. در عمق‌های پایین‌تر از شش سانتی‌متر، کاهش دسترسی به رطوبت و در عمق‌های بالا، فشار حاصل از عمق کاشت زیاد، می‌توانند دلیل این کاهش باشند. در زوال ٤٨ ساعت به دلیل افزایش سطح زوال با افزایش عمق کاشت به صورت معنی‌داری شاخص‌های رشدی کاهش پیدا کردند. در این سطح زوال به دلیل کاهش بیشتر کیفیت بذر و قدرت بذر نسبت به سطوح زوال ۲٤ و ۳٦ ساعت با افزایش عمق کاشت توانایی بذرها در سبز شدن و تولید گیاهچه‌های قوی کاهش یافت. به نظر می‌رسد در این مطالعه این موضع باعث کاهش روند اثر عمق بر

شاخص‌های رشدی مورد بررسی بود. اما در سطح زوال ۷۲ ساعت به‌دلیل بالا بودن سطح زوال تاثیر عمق کاشت معنی‌دار نبود و به‌طورکلی در همه عمق‌های کاشت شاخص‌های رشدی با کاهش روبه‌رو بودند. به همین دلیل روند رابطه‌ی رگرسیونی بین عمق کاشت با شاخص‌های رشد در این سطح زوال معنی‌دار نبود. لازم به ذکر است در این سطح زوال قبل از انجام تجزیه رگرسیون درصد سبز شدن در عمق‌های زیاد به‌صورت معنی‌داری کمتر از سایر سطوح زوال بود (شکل ۱). بنابراین چون دسترسی به درصد سبز شدن مناسب از طریق افزایش مقدار بذر در عمق‌های بالا در این سطح زوال به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد، پیشنهاد می‌شود کشت سویا در این سطح زوال نیز در عمق‌های کمتر صورت گیرد. Lawsen et al, (2008) گزارش کردند که در کشور غنا عمق مناسب برای کشت سویا بین ۱ تا ٤ سانتی‌متر بود. OMAFRA (2009) عمق مناسب کشت برای سویا را تحت شرایط مختلف محیطی را برابر ۳/۸ سانتی‌متر گزارش کرد. ایشان نشان داد که عمق کاشت بالاتر از ٦/٤ سانتی‌متر به هیچ وجه برای سویا مناسب نیست. برای دسترسی به یک استقرار مناسب سویا در مزرعه، عمق کاشت مناسب ۲/۵ تا ۳/۸ سانتی‌متر گزارش شده است. همچنین تحت شرایط مختلف محیطی کشت در عمق‌های بیشتر از ۵ سانتی‌متر باعث تاخیر استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه و باعث کاهش قدرت بذر در شکستن سله‌ی موجود در سطح خاک توسط سویا می‌شود (Herbek and Bitzer, 1988).

جدول ٤- پارامترهای رگرسیون درجه دو ($y=a_1 x^2+a_2 x+a_3$) برای نشان دادن رابطه بین متغیرهای اندازه‌گیری شده (ارتفاع بوته بر حسب سانتی‌متر، سطح برگ بر حسب مترمربع در گلدان، وزن خشک ساقه بر حسب گرم در گلدان و وزن خشک بوته بر حسب گرم در گلدان) با فاکتورهای مدت زوال بر حسب ساعت و عمق کاشت بر حسب سانتی‌متر، پس از انجام آنالیز کوواریانس و تصحیح اثر تراکم بوته در گلدان‌ها

متغیر مستقل	متغیر وابسته	a_1±SE	a_2±SE	a_3±SE	R^2	CV	n	عمق کاشت#
مدت زوال	ارتفاع بوته	-۰/۰۰۰۱±۰/۰۰۰۲	۰/۰۵±۰/۱	٤۱/۵±۲	۰/۰۲ns	۲۲	۹۳	-
عمق کاشت در زوال ۰ ساعت	سطح برگ	-۷۲/۵±۸۲/۵	۷۸۸/۵±۱۰۰٤	۳۹۹۳±۲۷۲۱	۰/۰۷ns	۲۵	۱۹	-
عمق کاشت در زوال ۲٤ ساعت	سطح برگ	-۲٤٤±٦۹	۲۸٤٤/۵±۸۳۱	-۷٤۲±۲۲٤۹	۰/٤٤**	۱۹	۱۹	۵/۸
عمق کاشت در زوال ۳٦ ساعت	سطح برگ	-٤۰۵±۱۰۰	٤۸۳۲±۱۱۹۷/٦	-٦۰۱۳±۳۲۰٤	۰/۵۲**	۲۷	۱۸	٦
عمق کاشت در زوال ٤۸ ساعت	سطح برگ	-۵٤/۲±۵۱/٦	۲۵۷±٦۲۳	٦۳۲۱±۱٦۸۰	۰/۵۵**	۱٦	۱۹	۳
عمق کاشت در زوال ۷۲ ساعت	سطح برگ	-۱۵۲/٦±۸۲	۱۸۰۸±۹۸۰	۱۰۰۵±۲٦۲۰/۵	۰/۱۹ns	۲۵	۱۸	-
عمق کاشت	وزن خشک ساقه	-۰/٦٤±۰/۱۷	۷/۵±۲	۲/٤±۵/٤	۰/۱٤***	۳۱	۹۳	۵/۸۵
عمق کاشت در زوال ۰ ساعت	وزن خشک برگ	-۰/۷۵±۰/٤	۹/۲±٤/۸	۰/۸±۱۳/۷	۰/۱۸ns	۲۸	۱۹	-
عمق کاشت در زوال ۲٤ ساعت	وزن خشک برگ	-۱/۲±۰/۳۵	۱٤/۸±٤/۲	-۹/٦±۱۱/٤	۰/٤٤**	۲۱	۱۹	٦/۱۷
عمق کاشت در زوال ۳٦ ساعت	وزن خشک برگ	-۲±۰/۳	۲٤/۳±۳/۹	-۳۵/۹±۱۰/٤	۰/۷۲***	۲۰	۱۸	٦/۰۷
عمق کاشت در زوال ٤۸ ساعت	وزن خشک برگ	-۰/۰۳±۰/۳	-۱/۲۵±۳/٤	۳۳/۷±۹/۲	۰/۳۸*	۲۰	۱۹	۳
عمق کاشت در زوال ۷۲ ساعت	وزن خشک برگ	-۰/٤±۰/٤	٤/۷±٤/۵	۱٤/۳±۱۲/۱	۰/۰۷ns	۲۵	۱۸	-
عمق کاشت در زوال ۰ ساعت	وزن خشک بوته	-۱/۱۵±۰/۷	۱٤/۷±۹	٤/۳±۲٤/٤	۰/۱۵ns	۲۹	۱۹	-
عمق کاشت در زوال ۲٤ ساعت	وزن خشک بوته	-۲/۲±۰/۷	۲٦/٤±۸/٤	-۱۵/۱±۲۲/۸	۰/۳۹*	۲۳	۱۹	٦
عمق کاشت در زوال ۳٦ ساعت	وزن خشک بوته	-۳/۵±۰/٦	٤۲/۱±۷/۱	-۵۹/۳±۱۹/۱	۰/۷۰***	۲۰	۱۸	٦/۰۱
عمق کاشت در زوال ٤۸ ساعت	وزن خشک بوته	-۰/٦±۰/۵	٤±٦/٤	٤٦/۷±۱۷/۲	۰/٤۳*	۲۰	۱۹	۳/۳۳
عمق کاشت در زوال ۷۲ ساعت	وزن خشک بوته	-۰/۹±۰/٦	۹/۹±۷/۲	۲۲/۹±۱۹	۰/۱۲ns	۲۲	۱۸	-

نشانگر عمقی است که در آن بیشترین مقدار متغیر وابسته حاصل می‌شود که از طریق مشتق گرفتن از تابع درجه دو و برابر قرار دادن با صفر به دست آمده است

*، **، *** و ns به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵، ۱، ۰/۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند

نتیجه‌گیری نهایی

عمق کاشت و زوال به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی شاخص‌های رشد اثر می‌گذارد. اثر غیرمستقیم عمق کاشت و زوال بذر از طریق تغییر تراکم می‌باشد. تراکم خود می‌تواند باعث تغییر شاخص‌های مانند ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و بوته شود. بنابراین به منظور بررسی اثر مستقیم کاشت و زوال بذر ابتدا باید اثر غیرمستقیم (تفاوت تراکم در تیمارهای زوال و عمق کاشت) از طریق تجزیه کوواریانس تصحیح شود. نتایج آنالیز داده‌ها پس از تجزیه کوواریانس نشان داد که اثر مستقیم عمق کاشت در بذرهایی بدون زوال و بذرهای ۷۲ ساعت زوال معنی‌دار نبود. اما در زوال‌های ٢٤ و ٣٦ ساعت عمق کشت ٦ سانتی‌متر به عنوان عمق کشت بهینه تعیین شد. این در حالی بود که در سطح زوال ٤٨ ساعت عمق ٣ سانتی‌متر به عنوان عمق مناسب کاشت در نظر گرفته شد. بنابراین در صورتی که کشاورزان به هر دلیلی برای تولید سویا مجبور به استفاده از بذرهای زوال یافته باشند، می‌توانند از طریق افزایش مقدار بذر مصرفی اثر غیر مستقیم زوال را تا حدودی بهبود دهند. اما در کنار افزایش مقدار بذر مصرفی توجه به عمق کاشت نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به طوریکه ایشان باید بذرهایی که دارای سطح زوال کمی هستند در عمق حدود ٦ سانتی‌متر کشت کنند. اما در صورت زیاد بودن سطح زوال باید با توجه به رطوبت خاک، عمق کاشت سویا کاهش یابد. همچنین افزایش عمق کاشت بدون در نظر گرفتن میزان زوال بذرها حتی در صورت استفاده از مقدار بذر بیشتر باعث کاهش استقرار گیاهچه‌ها در مزرعه خواهد شد.

References

Afzal, L., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S., and Ahmad, G. 2004. Enhancement of germination and emergence of Canola seeds by different priming techniques. Caderno de Pesquisa. Ser. Bio. Santa Cruz do sul. 16: 19-34.

Aikins S.H.M., Afuakwa, J.J., and Baidoo, D. 2006. Effect of Planting Depth on Maize Stand Establishment. Journal of the Ghana Institution of Engineers. 4: 20–25.

Desbiolles, J. 2002. Optimising Seeding Depth in the Paddock. Available Online: http://www.unisa.edu.au/amrdc/Areas/Proj/SeedTrials/Seeding_depth_article_Kerribee.pdf.

Deviah, S.P., Pan, X., Hong, Y., Roth, M., Welti, R., and Wang, X. 2007. Enhancing seed quality and viability by suppressing phospholipase D in Arabidopsis. The Plant Journal. 50: 950-957.

Ellis, R.H. 1992. Seed and seedling vigor in relation to crop growth and yield. Plant Growth Reg. 11: 249-255.

Hampton, J.G., and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of Vigour Test Methods (3rd. ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.

Herbek, J.H., and Bitzer, M.J. 1988. Soybean Production in Kentucky. Part III: Planting Practices and Double Cropping. Available Online: http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr130/agr130.htm

http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor. (Observed on 9/5/2014).

http://www.irna.ir

International Seed Testing Association. 2009. International Rules for Seed Testing. Zurichtstr.50. CH 8303, Bassersdorf, Switzerland, Edition 2009/1.

Kaliliaqgdam, N. ,Soltani, A., Latifi, N., and Ghaderi-Far, F. 2012. Effect of environmental conditions on soybean seed vigor in different area of Iran. Electronic Journal of Crop Production. 5: 87-104. (In Persian).

Lawson, I.Y.D., Mensah, E.A., and Yeboah, E.N. 2008. Improving the Establishment and Yield of Soybean through Planting Depth and Land Preparation Methods in Northern Ghana, West African Journal of Applied Ecology, 14: 1–8.

Ministry of Agriculture. 2011. Agricultural Statistics, Volume 2. Department of Planning and Economic, Statistical Office of Technology. 421p. (In Persian).

Modarresi, R., Rucker, M., and Tekrony, D.M. 2002. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigour. Seed science and technology. 30: 683-687.

OMAFRA 2009. Soybeans: Planting and Crop Development. Available Online: http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/2planting.htm.

Salahi, F. 2014. Seed deterioration effect on response of emergence and early growth to difficult condition in soybean. Thesis for the degree of M.Sc. Islamic Azad University of Gorgan.

Samarah, N.H., and Abu-Yahya, A. 2008. Effect of maturity stages of winter and spring sowing chickpea (*Cicer arientinum* L.) on germination and vigor of the harvested seeds. Seed Science and Technology. 36: 177-190.

Soltani, A. 2006. Re-consideration of application of statistical methods in agricultural researches. Jahad daneshgahi mashhad press. 74pp. (In Persian).

Soltani, A. 2008. Application of SAS in statistical analysis. Jahad daneshgahi mashhad press. 182 p. (In Persian).

Soltani, A., Ghorbani, M.H., Galeshi, S., and Zeinali, E. 2004. Salinity effects on germinability and vigor of harvested seeds in wheat. Seed Science and Technology. 32: 583-592.

Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S., and Akramghaderi, F. 2009. The effect of seed aging on wheat emergence on the response of environmental stress. Electronic Journal of Crop Production. 2: 43-58. (In Persian).

Srivastava, A.K., Goering, C.E., Rohrbach, R.P., and Buckmaster, D.R. 2006. Engineering Principles of Agricultural Machines, (2nd edn), American Society of Agricultural and Biological Engineers, Michigan.

TeKrony, D.M., Egli, D.B., and Wickham, D.A. 1989. Corn seed vigor effect on no tillage field performance. Crop Science. 29:1523-1528.