مجله کشاورزی بوم‌شناختی ۶ (۲) (۱۳۹۵) ۲۷۷- ۲۵۹

بررسی تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و پرایمینگ بر سهم ساقه اصلی و فرعی در عملکرد سویا

محسن جمالی[۱،*]، محمدرضا جهانسوز[۲] و رضا توکل افشاری[۲]

[۱]گروه اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[۲]گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[*]نویسنده مسئول: m.jamali67@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۳

جمالی، م.، م. ر. جهانسوز و ر. توکل افشاری. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و پرایمینگ بر سهم ساقه اصلی و فرعی در عملکرد سویا. مجله کشاورزی بوم شناختی. ۶ (۲): ۲۷۷- ۲۵۹.

سابقه و هدف: خاک‌ورزی مرسوم خاک مانند گاوآهن برگردان‌دار و دوار در هرسال به شدت باعث اختلال در لایه سطحی خاک می‌شوند. در کوتاه مدت این نظام یک محیط فیزیکی خوب برای سبز شدن گیاه زراعی، رشد سریع اولیه آن، جذب مواد مغذی و عملکرد بالای محصول را فراهم می‌کند با این حال، در دراز مدت سبب تخریب ساختار خاک و افزایش معدنی شدن ماده آلی خاک که باعث کاهش ماده آلی خاک، کاهش مواد مغذی، فشردگی خاک و فرسایش خاک می‌شود. همه‌ی این فرآیندها ساختار خوب خاک را کاهش و بازدارنده پایداری زمین های کشاورزی می‌شود از این رو، اتخاذ شیوه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، برای مثال بدون شخم (No-Tillage) و شخم کاهشی، در دو دهه گذشته به طور گسترده در مناطق متخب پذیرفته شده است. خاک‌ورزی حفاظتی باعث بهبود عملکرد اقتصادی و بهره وری مصرف انرژی، کاهش خطرپذیری (ریسک) تولید و اختلال خاک، بهبود حفظ کیفیت ماده آلی خاک و سودمندی‌های خاک می‌شود، گزارش شده که خاک‌ورزی حفاظتی سبب افزایش عملکرد دانه نخود، کتان و گندم بهاره می‌شود.

مواد و روش‌ها: با توجه به اینکه اطلاعات کمی در مورد تفاوت رقم‌های در توانایی برای تخصیص عملکرد دانه بین ساقه اصلی و ساقه فرعی در واکنش به نظام‌های خاک‌ورزی وجود دارد، بنابراین، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۳ به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت) فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج اجرا شد. عامل اصلی شامل دو نوع نظام خاک‌ورزی (شخم متداول و بدون خاک‌ورزی) و عامل فرعی شامل سه رقم (*L17*، ویلیامز، نکادر(۰۳۲) که با عامل سوم پیش‌تیمار بذر (پرایمینگ) با نیترات پتاسیم ۰/۴ درصد و بدون پیش‌تیمار بذر (شاهد) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی شکسته شدند. در این آزمایش صفاتی همچون شمار ساقه در بوته، عملکرد و اجزای عملکرد در ساقه اصلی و ساقه فرعی اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث: تراکم بوته در واحد سطح تحت تاثیر اثر متقابل پیش‌تیمار بذر در خاک‌ورزی و اثر ساده رقم معنی‌دار شد. شمار دانه در غلاف و عملکرد در هکتار ساقه اصلی و همچنین شمار دانه غلاف در بوته و وزن هزار دانه در ساقه فرعی سویا تحت تاثیر اثر متقابل سه گانه خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر قرار گرفتند. اثر متقابل پیش‌تیمار بذر در خاک‌ورزی روی وزن هزار دانه ساقه اصلی و عملکرد دانه در واحد سطح ساقه فرعی تاثیر معنی‌داری داشت. تاثیر پذیری شمار غلاف در بوته، شمار دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته ساقه‌های فرعی سویا از اثرمتقابل رقم در خاک‌ورزی معنی‌دار بود. همچنین شمار دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته ساقه‌های فرعی سویا تحت تاثیر اثر متقابل رقم در پیش‌تیمار بذر قرار گرفتند. اثرگذاری ساده رقم و خاک‌ورزی روی شمار ساقه فرعی در بوته معنی‌دار بود و عملکرد دانه

در بوته ساقه اصلی نیز معنی‌دار بود. سهم در عملکرد نهایی در ساقه‌های اصلی و فرعی سویا تحت تاثیر اثرگذاری ساده خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر معنی‌دار شد.

نتیجه‌گیری: در نظام خاک‌ورزی حفاظتی و بذرهای شاهد بیشترین شمار بوته در واحد سطح (۲۵ عدد) به دست آمد و در شرایط پیش‌تیمار بذر و خاک‌ورزی معمول استقرار گیاهچه با مشکل جدی روبه‌رو شد. رقم L17 در نظام خاک‌ورزی حفاظتی و شرایط بدون پیش‌تیمار بیشترین و بذرهای پیش‌تیمار شده رقم نکادر کمترین میزان عملکرد دانه در ساقه اصلی را داشتند. بذرهای شاهد در نظام خاک‌ورزی معمول عملکرد بیشتری در ساقه‌های فرعی تولید کرده‌اند و هنگامی که بذرهای پیش‌تیمار شده سویا در نظام خاک‌ورزی حفاظتی کشت شدند میزان عملکرد به پایین‌ترین میزان رسید. عملکرد ساقه‌های فرعی در رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی معمول بیشترین میزان و رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی حفاظتی کمترین میزان بود. در نظام خاک‌ورزی حفاظتی ساقه اصلی و در خاک‌ورزی معمول ساقه‌های فرعی بیشترین سهم را در عملکرد داشتند.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، خاک‌ورزی حفاظتی، عملکرد، رقم‌های سویا، نیترات پتاسیم.

مقدمه

کشاورزی حفاظتی سبب افزایش امنیت غذایی در جهان می‌شود و همچنین قابلیت و ظرفیت این را دارد که در همه نقاط کشاورزی بوم‌شناختی (اگرواکولوژیکی) به کار گرفته شود. تحقیقات نشان داده است که پوشش سطح خاک توسط بقایای گیاهی در تابستان باعث کاهش دمای سطح خاک در کشتزارهای آبی سویا می‌شود (Sekhon *et al.*, 2005; Arora *et al.*, 2011). از جمله دیگر سودمندی‌های مثبت استفاده از کشاورزی حفاظتی می‌توان به کاهش فرسایش خاک و آبشویی مواد غذایی، بهبود حاصل‌خیزی خاک، افزایش و تجمع ماده آلی خاک، کاهش فشردگی خاک و افزایش تنوع زیستی خاک اشاره کرد که روابط متقابل بین این موارد سبب افزایش تولیدات کشاورزی و دستیابی به پایداری می‌شود (Hobbs, 2007; Hansen *et al.*, 2010).

کشاورزی حفاظتی کارایی اقتصادی و مصرف انرژی را بهبود و خطرپذیری تولید را کاهش می‌دهد (Zentner *et al.*, 2002). افزون بر آن اختلال‌های خاک را کاهش، نگهداری مواد آلی خاک و کیفیت خاک‌های پست را بهبود می‌بخشد (Zentner *et al.*, 2004).(1996) Lafond *et al* گزارش کردند که خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد دانه نخودفرنگی و گندم زمستانه را افزایش داد. همچنین عملکرد گیاهان دانه‌ای در شخم کاهشی به همان میزان یا بیشتر از عملکرد در شخم معمول بود.

این روش از خاک‌ورزی اطلاعات قوی راجع به روش‌های کنترل علف های هرز نیاز دارد، چرا که در این روش مجاز به استفاده از ابزار مکانیکی نیستیم (Wall *et al.*, 2005). زیرا ممکن است جمعیت علف‌های هرز سمج گسترش یابد. پیش از استفاده از نظام‌های بی‌خاک‌ورزی با استفاده از روش‌های تلفیقی زراعی (تناوب یا توالی زراعی مناسب) مدیریت بقایای گیاهی سطح خاک و کاربرد علفکش‌های عمومی و در صورت نیاز اختصاصی علف‌های هرز کشتزار را مهار کرد. بهتر است از دستگاهی که کود و بذر را با هم می‌پاشد استفاده کرد. در مناطق مرطوب و یا مستعد بیماری ممکن است به علت وجود بقایای گیاهی سطح خاک مشکلات اضافی به علت بروز بیماری‌ها ایجاد کنند، به هر حال، بقایای گیاهی ممکن است موجب افزایش جمعیت شکارچی آفات شود (Tabatabaee Far *et al.*, 2008; Hall *et al.*, 2005).

Elmore (1990) در آزمایشی که روی رقم‌هایی با عادت رشدی محدود و نامحدود سویا انجام داد، گزارش کرد که نظام بدون خاک‌ورزی باعث افزایش وزن هزار دانه و شمار روزهای کاشت تا رسیدگی می‌شود. در این آزمایش، رقم‌های رشد محدود نسبت به رقم‌های رشد نامحدود دارای ارتفاع و وزن هزار دانه بیشتر و خوابیدگی کمتری بودند.

Esfandiari (2014) یکی از مشکلات کشت دوم سویا را استقرار ضعیف آن به دلیل تبخیر زیاد از سطح خاک و ایجاد سله و همچنین تنش‌های محیطی بیان کرد. پیش-تیمار بذر در کشتزار می‌تواند به عنوان راهکاری مؤثر باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی، بهبود استقرار گیاهچه، تسریع گلدهی و رسیدگی، مقاومت به خشکی، و افزایش

عملکرد شود. همچنین بذرهای پیش‌تیمار شده از مواد غذایی بهتر استفاده کرده و می‌توانند مقاومت بیشتری در برابر آفات و بیماری‌ها داشته باشند (Latif-zadeh *et al*., 2013).

تیمارهای آماده‌سازی بذر یکی از ارزان‌ترین راه‌های بهبود استقرار گیاهچه به‌شمار می‌آیند. استفاده از روش پیش-تیمار بذر در کشورهای در حال توسعه می‌تواند خطر از دست رفتن محصول در شرایط نامساعد را به کمترین رسانده و در مواردی باعث افزایش عملکرد شود (Haaris, 2003). پیش‌تیمار بذر فعالیت‌های احتمالی همانند فعال سازی و ساخت (سنتز) بعضی از آنزیم‌ها و هورمون‌ها، ساخت DNA و RNA، تولید ATP، بهبود غشای سیتوپلاسمی و آبکافت (هیدرولیز) قندها و انتقال مواد ذخیره‌ای در بذر و آغاز دوباره چرخه یاخته‌ای ۱۴عملکرد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (Bara *et al*., 2033). همچنین پیش‌تیمار بذر از جمله روش‌هایی است که عملکرد بذر را بهبود بخشیده و منجر به جوانه‌زنی یکنواخت و زودتر آن می‌شود (Patade *et al*., 2009). سویا از جمله لگوم‌های راهبردی (استراتژیک) بوده که دارای ارزش غذایی زیادی است (دانه سویا حاوی ۲۰ درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین است). روغن سویا افزون بر اسیدهای چرب اشباع مانند اسید پالمتیک (۱۲درصد) و اسیداستئاریک (۴ درصد) دارای اسیدهای چرب غیراشباع از جمله اسید اولئیک (۴۹ درصد) و اسید لینولنیک (۱۰ درصد) می‌باشد (Khajepour, 2004). به دلیل ارزش غذایی بالا، استفاده‌های فراوان دارویی و صنعتی، این گیاه بیشترین سطح زیر کشت دانه‌های روغنی در جهان (حدود ۷۱ میلیون هکتار) را به خود اختصاص داده، که از این سطح معادل ۱۵۹ میلیون تن دانه سویا تولید می‌شود به طوری که سویا یک چهارم از روغن و دو سوم از پروتئین خوراکی جهان را فراهم و تأمین می‌کند (Gibson and Benson, 2002).

از آنجایی که اطلاعات اندکی در مورد تفاوت رقم‌های سویا در توانایی برای تخصیص عملکرد دانه بین ساقه اصلی و ساقه فرعی در شرایط محیطی مختلف وجود دارد (Jason and Pedersen, 2009). همچنین نتایج گزارش‌های Jason and Pedersen (2009) گویای آن است که کارایی گونه‌هایی با عملکرد ساقه اصلی بالاتر به‌طورعمده به سه مشخصه رشد؛ رشد رویشی سریع در تراکم‌های گیاهی بالا، توانایی بالاتر در توسعه دادن سطح برگ در طول دوره‌ای از گلدهی حتی در تراکم‌های گیاهی بالا و کاهش رشد رویشی پس از پایان مرحله توسعه برگ وابسته است. تولید ساقه فرعی در گیاه سویا از نخستین گره و پیش از مرحله V2 (Fehr *et al*., 1980) آغاز می‌شود. رشد ساقه تا مرحله V6 ادامه پیدا می‌کند. در تراکم گیاهی بالا عملکرد دانه سویا به‌طورعمده با کاهش رشد و عملکرد ساقه فرعی در هر گیاه کاهش می‌یابد.

از آنجایی که اندازه بوته تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی قرار می‌گیرد و با توجه به اینکه سویا گیاهی با رشد نامحدود و تولید ساقه‌های جانبی است، بنابراین هدف از این بررسی تعیین سهم ساقه‌های اصلی و فرعی در عملکرد رقم‌های سویا برای تعیین تراکم مناسب کشت در نظام‌های خاک‌ورزی مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج در تابستان و پاییز ۱۳۹۳ انجام شد. این منطقه در طول جغرافیایی ۳۵ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی با ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۱ متر واقع شده است. آب و هوای منطقه سرد و خشک می‌باشد و میانگین ۳۰ ساله بارندگی آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد که به صورت طرح کرت‌های خردشده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل خاک‌ورزی در دو سطح خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی متداول (یک بار شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک مرحله سیکلو) و بدون خاک‌ورزی بودند. در کرت‌های اصلی، عامل دوم رقم در سه سطح (ویلیامز، L17 و نکادر(نکادر) و عامل سوم نیز پیش‌تیمار بذر بود که در دو سطح (با محلول نیترات پتاسیم ۰/۴ درصد و شاهد بدون پیش‌تیمار) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی اعمال شد. بذر رقم‌های سویا به مدت ۴ ساعت در محلول ۰/۴ درصد نیترات پتاسیم قرار گرفتند (Rah-chamandi *et al*., 2011) و آن‌گاه برای کاهش رطوبت در دمای اتاق نگهداری شدند.

جدول ۱ – ویژگی‌های خاک کشتزار محل اجرای آزمایش.
Table 1. Soil properties of the exprimental site.

بافت	نیتروژن کل	کربن آلی	شن	رس	سیلت	فسفر	پتاسیم	هدایت الکتریکی	اسیدیته
Texture	**Total N (%)**	**Organic carbon (%)**	**Sand (%)**	**Clay (%)**	**Silt (%)**	**P ($mg\ kg^{-1}$)**	**K ($mg\ kg^{-1}$)**	**EC ($dS\ m^{-1}$)**	**pH**
Clay-Loam	0.08	0.78	33	29	38	6.6	110	1.61	7.9

بذرهای سویا جز بذر گواهی شده طبقه‌بندی و در سال ۱۳۹۲ به ترتیب در کرج، لرستان و ساری تولید شد.

پیش از کشت سویا زمین محل آزمایش زیر کشت جو بود و سویا به عنوان کشت دوم در نظر گرفته شد. پیش از اجرای آزمایش به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) از کشتزار انجام شد که نتایج این آزمون در جدول ۱ ارائه شده است. پس از برداشت جو قسمت‌هایی از کشتزار که تحت نظام خاک‌ورزی مرسوم بود، پس از آبیاری و گاورو شدن توسط گاوآهن برگرداندار و سیکلوتیلر آماده شد. برای اجرای خاک‌ورزی حفاظتی (بدون شخم) نیز پس از باقی گذاشتن دست‌کم ۳۰ درصد از بقایای جو در سطح خاک به صورت مستقیم اقدام به کشت شد. در نظام‌های مختلف خاک‌ورزی که شامل خاک‌ورزی معمول و بدون خاک‌ورزی بود بذر و رقم سویا توسط دستگاه بذرکار پنوماتیک تراشکده، با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۶ سانتی‌متر روی خطوطی به طول ۸ و عرض ۳ متر کشت شد.

در زمان برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و همچنین خط‌های کناری به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شدند و بر پایه فضای نمونه‌برداری شمار بوته در واحد سطح شمارش شده و سپس بوته‌ها کف بر شدند. پس از برداشت از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی چون شمار ساقه فرعی، شمار نیام، شمار دانه در نیام، شمار دانه در بوته و وزن هزار دانه در ساقه‌های اصلی و فرعی به صورت جداگانه انتخاب شدند و همه اندازه‌گیری‌ها روی این ۱۰ بوته انجام شد. افزون بر آن بر پایه نمونه‌های یادشده عملکرد کل و سهم ساقه اصلی و فرعی نیز محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزارآماری SAS 9.1 و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به تاثیر نظام‌های خاکورزی و پیش‌تیمار بذر روی سهم ساقه اصلی و فرعی در عملکرد نهایی رقم‌های سویا و تاثیر پذیری اجزاء عملکرد سویا از تیمارهای اعمال شده، در ذیل به تفصیل هر یک از اجزاء عملکرد، عملکرد و در نهایت سهم در عملکرد نهایی بیان شده است.

شمار بوته در واحد سطح

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) شمار بوته در واحد سطح تحت تاثیر نظام‌های خاک‌ورزی، پیش-تیمار بذر، رقم و اثر متقابل خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر ($P<0.01$) قرار گرفت. میزان سبز شدن بذر در تیمار خاک‌ورزی معمول به میزان ۴/۴ بوته کمتر از خاک‌ورزی حفاظتی (۱۸/۷ بوته) بود که اختلاف ۲۳/۵ درصدی باهم داشتند. که مغایر با نتایج (Krishna *et al.*, 2003) می‌باشد. به نظر می‌رسد در نظام خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل وجود بقایای گیاهی بیشتر روی سطح خاک بازدارنده تشکیل سله شده (Ghaderi-far *et al.*, 2011) و بنابراین گیاهچه‌های سویا با مقاومت فیزیکی خاک روبه‌رو نشده و بهتر سبز شده‌اند. همچنین در بین رقم‌ها، رقم نکادر با ۱۹ بوته دارای بیشترین تراکم بود. پیش‌تیمار بذر نیز روی استقرار گیاهچه سویا تاثیر منفی گذاشت به گونه‌ای که باعث کاهش ۹/۵ بوته در متر مربع، یعنی از ۲۱/۳۳ بوته در متر مربع به ۱۱/۸۳ بوته در متر مربع کاهش داد (شکل ۱).

در هنگام پیش‌تیمار، بذر پیش از جوانه زنی باید به رطوبت اولیه رسیده و برآمدگی ریشه‌چه مشاهده نشود (McDonald, 2000)، در این بررسی به نظر می‌رسد که با پیش‌تیمارکردن، بذر فرصت کافی برای کاهش محتوی رطوبت نداشته و در صورتی که بذر مدت زمان بیشتری

برای کاهش رطوبت در هوای آزاد قرار داده شوند به دلیل بالا بودن سرعت جوانه‌زنی آغاز به جوانه زدن می‌کنند و بنابراین به نظر می‌رسد که فشارهای مکانیکی که توسط دستگاه بذرکار در زمان کشت به بذرها وارد شده است، سبب آسیب به بذردر نتیجه کاهش کیفیت و قدرت جوانه‌زنی شده باشد. همچنین مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد که تراکم بوته در نظام‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی معمول در شرایطی که بذر بدون پیش‌تیمار کشت شدند به مراتب بیشتر از هنگامی بود که بذر پیش‌تیمار شده بودند. نتایج بیانگر این است که بیشترین

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ساقه‌های اصلی و فرعی رقم‌های سویا در نظام‌های خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر.

Table 2. Analysis of variance for characteristics evaluated in main stem and branches of soybean cultivar under tillage systems and seed priming.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شمار بوته در متر مربع Number of plant in m^2	شمار ساقه فرعی Number of branch	شمار غلاف در بوته Number of pod per plant		شمار دانه در غلاف Number of grain per pod	
				اصلی Main stem	فرعی Branch	اصلی Main stem	فرعی Branch
بلوک Block	2	2.583^{ns}	0.48^{ns}	8.56^{ns}	8.1^{ns}	0.007^{ns}	0.003^{ns}
خاک‌ورزی Tillage	1	173.3**	17.1**	0.4^{ns}	8742.5**	0.025^{ns}	1.53**
خطای اول Error 1	2	0.194^{ns}	1.5	11.99	56.1	0.004	0.002
رقم Cultivar	2	58.58**	25.2**	01^{ns}.92	3.541**	0.066**	0.080**
پیش‌تیمار بذر Priming	1	812.2**	1.52^{ns}	133.8^{ns}	332.4**	0.120**	0.033^{ns}
رقم × پیش‌تیمار بذر Cultivar×Priming	2	0.75^{ns}	1.07^{ns}	10.75^{ns}	108.3**	0.010^{ns}	0.059^{ns}
رقم × خاک‌ورزی Cultivar×Tillage	2	7.194^{ns}	2.99^{ns}	59.2^{ns}	336.2**	0.035*	0.2**
پیش‌تیمار بذر × خاک‌ورزی Priming×Tillage	1	117.4**	1.19$^{n.s}$	0.41^{ns}	6.2^{ns}	0.010^{ns}	0.070$^{n.s}$
پیش‌تیمار بذر ×رقم× خاک‌ورزی Priming×Cultivar×Tillage	2	0.361^{ns}	0.47^{ns}	67.83^{ns}	52.8*	*0.034	0.044^{ns}
خطای کل Total error	20	2.22	0.73	33.07	12.4	0.008	0.017
ضریب تغییرات C.V		8.99	22.56	15.6	10.7	4.75	7.65

n.s ، *و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

n.s,*, **: not significant and significant at 5% and 1% probability, respectively.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ساقه‌های اصلی و فرعی رقم‌های سویا در نظام‌های خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر.

Table 3. Analysis of variance for characteristics evaluated in main stem and branches of soybean cultivar under tillage systems and seed priming.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شمار دانه در بوته Number of grain per plant		وزن هزار دانه 1000 Grain weight		عملکرد دانه در بوته Grain yield per plant		عملکرد دانه در هکتار Grain yield in ha		سهم در عملکرد نهایی Proportion in final yield	
		اصلی Main stem	فرعی Branch	اصلی Main stem	فرعی Branch	فرعی Branch	اصلی Main stem	اصلی Main stem	فرعی Branch	اصلی Main stem	فرعی Branch
بلوک Block	2	15.5 $^{n.s}$	24.2 $^{n.s}$	168.2 $^{n.s}$	172.3 $^{n.s}$	2.3 $^{n.s}$	3.2 $^{n.s}$	0.004 $^{n.s}$	0.03 $^{n.s}$	1.2 $^{n.s}$	1.2 $^{n.s}$
خاک‌ورزی Tillage	1	41.4 $^{n.s}$	41284**	898.9**	26.6 $^{n.s}$	748.4**	7.1$^{n.s}$	0.94**	10.03**	7620*	7620.3*
خطای اول Error 1	۲	54.4	188	45.7	103.1	2.6	0.3	0.008	0.07	32.9	32.9
رقم Cultivar	2	654.2 $^{n.s}$	2044**	3574**	7625**	153.5**	74.5**	0.17*	0.89**	144.5*	144.5*
پیش‌تیمار بذر Priming	1	89.8 $^{n.s}$	450.2**	15.3 $^{n.s}$	823.6**	30.8**	11.7 $^{n.s}$	5.97**	1.1**	209**	209.4**
رقم × پیش‌تیمار بذر Cultivar×Priming	2	83.6 $^{n.s}$	300*	44.3 $^{n.s}$	82.7 $^{n.s}$	10.7**	4$^{n.s}$	0.05 $^{n.s}$	0.08 $^{n.s}$	88 $^{n.s}$	88.02 $^{n.s}$
رقم × خاک‌ورزی Cultivar×Tillage	2	56.7 $^{n.s}$	2069**	51.9 $^{n.s}$	48.5 $^{n.s}$	63.1**	3.9 $^{n.s}$	0.09 $^{n.s}$	0.74**	58.8 $^{n.s}$	58.76 $^{n.s}$
پیش‌تیمار بذر× خاک‌ورزی Priming×Tillage	1	10.7 $^{n.s}$	3.4 $^{n.s}$	351.3**	571.6*	2.2 $^{n.s}$	0.5 $^{n.s}$	0.7 $^{n.s}$	0.28**	59.6 $^{n.s}$	59.56 $^{n.s}$
پیش‌تیمار بذر×رقم× خاک‌ورزی Priming×Cultivar×Tillage	2	195.9 $^{n.s}$	100.6 $^{n.s}$	85.1 $^{n.s}$	844.2**	0.5 $^{n.s}$	8.6 $^{n.s}$	0.15*	0.04 $^{n.s}$	69.8 $^{n.s}$	69.77 $^{n.s}$
خطای کل Total Error	20	131.6	60.3	38.3	82.9	1.3	2.9	0.04	0.06	25.2	25.19
ضریب تغییرات C.V	-	16.2	12.9	4.8	7.5	12.5	15.5	14.4	22.8	8.3	12.58

n.s ، *و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

n.s,*, **: not significant and significant at 5% and 1% probability, respectively.

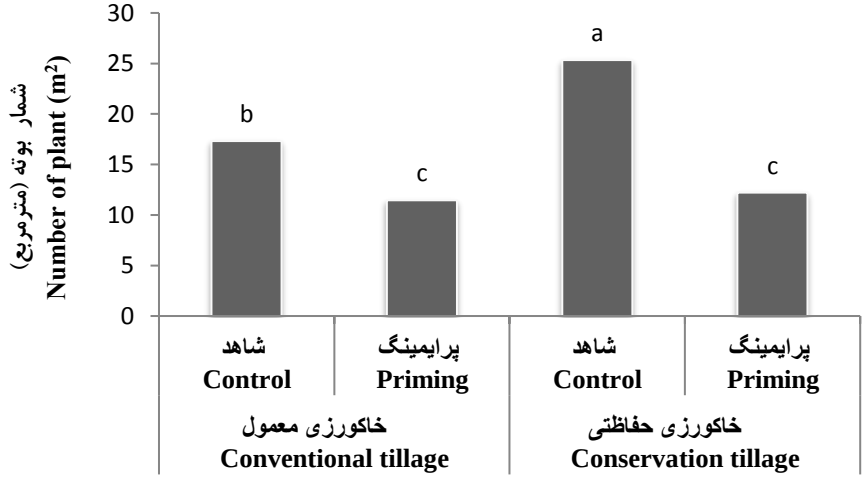
شمار بوته در نظام شخم حفاظتی (کشت مستقیم) و در بذر شاهد با ۲۵/۳۳ بوته در مترمربع و کمترین شمار آن نیز با ۱۱/۴۴ بوته در واحد سطح در هنگامی به دست آمد که بذر پیش‌تیمار شده در نظام شخم متداول کشت شدند (شکل ۱).

شمار ساقه فرعی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نظام‌های خاک‌ورزی و رقم‌ها از نظر شمار ساقه فرعی ($P<0.01$) وجود داشت. در نظام خاک‌ورزی معمول شمار ساقه فرعی (۴/۹ عدد) بیشتری نسبت به نظام خاک‌ورزی حفاظتی (۲/۸۴ عدد) تولید شد. علت آن را می‌توان به دسترسی بهتر و گسترش بیشتر ریشه‌ها به منابع غذایی و آب نسبت داد که نتیجه آن تولید ساقه فرعی بیشتر بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) در بین رقم‌ها نیز رقم نکادر با تولید ۴/۶۲ ساقه فرعی و رقم L17 با تولید ۳/۲۸ ساقه فرعی به ترتیب بیشترین و کمترین ساقه فرعی را تولید کردند. نتایج این آزمایش همانند نتایج Kobraei *et al* (2011) می‌باشد. از آنجایی که تراکم بوته در واحد سطح روی شمار ساقه در بوته تاثیر می‌گذارد بنابراین ژنوتیپ یک عامل مهم است که میزان بهینه کاربرد بذر را برای هر محیط خاص تحت تأثیر قرار می‌دهد (Caliskan *et al.*, 2007). نتایج پژوهشگران نشان می‌دهد که استفاده از فضای رشد مستلزم وجود ظرفیت ژنتیکی رقم و بهره‌وری از محیط است (Board *et al.*, 1999).

شمار غلاف در بوته

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که شمار غلاف در ساقه اصلی تحت تأثیر هیچ کدام از تیمارها مورد بررسی قرار نگرفت و بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. در حالی که شمار غلاف در ساقه فرعی تحت تأثیر اثر متقابل سه گانه خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر قرار گرفته و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این بین بوته‌های سبزشده از بذرهای پیش‌تیمارشده رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی معمول با ۶۷/۹۲ غلاف در ساقه فرعی دارای بیشترین شمار غلاف در ساقه فرعی و رقم ویلیامز و نکادر در نظام خاک‌ورزی حفاظتی و بدون پیش‌تیمار بذر دارای کمترین شمار غلاف در ساقه فرعی نیز بود (شکل ۲). علت آن را می‌توان به کاهش شمار بوته در شرایط پیش‌تیمار بذر و فضای بیشتر برای توسعه ساقه‌های فرعی و گسترش بهتر ریشه‌ها برای جذب مواد غذایی در نظام خاک‌ورزی مرسوم و همچنین ظرفیت رقم ویلیامز نسبت داد. بنابر گزارش‌های Board (2000) تاج‌پوشش (کانوپی) با عامل‌هایی چون زمان جوانه‌زنی تا گلدهی، تراکم گیاهی، فنوتیپ‌ها و میزان فراهمی آب و مواد غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

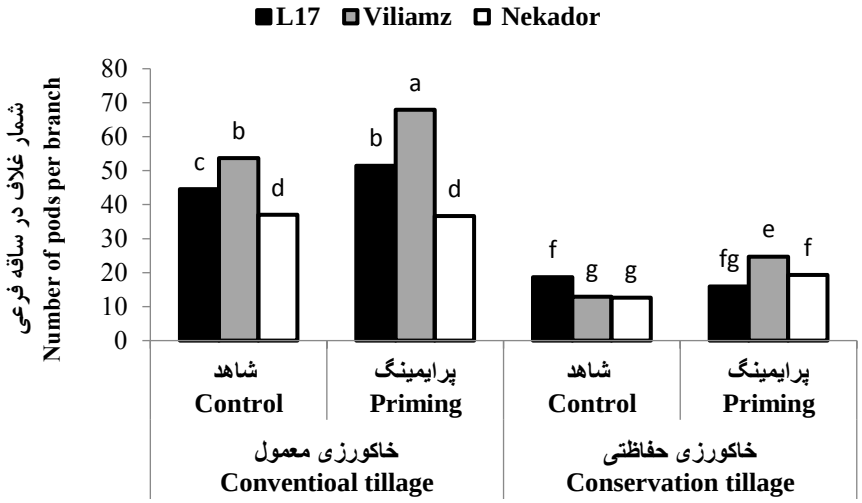


شکل۱- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر بر شمار بوته سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند

Fig. 1- Mean comparisons for interaction of tillage and seed priming on plant number in soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.



شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر بر شمار غلاف در ساقه فرعی سویا.

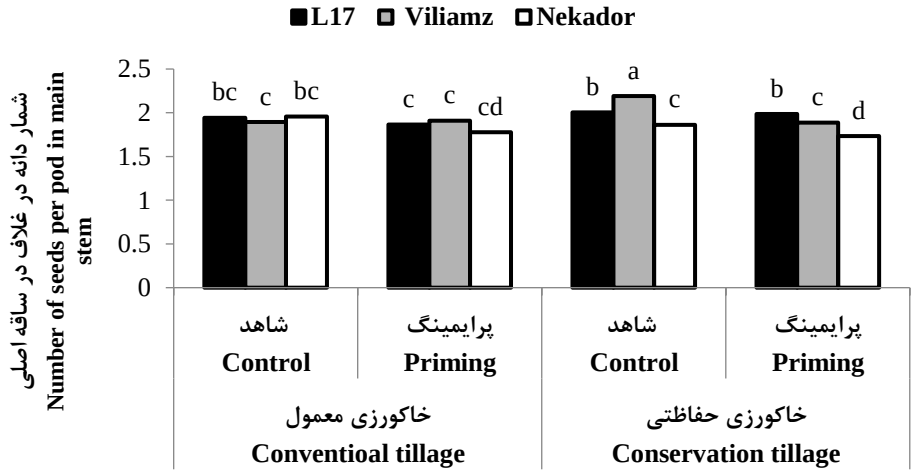
ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند

Fig. 2- Mean comparisons for interaction of tillage, cultivar and seed priming on number of pods per branch in soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability

شمار دانه در غلاف

شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی تحت تاثیر اثرگذاری ساده رقم و پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین تحت تأثیر اثر متقابل سه‌گانه خاک‌ورزی، پیش-تیمار بذر و رقم ($P<0.05$) قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین شمار دانه در غلاف (۲/۱۹ عدد) مربوط به رقم ویلیامز و در نظام خاک‌ورزی حفاظتی در شرایط بدون اعمال پرایمنگ مشاهده شد. رقم نکادر در نظام خاک‌ورزی حفاظتی و استفاده از بذرهای پیش‌تیمارشده نیز کمترین شمار دانه در غلاف (۱/۷۳ عدد) را به خود اختصاص داد (شکل ۳). به نظر می‌رسد در نظام خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل کاهش شمار ساقه‌های فرعی مواد بیشتری در اختیار ساقه اصلی قرار می‌گیرد که در این بین رقم نیز تأثیرگذار بوده و نشان می‌دهد که در این شرایط رقم‌ها واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. این جزء که در طول دوره‌ای که از گلدهی آغاز و تا آغاز پر شدن دانه ادامه دارد و به شرایط محیطی حساس می‌باشد، تعیین کننده اصلی عملکرد می‌باشند (Modali, 2004).



شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر بر شمار دانه در غلاف در ساقه اصلی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

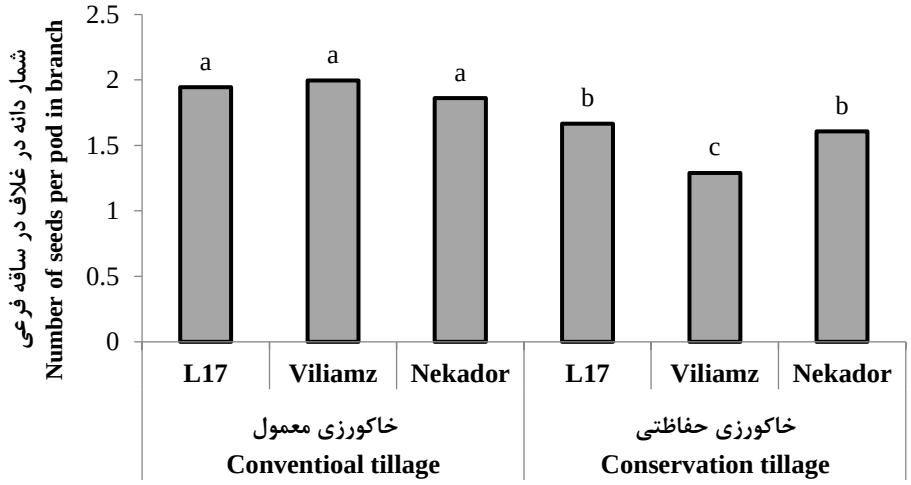
Fig. 3- Mean comparisons for interaction of tillage, cultivar and seed priming on number of seeds per pod in the main stem of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability

شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی نیز تحت تأثیر اثر متقابل رقم و خاک‌ورزی (P<0.01) قرار گرفت (جدول ۲). نظام خاک‌ورزی سبب افزایش شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی شد. در این بررسی بیشترین شمار دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی مربوط به رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی معمول و کمترین شمار نیز مربوط به همین رقم در نظام خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد (شکل ۴). در نظام خاک‌ورزی معمول به دلیل گسترش ریشه‌ها و دسترسی آسان‌تر به مواد غذایی سبب شد تا گیاه انرژی بیشتری را به ساقه‌های فرعی اختصاص داده و صرف تولید بیشترین شمار دانه در غلاف کند، در صورتی که در شخم حفاظتی گیاه مواد غذایی کمتری را جذب کرده و بیشتر انرژی را به ساقه‌های اصلی اختصاص داده است که این ممکن است دلیل اختلاف بین رقم‌ها از نظر تخصیص مواد به تولید دانه در غلاف در ساقه‌های فرعی باشد. همچنین واکنش رقم به نظام خاک‌ورزی نیز دلیل بر اختلاف بین رقم‌ها بود. نتایج پژوهشگران نشان می‌دهد که استفاده از فضای رشد مستلزم وجود ظرفیت ژنتیکی رقم و بهره‌وری از محیط است (Board *et al*., 1999).

شمار دانه در بوته

بنابر نتایج جدول ۳ شمار دانه در ساقه‌های اصلی تاثیرپذیری از هیچ کدام از تیمارها را نداشتند اما در ساقه‌های فرعی تحت تأثیر اثرهای ساده همه تیمارها (P<0. 01) و اثر متقابل رقم در پیش‌تیمار بذر (P<0.05) و رقم در خاک‌ورزی (P<0.01) قرار گرفت. رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی معمول با تولید ۱۲۰/۷ دانه در ساقه‌های فرعی دارای بیشترین شمار و رقم نکادر نیز در نظام خاک‌ورزی معمول با تولید ۲۵/۲۴ دانه دارای کمترین شمار دانه در ساقه فرعی بودند (شکل ۵). به نظر می‌رسد که زیر و رو شدن خاک سبب گسترش بیشتر ریشه‌ها شده، که نتیجه آن افزایش شمار ساقه فرعی بوده و متعاقب آن شمار دانه در ساقه‌های فرعی نیز افزایش یافته است. همچنین هر بوته رقم ویلیامز در شرایطی که تحت تأثیر پیش‌تیمار بذر قرار گرفته بود توانست با تولید ۸۲/۱۷ دانه در ساقه فرعی بیشترین شمار و رقم نکادر در شرایط پیش‌تیمار بذر دارای کمترین شمار دانه در ساقه فرعی (۴۶/۶۳ دانه) بود هرچند با گیاهان رشد یافته از همین رقم در شرایط بدون پیش‌تیمار بذر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶). به نظر می‌رسد پیش‌تیمار بذر با تأثیری که روی تراکم گذاشته است و پاسخ متفاوت رقم‌ها به تراکم، رقم ویلیامز توانسته است بیشترین شمار دانه را به خود اختصاص دهد. Ranjbar *et al* . (1997) بیان کردند که رقم‌های سویا به تراکم بوته واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند همچنین عنوان کردند که بعضی از رقم‌ها به کمبود نور حساس بوده و در ردیف‌های باریک و تراکم بالای بوته، ساقه ضعیفی تولید کرده و در نتیجه شمار گره و غلاف کمتری دارند.

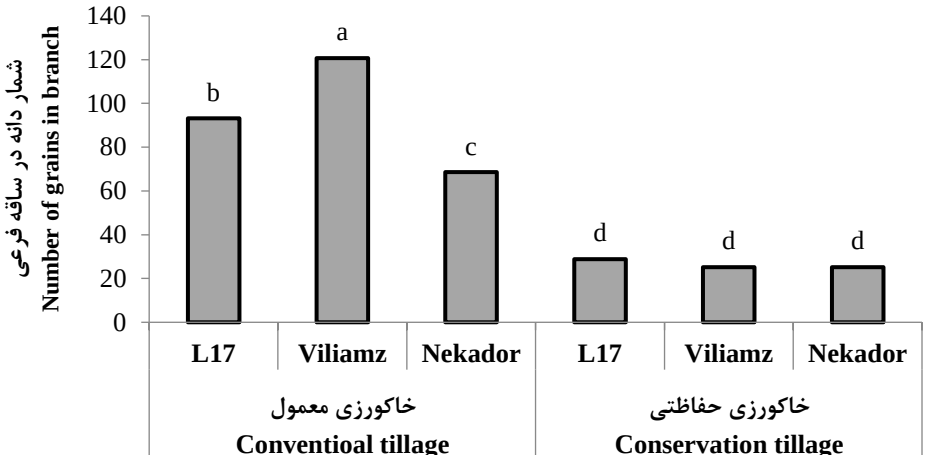


شکل۴- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر شمار دانه در غلاف در ساقه فرعی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند

Fig. 4- Mean comparisons for interaction of tillage and cultivar on number of seeds per pod on branch of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.

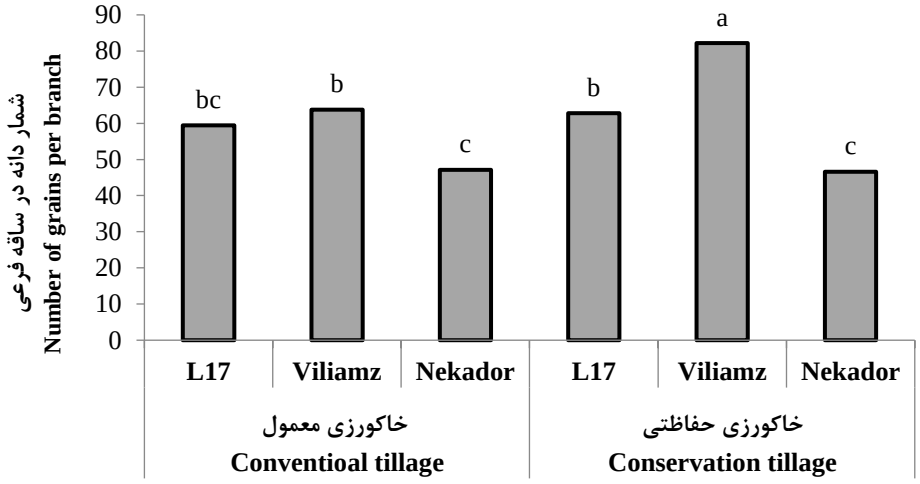


شکل۵- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر شمار دانه در ساقه فرعی هر بوته سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 5- Mean comparisons for interaction of tillage and cultivar on number of grains per branch in soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.



شکل۶ - مقایسه میانگین تاثیر متقابل رقم و پیش‌تیمار بذر بر شمار دانه در ساقه فرعی هر بوته سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

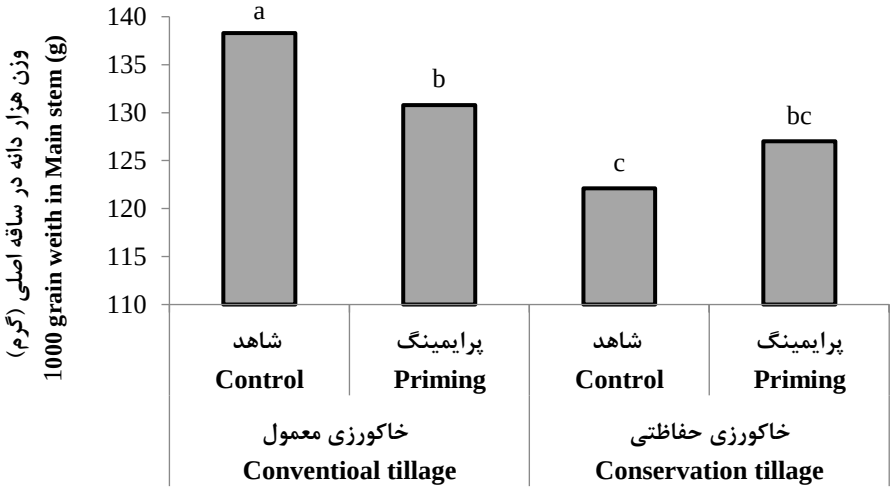
Fig. 6- Mean comparisons for interaction of cultivar and seed priming on number of grains per branch in soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در ساقه اصلی تحت تأثیر اثرگذاری ساده نظام‌های خاک‌ورزی و رقم و همچنین تحت تأثیر اثر متقابل پیش‌تیمار بذر و خاک‌ورزی ($P<0.01$) قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) در بین رقم‌ها، L17 با میانگین وزن هزار دانه ۱۴۰/۹۹ گرم و رقم نکادر با وزن هزار دانه ۱۰۹/۷۸ گرم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه در ساقه اصلی بود. رقم ویلیامز نیز با وزن هزار دانه ۱۳۷/۸۸ با رقم L17 تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین بوته‌های رشد یافته سبزشده از بذرهای بدون پیش‌تیمار در نظام خاک‌ورزی معمول بیشترین وزن هزار دانه (۱۳۸/۳ گرم) در ساقه اصلی را داشتند و کمترین ۱۲۲/۱ گرم مربوط به بذرهای شاهد در تیمار خاک‌ورزی حفاظتی بود که با بذرهای پیش‌تیمارشده در همین نوع نظام خاک‌ورزی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۷). وزن هزار دانه در ساقه فرعی نیز در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر اثر متقابل سه‌گانه قرار گرفته است به گونه‌ای که بذرهای

پیش‌تیمارشده رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی حفاظتی با میانگین وزن هزار دانه ۱۵۱/۱ گرم در ساقه فرعی بیشترین و رقم نکادر در همین شرایط کمترین وزن هزار دانه در ساقه فرعی یعنی ۸۶/۸۹ گرم را به خود اختصاص دادند (شکل۸). به نظر می‌رسد که شمار کمتر ساقه فرعی و همچنین ظرفیت رقم و تراکم کمتر در هنگام اعمال پیش‌تیمار بذر سبب شده است که رقم ویلیامز بتواند بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دهد و رقم نکادر نیز به دلیل برخورد با دماهای پایین نتوانسته است مواد غذایی کافی را در دوران پر شدن دانه به دانه‌های تشکیل شده در ساقه فرعی انتقال دهد. نتایج Dorota *et al.* (2014) نیز بیانگر این است که نظام خاک‌ورزی حفاظتی در سال سوم سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود.

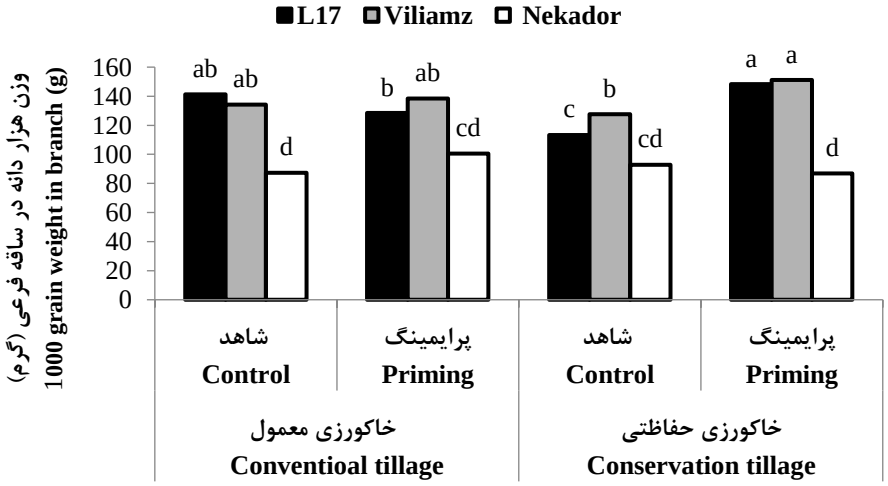


شکل۷- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر بر وزن هزار دانه در ساقه اصلی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند

Fig.7- Mean comparisons for interaction of tillage and seed priming on 1000 grain weight in main stem of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability



شکل ۸- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر بر وزن هزار دانه در ساقه فرعی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 8- Mean comparisons for interaction of tillage, cultivar and seed priming on 1000 grain weight on branches of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability

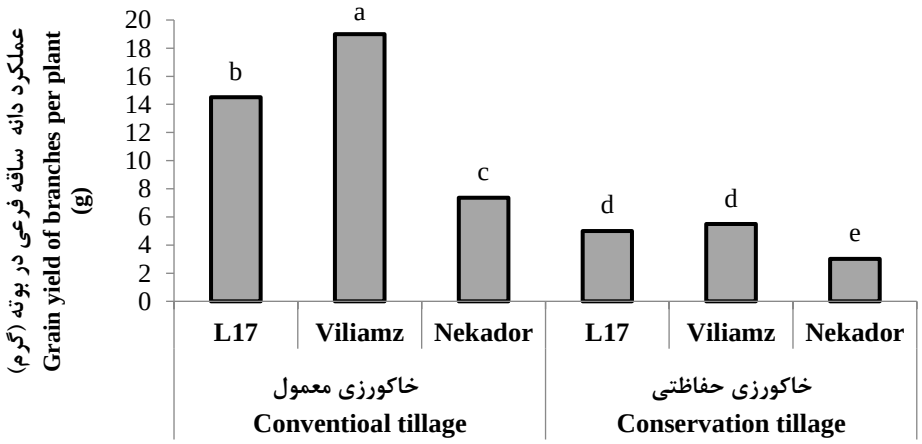
عملکرد دانه در بوته

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) عملکرد دانه در ساقه اصلی تنها تحت تأثیر رقم ($P<0.01$) قرار گرفت. رقم ویلیامز با میانگین عملکرد ۱۲/۹۶گرم در ساقه اصلی و رقم نکادر با ۸/۱۶ گرم در ساقه اصلی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد در ساقه اصلی بودند (جدول ۴). نتایج محققان گویای آن است که استفاده از فضای رشد مستلزم وجود ظرفیت ژنتیکی رقم و بهره‌وری از محیط است (Board *et al*., 1999). اثرگذاری خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر روی عملکرد ساقه‌های فرعی سویا ($P<0.01$) معنی‌دار بود. همچنین عملکرد ساقه‌های فرعی در تک بوته ارقام سویا تحت تأثیر اثر متقابل دوگانه رقم و پیش‌تیمار بذر و نظام‌های خاک‌ورزی و پرایمینگ در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳). رقم ویلیامز (۱۸/۹۹ گرم) و رقم نکادر (۳/۰۱گرم) به ترتیب در نظام خاک‌ورزی معمول و حفاظتی دارای بیشترین و کمترین عملکرد در ساقه فرعی تک بوته بودند (شکل ۹). در شرایط پیش‌تیمار بذر رقم ویلیامز توانست بیشترین عملکرد (۱۴/۲۵ گرم) در ساقه فرعی و همچنین رقم نکادر در شرایط شاهد کمترین میزان (۴/۷۳ گرم) را تولید کردند (شکل ۱۰). به نظر می‌رسد در شرایط پیش‌تیمار بذر به دلیل کاهش تراکم، فضای بیشتری برای گسترش ساقه‌های فرعی ایجاد شده است و هر بوته شمار ساقه فرعی بیشتری تولید کرده که در نهایت بر روی عملکرد ساقه فرعی تاثیر گذار بوده است.

محققان دیگر گزارش کردند که در تراکم پایین نسبت به تراکم بالا سویا ماده خشک بیشتری را به ساقه‌های فرعی اختصاص می‌دهد (Board, 2000; Kasperbauer, 1987).

عملکرد دانه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول۳) عملکرد دانه در ساقه اصلی تحت تاثیر اثرگذاری ساده نظام‌های خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. همچنین اثر متقابل ۳ گانه تأثیر معنی‌داری ($P<0.05$) روی عملکرد دانه در ساقه‌های اصلی داشت. رقم L17 با تولید ۲/۳۵۶ تن در هکتار در ساقه‌های اصلی در نظام خاک‌ورزی حفاظتی و شرایط بدون پیش‌تیمار بذر بیشترین عملکرد را داشته و بذرهای پیش‌تیمارشده رقم نکادر در نظام خاک‌ورزی معمول و پیش‌تیمار بذر با تولید ۰/۸۲ تن در هکتار کمترین میزان عملکرد خود را از ساقه اصلی داشتند (شکل ۱۱). به نظر می‌رسد در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل ساقه فرعی کمتر، گیاه مواد فتوسنتزی (نورساختی) بیشتری را در اختیار ساقه اصلی قرار داده، بنابراین ساقه اصلی بخش عمده تولید را به خود اختصاص خواهد داد و رقم نکادر نیز به دلیل برخورد دوره پر شدن دانه با شرایط نامساعد محیطی در نظام خاک‌ورزی معمول و پیش‌تیمار بذر، به دلیل تراکم کمتر و اختصاص بیشتر مواد به تولید ساقه‌های فرعی کمترین میزان تولید در ساقه اصلی را داشته است.

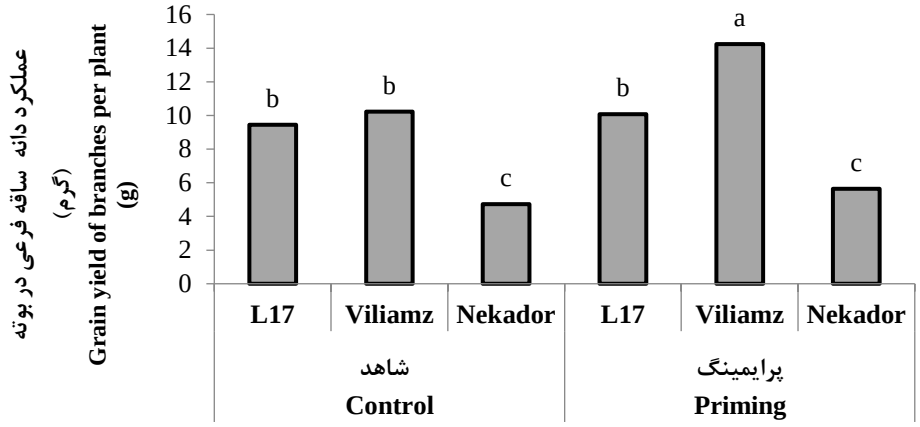


شکل ۹- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر عملکرد دانه ساقه فرعی در بوته سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند

Fig. 9- Mean comparisons for interaction of tillage and cultivar on grain yield on branch per soybean plant.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability

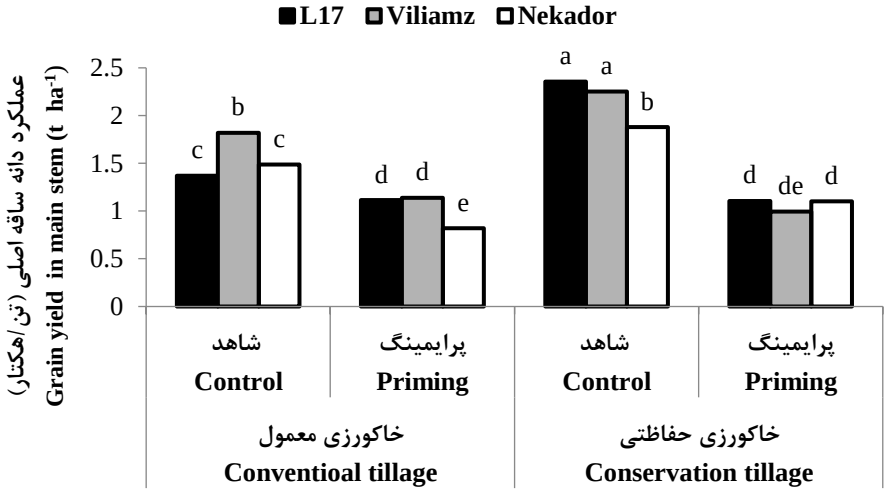


شکل ۱۰- مقایسه میانگین تاثیر متقابل رقم و پیش‌تیمار بذر بر عملکرد دانه ساقه فرعی در بوته سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 10- Mean comparisons for interaction of cultivar and seed priming on grain yield on branch per soybean plant.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.



شکل۱۱- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر بر عملکرد دانه ساقه اصلی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 11- Mean comparisons for interaction of tillage and cultivar and seed priming on grain yield on main stem in soybean.

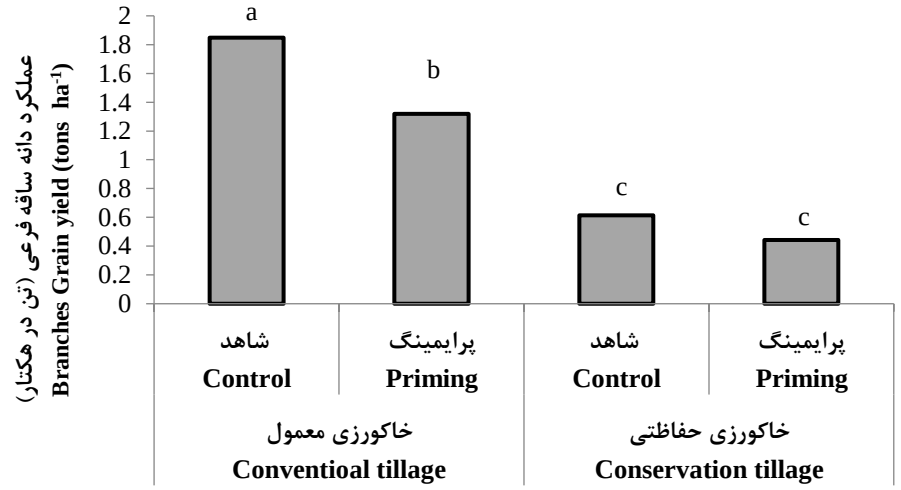
Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.

عملکرد دانه ساقه فرعی نیز تحت تأثیر خاک‌ورزی، پیش‌تیمار بذر و رقم ($P<0.01$) قرار گرفت و اثرمتقابل دوگانه رقم در خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر در خاک‌ورزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱۲) بذور شاهد در نظام خاک‌ورزی معمول عملکرد بیشتری از ساقه‌های فرعی تولید کرده‌اند (۱/۸۵ تن در هکتار) و هنگامی که بذرهای پیش‌تیمارشده سویا در نظام خاک‌ورزی حفاظتی کشت شدند میزان عملکرد به کمترین حد خود از ساقه‌های فرعی (۴۴۳ کیلوگرم در هکتار) رسید. به نظر می‌رسد در دسترس بودن مواد غذایی بیشتر در نظام خاک‌ورزی معمول و تراکم بیشتر در بذرهای شاهد کمک کرده‌اند که ساقه‌های فرعی در واحد سطح عملکرد بیشتری نسبت به پیش‌تیمار بذر و نظام خاک‌ورزی حفاظتی تولید کند. ساقه‌های فرعی رقم ویلیامز در نظام خاک‌ورزی معمول با میانگین عملکرد ۲/۰۸ تن در هکتار بیشترین میزان و رقم نکادر در نظام خاک‌ورزی حفاظتی با میانگین ۰/۴۴۶ تن در هکتار کمترین سهم را از

ساقه‌های فرعی به خود اختصاص دادند (شکل۱۳). به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد در نظام بدون خاک‌ورزی ناشی از افزایش فشردگی خاک و فراهم نبودن شرایط مناسب برای رشد ریشه‌ها باشد. این فشردگی به کاهش طول ریشه‌ها منجر شده و در نهایت جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه کاهش پیدا می‌کند (Mohamadi *et al*, 2009)

سهم در عملکرد نهایی

سهم ساقه‌های فرعی و اصلی در عملکرد، بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر در سطح احتمال ۱ درصد و رقم در سطح ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد (جدول۳). در نظام خاک‌ورزی معمول سهم عمده عملکرد را ساقه‌های فرعی تولید کردند و ساقه اصلی سهم کمتری داشتند که به ترتیب ۵۴/۵ و۴۵/۵ درصد بود ولی در نظام خاک‌ورزی حفاظتی سهم ساقه‌های فرعی میزان کمتری را به خود اختصاص دادند و سهم عمده عملکرد را ساقه اصلی تولید کرد که عملکرد ساقه اصلی (۷۴/۶ درصد) ۳ برابر ساقه‌های فرعی (۲۴/۴ درصد) بود (جدول۴). در شرایط.

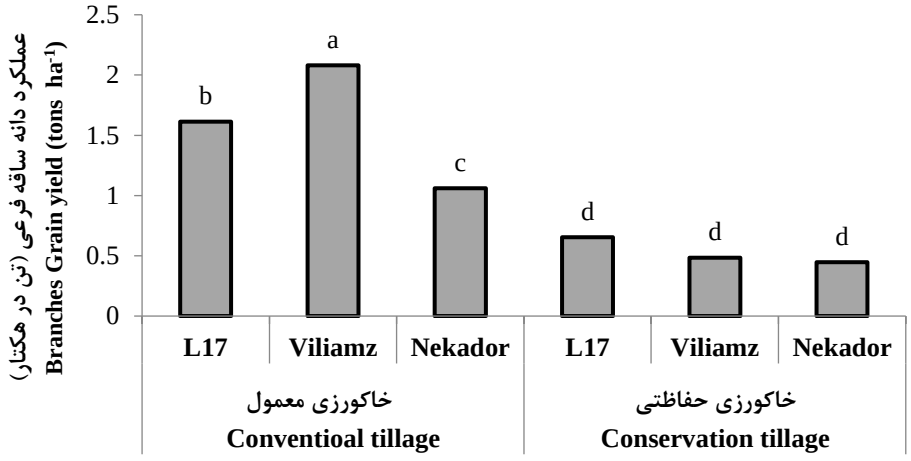


شکل۱۲- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و پیش‌تیمار بذر بر عملکرد دانه ساقه فرعی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 12- Mean comparisons for interaction of tillage and seed priming on grain yield on branches of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.



شکل۱۳- مقایسه میانگین تاثیر متقابل خاک‌ورزی و رقم بر عملکرد دانه ساقه فرعی سویا.

ستون‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Fig. 13- Mean comparisons for interaction of tillage and cultivar on grain yield on branches of soybean.

Bars with the same letter are not significantly different at 5% probability.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ساقه اصلی و ساقه فرعی تحت تأثیر خاک‌ورزی، رقم و پیش‌تیمار بذر.

Table 4. Mean comparison of measured traits in main stem and branch soybean affected by tillage, cultivar and seed priming.

تیمار Treatment	شمار ساقه فرعی Number of branch	وزن هزار دانه(گرم) 1000 Grain weight (g)		عملکرد دانه در بوته(گرم) Grain yield per plant (g)		سهم در عملکرد نهایی (درصد) Proportion in final yield (%)	
		اصلی Main stem	فرعی Branch	فرعی Branch	اصلی Main stem	اصلی Main stem	فرعی Branch
خاک‌ورزی Tillage							
شخم معمول Conventional tillage	4.9 a	134.5 a	121.7 a	13.6 a	11.4 a	45.5 b	54.5 a
بدون شخم No-tillage	2.84 b	124.5 b	119.98 a	4.5 b	10.5 a	74.65 a	25.35 b
پیش‌تیمار بذر priming							
شاهد Control	3.77 a	130.2 a	116.05 b	8.14 b	10.4 a	62.5 a	37.5 b
پیش‌تیمار Prim	3.97 a	128.9 a	125.62 a	9.99 a	11.5 a	57.7 b	42.3 a
رقم Cultivar							
ویلیامز Viliamz	3.7 b	137.88 a	137.82 a	12.2 a	12.9 a	58.2 b	41.8 a
L17	3.28 b	141 a	132.82 a	9.76 b	11.7 a	58.1 b	41.9 a
نکادر Nekador	4.62 a	109.78 b	91.87 b	5.19 c	8.16 b	64.1 a	35.9 b

میانگین‌های با حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

Averages with the same letter are not significantly different at 5% probability

پیش‌تیمار بذرها سهم ساقه اصلی نسبت به بذرهای شاهد بیشتر بود و سهم ساقه‌های فرعی در شرایط پیش‌تیمار نسبت به بذرهای بدون پیش‌تیمار بیشتر و معنی‌دار بود (جدول ۴). ساقه اصلی رقم نکادر نسبت به دیگر رقم‌ها سهم بیشتری در عملکرد نهایی دانه داشت و رقم ویلیامز و L17 نسبت به نکادر عملکرد بیشتری در ساقه‌های فرعی داشتند (جدول ۴) به نظر می‌رسد ظرفیت ژنتیکی رقم و تراکم نهایی بوته در شرایط پیش‌تیمار بذر و نظام‌های مختلف خاک‌ورزی دلیل تفاوت در سهم ساقه اصلی و فرعی در عملکرد دانه سویا بوده است.

نتیجه‌گیری

از نتایج به دست آمده چنین بر می‌آید اگرچه عملکرد در نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به نظام خاک‌ورزی معمول (متداول) کمتر می‌باشد ولی با توجه به اینکه ساقه‌های اصلی در نظام‌های خاک‌ورزی حفاظتی سهم بیشتری از عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند بنابراین با افزایش تراکم بوته در واحد سطح و پر کردن فضاهای خالی که در نظام خاک‌ورزی معمول توسط تولید ساقه‌های فرعی انجام می‌شود، می‌توان این کاهش عملکرد ناشی از نبود شرایط مناسب برای ساقه دهی بوته‌های سویا را جبران و به عملکرد مناسب دست پیدا کرد. بنابراین ضرورت دارد برای رسیدن به عملکرد مطلوب در سال‌های اول اجرای نظام خاک‌ورزی حفاظتی که فشردگی خاک بازدارنده رشد مطلوب بوته می‌شود، تراکم بوته در واحد سطح را افزایش داد تا کاهش عملکرد را جبران کند. همچنین با اعمال پیش‌تیمار بذر شمار بوته در واحد سطح

کاهش پیدا کرد و بنابراین تأکید می‌شود، در صورت کشت با ماشین به سبب فشارهای مکانیکی وارده به بذر که بازدارنده جذب کامل آب توسط بذر بوده و بین رقم‌ها نیز رقم ویلیامز از لحاظ عملکرد نسبت به دیگر رقم‌ها در نظام خاک‌ورزی معمول برتری نسبی داشت ولی در نظام خاک‌ورزی حفاظتی رقم L17 نسبت به رقم ویلیامز و نکادر برتری داشت (به نتایج به دست آمده از این پژوهش توجه شود).

منابع

Arora, V.K., Singh, C.B., Sidhu, A.S. and Thind, S.S., 2011. Irrigation, tillage and mulching effects on soybean yield and water productivity in relation to soil texture. Agriculture Water Management. 98(4), 563-568.

Basra, S.M., Ullah, E., Warriach, E.A., Cheema, M.A. and Afzal, I., 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. International Journal of Agriculture and Biology. 5 (2), 117-120.

Board, J.E., 2000. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant populations. Crop Science. 40,1285-1294.

Board, J.E., Harville, B.G. and Saxton, A.M., 1999. Narrow-row seed yield enhancement in determinate soybean. Agronomy Journal. 82, 64–68.

Caliskan, S., Arsalan, M. and Urimis, I., 2007. The effect of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 3, 147-154.

Dorota, G., Rafal, C., Karol, B. and Marian, W., 2014. Soybean yield under different tillage systems. Acta Scientiarum Polonorum-hortorum cultus. 13(1), 43-54.

Elmore, R.W., 1990. Soybean cultivar response to tillage systems and planting date. Agronomy Journal. 82, 69–73.

Esfandiari, M., 2014. Effect of tillage and cropping systems on soybean yield. MS.c.Thesis. University of Tehran, Tehran, Iran.

Fehr, W.R. and Caviness, C.E., 1980. Stages of soybean development. Iowa Agriculture. Experiment. Stn.

Gibson, L. and Benson, G., 2002. Origin, history, and uses of soybean (*Glycine max*). Available online at: http//www.agron.iastate.edu/courses/agron 212/ readings/soy_history.htm. Revised Jan 2002.

Hall, A., Mytelka, L., and Oyeyinka, B. 2005. Innovation Systems: Implications for Agricultural Policy and Practice. In Institutional Learning and Change (ILAC) Brief-Issue 2, Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI).

Hansen, E.M., MunKholm, L.J., Melander, B. and Olsen, J.E., 2010. Can non-inversion tillage and straw retainment reduce N leaching in cereal-based crop rotations? Soil and Tillage Research. 109,1-8.

Harris, D., 2003. Reducing risk and increasing yields from rainfed crops in Africa using 'on-farm' seed priming. In Proceedings 6th Biennial Conference of the African Crop Science Society, 12th – 16th October, Hilton Nairobi Hotel, Kenya. pp. 87-88.

Hobbs, P.R., 2007. Conservation agriculture: What is it and why is it important for future sustainable food production? Journal of Agriculture Science. 145, 127-138.

Fernandez, U.O., Virto, I., Bescansa, P., Imaz, M.J., Enrique, A. and Karlen, D.L., 2009. Notillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. Soil Tillage Research. 106, 29–35.

Jason, L.D. and Pedersen, P., 2009. Growth yield and yield component change among old and new soybean cultivars. Agronomy Journal. 101 (1),124-130.

Kasperbauer, M.J., 1987. Far-red light reflection from green leaves and effects on phytochromemediated assimilate partitioning under field conditions. Plant Physiology. 85, 350 - 354.

Khajehpour, M.R., 2004. Industrial Crops. Second ed. Publications University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Kobraei, S., Etminan, A., Mohammadi, R. and Kobraee, S., 2011. Effects of drought stress on yield and yield components of soybean. Scholars Research Library. 2(5), 504-509.

Lafond, G.P., Boyetchko, S.M., Brandt, S.A., Clayton, G.W. and Entz, M.H., 1996. Influence of changing tillage practices on crop production. Canadian Journal of Plant Science. 76, 641-649.

Latif-Zadeh, M., Abotalebian, M.A., Zavareh, M. and Rabiei, M., 2013. The effect of seed priming in farm and data of planting on characteristics of emergence, yield and components yield native bean genotypes as second culture in Rasht. Iranian Journal of Field Crop Science. 44(1), 23-33. (In Persian with English abstract).

Modali, H., 2004. Dry matter accumulation by the start of seed filling as a criterion for yield optimization in soybean. Ph.D. Thesis.

Acharya NG Ranga Agricultural University, India.

Mohammadi, Kh., Nabi Allahi, K., Aghaalikhani, M. and Khormali, F., 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rainfed wheat. Journal of Plant Production. 16(4), 77-91.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P., 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in sugarcane. Agriculture, Ecosystems and Environment. 134(1), 24-28.

Rahchamandi, H., Abotalebian, M.A., Ahmadvand, G. and Jahedi, A., 2011. Effect of seed priming on germination characteristics of farms and planting date on growth and some physiological indexes of soybean varieties (*Glycine max* L.) in Hamadan. Iranian Journal of Field Crop Science. 10(2), 17-29. (In Persian with English abstract).

Ranjbar, GH. Karimi, M. and Khajehpour, M.R., 1987. Effect of row spacing and plant density on yield and yield components of soybean cultivars. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 4, 29-35. (In Persian with English abstract).

Sekhon, N.K., Hira, G.S., Sidhu, A.S. and Thind, S.S., 2005. Response of soybean to wheat straw mulching in different cropping season. Soil Use Management. 21, 422-426.

Six, J., Elliott, E.T. and Paustain, K., 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. Soil Science Society. American Journal. 63, 1350–1358.

Tabatabaee Far, A., Naderloo, L., Javadikia, P. and Shirkavand, H., 2008. Systems of conservation tillage and production. Acer Ifahan University of Technology.

Triplett, G.B. and Dick, W.A., 2008. No-tillage crop production: A revolution in agriculture. Agronomy Journal. 100, 153–165.

Wall, P.C., Ekboir, J.M. and Hobbs, P.R. 2002. Institutional aspects of conservation agriculture. In Proceedings International Workshop on Conservation Agriculture for Sustainable Wheat Production in Rotation with Cotton in Limited Water Resource Areas, 13^{th}-18^{th} October, Tashkent, Uzbekistan. pp. 175-179.

Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D. and May, W.E., 2004. Effects of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency in the Canadian Prairies. Soil and Tillage Research. 77, 125 – 136.

Zentner, R.P., Wall, D.D., Nagy, C.N., Smith, E.G., Young, D.L., Miller, P.R., Campbell, C.A., Campbell, B.G., Brant, S.A., Lafond, G.P., Johnston, A.M. and Derksen, D.A., 2002. Economics of crop diversification and soil tillage opportunities in the Canadian prairies. Agronomy Journal. 94, 216–230.6.

The effect of tillage systems and seed priming on the allocation main stem and branches in soybean yield

Mohsen Jamali,[1,*] Mohammad Reza Jahansuz[2] and Reza Tavakol-Afshari[2]
[1]Department of Agroecology Environmental Sciences Research Institute Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Universityof Tehran, Tehran, Iran.
[*]Corresponding author: jamali67@yahoo.com
Received: 2015.02.06
Accepted: 2016.10.04
Jamali, M., Jahansuz, M. R. and Tavakol-Afshari. R., 2016. The effect of tillage systems and seed priming on the allocation main stem and branches in soybean yield. Journal of Agroecology. 6 (2), 259-277.

Introduction: Conventional soil tillage (CT), such as mouldboard ploughing and rotary ploughing aggressively disturb the surface soil layer every year. In the short term, these systems create a good soil physical environment for crop emergence, rapid early growth, nutrient uptake, and high crop yield (Six *et al*., 1999). However, over the long term, the soil structure becomes degraded and soil organic matter (SOM) mineralization is increased, leading to SOM and nutrient content depletion, soil compaction and soil erosion (Triplett and Dick, 2008). All of these processes degrade well-structured soil and obstruct farmland sustainability (Fernandez *et al*., 2009). Hence, adoption of conservation tillage practices, for example no-till (NT) and reduced-till (RT), has been widely accepted over the last two decades in selected areas (Triplett and Dick, 2008). Conservation tillage improves economic performance and energy use efficiency, and reduces production risks; it also decreases soil disturbance, improves SOM maintenance and benefits soil quality (Zentner *et al*., 2004). Lafond *et al*. (1996) reported that conservation tillage increases pea, flax and spring wheat grain yields.

Materials and methods: Considering that there is little information available about the differences in variety with the ability to allocate between the main stem and branch yield response to tillage systems, a field experiment was therefore conducted in 2014 on a split factorial in a randomized complete block design with three replications at the research farm of the College of Agriculture and Natural Resources of Tehran University in Karaj. The main factor includes two types of tillage systems (conventional tillage and no-tillage) and the subplots of three cultivars (L17, Williams, Nekador); the third factor was priming (priming with potassium nitrate 0.4 %) and no-priming (control) to the factorial in the main plots were broken. In this experiment, characteristics such as the number of branches per plant, yield and yield components on the main stem and branches were measured.

Results and discussion: Plant density (m-2) was significantly affected by the interaction between the seed priming and tillage system, and the effect of the choice of cultivar as well. The interaction between tillage system, cultivar and priming was statistically significant on the number of seeds in the pod, grain yield on main stem, number of seeds in the plant and thousand seed weight of soybean. In addition, interaction between seed priming and tillage system was significant on the thousand seed weight on the main stem and grain yield of branches. The number of pods in the plant and the grain yield of branches were influenced by the interaction between cultivar and tillage system, while the number of seeds in the plant and the grain yield of branches were affected by interaction between the cultivar and priming. The effects of cultivar and tillage systems were significant on the number of branches on the plant and grain yield on the main stem. Final grain yield on the main stem and branches of soybean were affected by the tillage system, cultivar and priming.

Conclusion: Maximum plant density (25 plants in m^{-2}) was observed when the conventional tillage system was used under control conditions. Seedling establishment of soybean was lower as the result of seed priming and tillage system. The maximum grain yield was observed in L17 under the conventional tillage system and without seed priming, but Nekadar produced the minimum grain yield. Non-priming of the seed (control) in the normal tillage system produced the maximum grain yield in branches and primed seeds of soybean under the conventional tillage system produced the minimum grain yield. The grain yield of branches under the normal tillage system was higher than with the conventional tillage system in the Williams cultivar. The maximum contribution of grain yield under the conventional tillage and normal tillage systems was related to main stems and branches, respectively.

Keywords: Conservation tillage, Yield, Soybean cultivars, Potassium nitrate.

References:

Fernandez, U.O., Virto, I., Bescansa, P., Imaz, M.J., Enrique, A. and Karlen, D.L., 2009. No tillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. Soil Tillage Research. 106, 29–35.

Lafond, G.P., Boyetchko, S.M., Brandt, S.A., Clayton, G.W. and Entz, M.H., 1996. Influence of changing tillage practices on crop production. Canadian Journal of Plant Science. 76, 641-649.

Six, J., Elliott, E.T. and Paustain, K., 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. Soil Science Society. American Journal. 63, 1350–1358.

Triplett, G.B. and Dick, W.A., 2008. No-tillage crop production: A revolution in agriculture. Agronomy Journal 100, 153–165.

Zentner, R.P., Lafond, G.P., Derksen, D.A., Nagy, C.N., Wall, D.D. and May, W.E., 2004. Effects of tillage method and crop rotation on non-renewable energy use efficiency in the Canadian Prairies. Soil and Tillage Research. 77, 125 – 136.