

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

رساله دکتری زراعت گرایش اکولوژی گیاهان زراعی

**بررسی تاثیر مدیریت علفهای هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک و
شیمیایی در شرایط بدون خاکورزی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا
(*Glycine max* L.) رقم کتول**

نگارنده: بهرام پارسا

استاد راهنما

دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور

دکتر ابوالفضل فرجی

دکتر احمد غلامی

تیر ۱۳۹۷

شماره: ۱۳۹۷/۱۶/۲۵
تاریخ:

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محسن کریمی پوج با شماره دانشجویی ۹۴۱۴۷۳۴ رشته مهندسی آب گرایش سازه‌های آبی تحت عنوان بررسی آزمایشگاهی نشت آب از میان پی‌های چند لایه که در تاریخ ۹۷/۰۶/۲۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول (با درجه: عالی) ☐ مردود ☐			
نوع تحقیق: نظری ☐ عملی ☒			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر خلیل ازدری	دانشیار	
۲- استاد راهنمای دوم	دکتر سید حسین حسینی	استادیار	
۳- استاد مشاور	دکتر روزبه مؤذن زاده	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمد هادی موحّد نژاد	کارشناسی ارشد استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر زهرا گنجی نوروزی	استادیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر مهدی دلقندی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر محمد رضا عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می‌تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیر و تشکر

از محبت‌های خالصانه و حمایت‌های بی‌دریغ خانواده‌ام که با همدلی، فرصت تحصیل را برایم فراهم آوردند و برایم تکیه گاهی امن و استوار بودند صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

تشکر و سپاس از یاری و بزرگواری استاد راهنمایم جناب آقای دکتر عباس دخت که لحظه به لحظه همراهیم کردند و علم و دانش خود را بدون هیچ چشم‌داشتی بر من ارزانی داشتند. همچنین از محبت‌های بی‌دریغ اساتید مشاور جناب آقای دکتر غلامی و جناب آقای دکتر فرجی صمیمانه سپاسگزارم.

از داوران گرانقدر داخلی جناب آقای دکتر اصغری و جناب آقای دکتر مکاریان و داور خارجی جناب آقای دکتر زینلی که زحمت بازخوانی این رساله را متقبل شدند و با راهنمایی‌های ارزشمندشان در ارائه هر چه بهتر این رساله یاری‌ام نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از ریاست محترم دانشکده مهندسی کشاورزی جناب آقای دکتر عامریان، کارکنان دانشکده و سایر دوستان و سرورانی که به نحوی از الطاف بی‌ریایشان بهره‌مند گشتم تشکر و قدردانی می‌نمایم.

تعهدنامه

این جانب بهرام پارسا دانشجوی دوره‌ی دکتری رشته‌ی زراعت گرایش اکولوژی گیاهان زراعی رساله دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه بررسی تاثیر مدیریت علف‌های هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در شرایط بدون خاکورزی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا (*Glycine max L.*) رقم کتول باراهنمائی دکتر حمید عباس دخت متعهد می‌شوم:

- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب تحقیقات در این پایان‌نامه توسط این جانب انجام و از صحت و اصالت برخوردار است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت مدرک یا امتیاز به هیچ فرد یا مکانی ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که به نحوی در دستاوردهای اصلی پایان‌نامه مؤثر بوده‌اند، در مقالات حاصل از این اثر رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در صورتی که از موجود زنده (یا بافت‌های آن‌ها) استفاده گردیده، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی- انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر مدیریت علف‌های هرز به همراه تلقیح جداگانه و توام باکتری رایزوبیوم و قارچ مایکوریزا بر خصوصیات کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) رقم کتول آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در شهرستان علی آباد کتول طی دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. عوامل آزمایشی شامل، عامل اول مدیریت علف‌های هرز در دو سطح کنترل کامل و عدم کنترل (تا انتهای فصل رشد)، عامل دوم تلقیح با کود بیولوژیک در چهار سطح عدم مصرف (شاهد)، تلقیح با باکتری تثبیت کننده نیتروژن (*Bradyrhizobium japonicum*)، تلقیح با قارچ مایکوریزا (*Glomus mosseae*) و استفاده همزمان از رایزوبیوم و مایکوریزا (تلفیق) و عامل سوم کاربرد کود نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) در سه سطح عدم مصرف (شاهد)، مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود.

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش کاربرد کود نیتروژن در هر دو حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز حداکثر شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد، اما این افزایش در هنگام وجین علف‌های هرز بیشتر بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش کاربرد کود نیتروژن، تلقیح با کود بیولوژیک و وجین علف‌های هرز تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته افزایش یافت. نتایج نشان داد که تعداد غلاف در بوته سویا در سال دوم افزایش ۱۳ درصدی نسبت به سال اول آزمایش داشت. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین در سال اول آزمایش در هنگام وجین و عدم وجین علف‌های هرز تعداد غلاف در بوته سویا به ترتیب برابر ۴۹/۵۱ و ۳۸/۹۷ عدد غلاف در بوته بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر داشتند. در سال دوم نیز تیمارهای وجین شده افزایش ۲۷ درصدی در تعداد غلاف در بوته را نسبت به تیمارهای وجین نشده نشان دادند. این امر حاکی از تاثیر زیاد علف‌های هرز بر تعداد غلاف در بوته که مهم‌ترین جزء عملکرد در سویا می باشد است. وزن صد دانه سویا با افزایش کاربرد کود شیمیایی روندی افزایشی را نشان داد به طوری که وزن صد دانه سویا در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کاربرد کود شیمیایی در هکتار به ترتیب برابر ۱۶/۱، ۱۷/۲ و ۱۸/۲ گرم بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد در سال دوم آزمایش عملکرد بیولوژیک به طور معنی-داری نسبت به سال اول بیشتر بود، به طوری که عملکرد بیولوژیک در سال اول و دوم به ترتیب برابر ۸۸۶۶/۷ و ۹۵۴۴/۸ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین نتایج حاکی از تاثیر مثبت ۱۶ درصدی تیمار کود شیمیایی به

میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد بیولوژیک سویا نسبت به تیمار عدم مصرف کود شیمیایی بود. نتایج مقایسه میانگین تجزیه مرکب عملکرد دانه نشان داد که در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم مصرف کود نیتروژن به ترتیب عملکرد معادل ۳۵۳۱/۸۹، ۳۹۴۸/۶۲ و ۴۱۶۰/۸۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. تعداد گره باکتری در سال دوم آزمایش (۴۴/۱۷ گره در بوته) به طور معنی داری بیشتر از سال اول (۳۵/۱۵ گره در بوته) بود. به علاوه اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی نشان می دهد که بیشترین وزن خشک گره با ۱۳/۴۰ میلی گرم مربوط به تیمار تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم و عدم مصرف کود شیمیایی و کمترین وزن خشک گره با ۷/۹۷ میلی گرم مشترکاً مربوط به تیمارهای عدم مصرف کود بیولوژیک و مصرف کود شیمیایی ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. بررسی وضعیت بذر علف های هرز موجود در بانک بذر نشان داد که در هر دو سال آزمایش بیشترین تعداد بذره های مشاهده شده در بانک بذر مربوط به گیاه سوروف بود. به علاوه در تیمار کود بیولوژیک در سال اول آزمایش بیشترین تعداد بذر با ۷۰/۴ عدد مربوط به تیمار تلفیق و کمترین مقدار با ۴۱/۲ عدد بذر مربوط به تلقیح با رایزوبیوم بود. این نتایج حاکی از تاثیر زیاد تیمارهای مورد نظر بر صفات مورد مطالعه می باشد. بررسی خصوصیات کیفی نشان داد که تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی داری بر درصد روغن دانه نداشتند اما درصد پروتئین دانه را تحت تاثیر قرار دادند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف هرز و کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه در هر دو سطح وجین و عدم وجین علف های هرز با کاربرد کود شیمیایی درصد پروتئین دانه نسبت به حالت شاهد افزایش پیدا کرد.

کلمات کلیدی: سویا، علف های هرز، رایزوبیوم، مایکوریزا، کود نیتروژن

مقالات مستخرج از رساله

پارسا ب. عباس دخت ح. غلامی ا. و فرجی ا، (۱۳۹۶) "تاثیر کاربرد باکتری رایزوبیوم ژاپونیکوم، قارچ مایکوریزا و کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا رقم کتول در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز" **مجله پژوهش علف‌های هرز**، ۹، ۱: ص ۳۳-۴۸.

پارسا ب. عباس دخت ح. غلامی ا. و فرجی ا، (۱۳۹۷) "بررسی برهمکنش تلقیح کودهای بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی بر خصوصیات سویا در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز" **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی**.

پارسا ب. عباس دخت ح. غلامی ا. و فرجی ا، (۱۳۹۶) "بررسی خصوصیات مورفولوژیک سویا رقم کتول (DPX) در شرایط بی‌خاکورزی در پاسخ به کاربرد قارچ مایکوریزا، باکتری رایزوبیوم و مدیریت علف‌های هرز" نخستین همایش ملی تولیدات گیاهی زراعی و باغی بهمن ۹۶، دانشگاه گنبد کاووس.

پارسا ب. عباس دخت ح. غلامی ا. و فرجی ا، (۱۳۹۶) "ارزیابی تاثیر مصرف کودهای شیمیایی و بیولوژیک و رقابت علف‌های هرز بر محتوای مواد غذایی گیاه سویا (*Glycine max* L.) رقم کتول (DPX) در شرایط بی‌خاکورزی" نخستین همایش ملی تولیدات گیاهی زراعی و باغی بهمن ۹۶، دانشگاه گنبد کاووس.

فهرست مطالب

مطلب.....	صفحه.....
فصل اول مقدمه و کلیات	۱
فصل دوم پیشینه تحقیق	۷
۱-۲- سویا	۸
۱-۱-۲- تاریخچه و اهمیت سویا	۸
۲-۱-۲- سطح زیر کشت سویا	۱۰
۳-۱-۲- سطح کشت و میزان تولید سویا در ایران (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۵)	۱۰
۲-۲- اهمیت نیتروژن	۱۱
۱-۲-۲- تاثیر نیتروژن بر گیاهان	۱۳
۳-۲- کودهای بیولوژیک	۱۵
۱-۳-۲- دلایل استقبال از کودهای بیولوژیک	۱۶
۲-۳-۲- مزایایی استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به کودهای شیمیایی	۱۷
۳-۳-۲- انواع کودهای بیولوژیک	۱۷
۴-۳-۲- عوامل موثر بر میکروارگانیسم‌های موجود در خاک	۱۸
۵-۳-۲- کاهش هزینه ها با کاربرد کودهای بیولوژیک	۱۸
۶-۳-۲- سایر مزایای ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیک	۱۹
۷-۳-۲- سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن	۱۹
۸-۳-۲- اهمیت مایکوریزا	۲۱
۹-۳-۲- همزیستی گیاهان با مایکوریزا	۲۳
۱۰-۳-۲- فواید همزیستی با مایکوریزا	۲۴
۱-۱۰-۳-۲- بهبود وضعیت گیاهان تحت تنش خشکی	۲۴
۲-۱۰-۳-۲- مایکوریزا و عوامل بیماری زا	۲۵

فهرست مطالب

مطلب.....	صفحه.....
۳-۲-۱۰-۳- ایجاد پایداری در خاکدانه‌های خاک	۲۵
۳-۲-۱۰-۴- جذب مواد غذایی	۲۶
۳-۲-۱۰-۵- جذب فسفر	۲۶
۳-۲-۱۰-۶- جذب نیتروژن	۲۸
۳-۲-۱۰-۷- تغذیه کاتیونی و آنیونی	۲۹
۳-۲-۱۰-۸- افزایش جذب آب و تأثیر بر هدایت هیدرولیکی ریشه	۳۰
۳-۲-۱۰-۹- هورمون‌های محرک رشد گیاهی	۳۰
۳-۲-۱۰-۱۰- قارچ میکوریزا و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن	۳۱
فصل سوم مواد و روش‌ها	۳۵
۳-۱- زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش	۳۶
۳-۲- ویژگی‌های آب و هوایی	۳۶
۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی	۳۶
۳-۴- خصوصیات خاک مورد آزمایش	۳۷
۳-۵- آماده‌سازی زمین و کاشت	۳۷
۳-۶- مصرف باکتری	۳۸
۳-۷- مصرف میکوریزا	۳۸
۳-۸- مصرف کود نیتروژن	۳۸
۳-۹- صفات اندازه‌گیری شده	۳۹
۳-۹-۱- شاخص‌های رشد	۳۹
۳-۹-۲- سطح برگ	۳۹
۳-۹-۳- صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد	۴۱
۳-۹-۴- اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه	۴۱

فهرست مطالب

مطلب.....	صفحه.....
۳-۹-۵- اندازه گیر درصد روغن دانه	۴۲
۳-۹-۶- نمونه برداری باکتری	۴۳
۳-۹-۷- نمونه برداری علف های هرز	۴۳
۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده ها	۴۵
فصل چهارم نتایج و بحث	۴۷
۴-۱- ارتفاع بوته	۴۸
۴-۲- تعداد شاخه فرعی	۵۱
۴-۳- تعداد گره در ساقه اصلی	۵۷
۴-۴- قطر ساقه	۶۰
۴-۵- ارتفاع اولین غلاف	۶۳
۴-۶- طول غلاف	۶۵
۴-۷- تعداد غلاف خالی در بوته	۶۸
۴-۸- تعداد گره باکتری	۷۰
۴-۹- وزن خشک گره باکتری	۷۵
۴-۱۰- روند تغییرات سطح برگ در طول فصل رشد	۷۷
۴-۱۱- روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد	۸۳
۴-۱۲- علف هرز	۸۹
۴-۱۲-۱- فلور علف های هرز	۸۹
۴-۱۲-۲- تعداد و وزن خشک علف های هرز باریک برگ و پهن برگ در سال اول آزمایش	۹۱
۴-۱۲-۳- شاخص تنوع گونه ای شانون و سیمپسون در سال اول آزمایش	۹۲
۴-۱۲-۴- تعداد و وزن خشک علف های هرز باریک برگ و پهن برگ در سال دوم آزمایش	۹۲
۴-۱۲-۵- شاخص تنوع گونه ای شانون و سیمپسون در سال دوم آزمایش	۹۳

فهرست مطالب

مطلب.....	صفحه.....
۴-۱۲-۶- تعداد و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در دو سال آزمایش (تجزیه مرکب).....	۹۳
۴-۱۲-۷- شاخص تنوع شانون و سیمپسون در دو سال آزمایش (تجزیه مرکب).....	۹۶
۴-۱۲-۸- بانک بذر.....	۹۷
۴-۱۳- تعداد غلاف در بوته.....	۱۰۴
۴-۱۴- تعداد دانه در بوته.....	۱۰۸
۴-۱۵- وزن صد دانه.....	۱۱۱
۴-۱۶- عملکرد بیولوژیک.....	۱۱۴
۴-۱۷- عملکرد دانه.....	۱۱۹
۴-۱۸- شاخص برداشت.....	۱۲۳
۴-۱۹- پروتئین دانه.....	۱۲۳
۴-۲۰- درصد روغن دانه.....	۱۲۷
۴-۲۱- ضرایب همبستگی.....	۱۲۹
نتیجه گیری کلی.....	۱۳۰
پیشنهادهات.....	۱۳۲
فهرست جداول.....	۱۳۴
منابع.....	۱۵۵

فهرست اشکال

شکل	 صفحه
شکل ۴-۱: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی	۵۲
شکل ۴-۲: اثر متقابل سال × علف هرز بر تعداد شاخه فرعی	۵۳
شکل ۴-۳: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی	۵۴
شکل ۴-۴: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد گره در ساقه اصلی	۵۸
شکل ۴-۵: اثر متقابل سال × علف هرز بر تعداد گره در ساقه اصلی	۵۹
شکل ۴-۶: اثر متقابل سال × علف هرز بر طول غلاف	۶۶
شکل ۴-۷: اثر متقابل سال × کود بیولوژیک بر طول غلاف	۶۷
شکل ۴-۸: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری	۷۱
شکل ۴-۹: اثر متقابل سال × کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری	۷۳
شکل ۴-۱۰: اثر متقابل علف هرز × کود نیتروژن بر تعداد گره باکتری	۷۳
شکل ۴-۱۱: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری	۷۴
شکل ۴-۱۲: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود نیتروژن بر وزن گره باکتری	۷۶
شکل ۴-۱۳: روند تغییرات سطح برگ سویا طی فصل رشد در تیمار های مختلف (علف هرز × کود شیمیایی). A = وجین علف‌های هرز و عدم کاربرد کود شیمیایی، B = وجین علف‌های هرز و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، C = وجین علف‌های هرز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، D = عدم وجین علف‌های هرز و عدم کاربرد کود شیمیایی، E = عدم وجین علف‌های هرز و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و F = عدم وجین علف‌های هرز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی	۷۹
شکل ۴-۱۴: روند تغییرات سطح برگ سویا در تیمار های مختلف (کود بیولوژیک). A = عدم تلقیح با کود بیولوژیک (شاهد)، B = تلقیح با باکتری رایزوبیوم، C = تلقیح با قارچ میکوریزا و D = تلقیح همزمان با رایزوبیوم و میکوریزا. ۸۰	۸۰
شکل ۴-۱۵: روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) سویا طی فصل رشد در تیمار های مختلف (علف هرز × کود بیولوژیک). A = وجین علف‌های هرز و عدم تلقیح با کود بیولوژیک، B = وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم، C = وجین علف‌های هرز و تلقیح با میکوریزا، D = وجین علف‌های هرز و تلقیح با میکوریزا و رایزوبیوم، E = عدم وجین علف‌های هرز و عدم تلقیح با کود بیولوژیک، F = عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم، G = عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با میکوریزا و H = عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم و میکوریزا. ۸۵	۸۵
شکل ۴-۱۶: روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) سویا طی فصل رشد در تیمار های مختلف (کود شیمیایی). A = عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) B = کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و C = کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی. ۸۶	۸۶

فهرست اشکال

شکل		صفحه
شکل ۴-۱۷:	تراکم نسبی بذر علف‌های هرز در عمق ۱۰ سانتی متری خاک در تیمار کود بیولوژیک. A= عدم تلقیح با کود بیولوژیک (سال اول)، B= تلقیح با رایزوبیوم (سال اول) C= تلقیح با مایکوریزا (سال اول)، D= تلقیح رایزوبیوم و مایکوریزا (سال اول)، E= عدم تلقیح با کود بیولوژیک (سال دوم)، F= تلقیح با رایزوبیوم (سال دوم) G= تلقیح با مایکوریزا (سال دوم) و H= تلقیح رایزوبیوم و مایکوریزا (سال دوم).	۹۹
شکل ۴-۱۸:	تراکم نسبی بذر علف‌های هرز در عمق ۱۰ سانتی متری خاک در تیمار کود شیمیایی. A= عدم مصرف کود نیتروژن (سال اول)، B= مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال اول) C= مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال اول)، D= عدم مصرف کود نیتروژن (سال دوم)، E= مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال دوم)، F= مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال دوم).	۱۰۰
شکل ۴-۱۹:	اثر متقابل سال × علف هرز × کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته	۱۰۶
شکل ۴-۲۰:	اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته	۱۰۷
شکل ۴-۲۱:	اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر وزن صد دانه	۱۱۲
شکل ۴-۲۲:	اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک	۱۱۵
شکل ۴-۲۳:	اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک	۱۱۷
شکل ۴-۲۴:	اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد دانه	۱۲۰
شکل ۴-۲۵:	اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد دانه	۱۲۲
شکل ۴-۲۶:	اثر متقابل سال × کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر عملکرد دانه	۱۲۲
شکل ۴-۲۷:	اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه	۱۲۴
شکل ۴-۲۸:	اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه	۱۲۵

فهرست جداول

جدول		صفحه
جدول پیوست ۱-۲- درصد مواد تشکیل دهنده دانه سویا (آلیاری، ۱۳۷۹).....	۱۳۴	
جدول پیوست ۲-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید سویا سال ۱۳۹۳ (فائو استیت ۲۰۱۴):.....	۱۳۴	
جدول پیوست شماره ۳-۲- برآورد سطح، میزان تولید و عملکرد در هکتار محصول سویا به تفکیک استان در سال زراعی ۹۴-	۱۳۹۳	
(آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۵).....	۱۳۵	
جدول پیوست ۴-۲- درصد توزیع سطح و درصد توزیع میزان تولید محصول سویا در استان‌های کشور در سال زراعی ۹۴-	۱۳۹۳	
.....	۱۳۵	
جدول پیوست ۱-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر).....	۱۳۶	
جدول پیوست ۱-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش.....	۱۳۶	
جدول ۲-۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش.....	۱۳۷	
جدول پیوست ۳-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش.....	۱۳۷	
جدول پیوست ۴-۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش.....	۱۳۸	
جدول پیوست ۵-۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا.....	۱۳۹	
جدول پیوست ۶-۴- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا.....	۱۴۰	
جدول پیوست ۷-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش.....	۱۴۱	
جدول پیوست ۸-۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش.....	۱۴۱	
جدول پیوست ۹-۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش.....	۱۴۲	
جدول پیوست ۱۰-۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش.....	۱۴۲	
جدول پیوست ۱۱-۴- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا.....	۱۴۳	
جدول پیوست ۱۲-۴- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا.....	۱۴۴	
جدول پیوست ۱۳-۴- ضرایب مدل لجستیک، a و c ضرایب ثابت مدل، b زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (روز)		
میباشد و LAI_{max} (حداکثر شاخص سطح برگ) با حل عددی بهدست آمده است. R^2 نیز ضریب تبیین را نشان میدهد.	۱۴۵	
جدول پیوست ۱۴-۴- ضرایب مدل لجستیک، a و c ضرایب ثابت مدل، b زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (روز)		
میباشد و LAI_{max} (حداکثر شاخص سطح برگ) با حل عددی بهدست آمده است. R^2 نیز ضریب تبیین را نشان میدهد.	۱۴۵	

جدول پیوست ۴-۱۵- ضرایب مدل نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) برای اثر متقابل علف هرز و کود بیولوژیک. W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک در واحد سطح (گرم در متر مربع)، cm حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در فاز خطی رشد، rm حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) در فاز نمایی رشد، t_0 زمان تا شروع فاز خطی رشد و R^2 ضریب تبیین را نشان می‌دهد. ۱۴۶.....

جدول پیوست ۴-۱۶- ضرایب مدل نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک تجمعی در سطوح مختلف کود شیمیایی. W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک گرم در متر مربع، cm حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در فاز خطی رشد، rm حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) در فاز نمایی رشد، t_0 زمان تا شروع فاز خطی رشد و R^2 ضریب تبیین را نشان می‌دهد. ۱۴۶.....

جدول پیوست ۴-۱۷- فهرست نام علف های هرز موجود در کرت‌های آزمایشی در دو سال آزمایش. ۱۴۷.....

جدول پیوست ۴-۱۸- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه علف های هرز در سال اول آزمایش. ۱۴۷.....

جدول پیوست ۴-۱۹- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده علف های هرز در سال اول آزمایش. ۱۴۸.....

جدول پیوست ۴-۲۰- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه علف های هرز در سال دوم آزمایش. ۱۴۸.....

جدول پیوست ۴-۲۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده علف های هرز در سال دوم آزمایش. ۱۴۹.....

جدول پیوست ۴-۲۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا. ۱۴۹.....

جدول پیوست ۴-۲۳- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا. ۱۵۰.....

جدول پیوست ۴-۲۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش. ۱۵۰.....

جدول پیوست ۴-۲۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش. ۱۵۰.....

جدول پیوست ۴-۲۶- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش. ۱۵۱.....

جدول پیوست ۴-۲۷- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش. ۱۵۲.....

جدول پیوست ۴-۲۸- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا. ۱۵۲.....

جدول پیوست ۴-۲۹- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا. ۱۵۳.....

جدول پیوست ۴-۳۰- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش. ۱۵۴.....

جدول پیوست ۴-۳۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش. ۱۵۴.....

جدول پیوست ۴-۳۲- مقایسه میانگین اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر صفات مورد مطالعه. ۱۵۵.....

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه

در نیمه دوم قرن بیستم، جمعیت جهان بطور چشمگیری از ۲/۶ به ۶/۱ میلیارد نفر افزایش یافت (مرکز آمار ایالات متحده آمریکا، ۲۰۱۵) و پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ به مرز ۱۰/۵ میلیارد نفر نیز برسد. به دنبال این اتفاق روز به روز نیاز غذایی نیز افزایش پیدا می‌کند. تامین غذای مورد نیاز این جمعیت رو به افزایش مستلزم تولید بیشتر محصولات کشاورزی است. اما در این میان عوامل متعددی دست به دست هم می‌دهند تا رسیدن به این هدف به آسانی مقدور نباشد. یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو، فقدان داشتن مدیریت مناسب در زمینه تولید محصولات کشاورزی می‌باشد که پیامد آن کاهش مواد آلی و حاصلخیزی خاک‌ها می‌باشد. به علاوه عدم دسترسی مناسب گیاهان به عناصر غذایی و قلیایی بودن بسیاری از خاک‌ها (قیامتی و همکاران، ۲۰۰۹) سبب کاهش عملکرد گیاهان زراعی شده است. در این بین کشاورزان برای جبران کمبود مواد غذایی در خاک از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند. یکی از رایج‌ترین کودهای مورد استفاده در زراعت، کودهای نیتروژن می‌باشند که در افزایش عملکرد گیاهان زراعی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (رنز و همکاران، ۲۰۱۸).

نیتروژن، کربن و اکسیژن جز مهم‌ترین و پیچیده‌ترین عناصر ضروری برای زندگی هستند. زمان زیادی است که افزودن نیتروژن به فرم معدنی و آلی، به عنوان کلید بهبود محصول گیاهان زراعی شناخته شده است. کودهای نیتروژنه طی ۵۰ سال گذشته، در سطح جهانی، بطور وسیعی برای تولید محصولات کشاورزی مصرف می‌شوند که سبب افزایش سرانه تولید غذا به میزان ۴۰ درصد شده اند (موزیر، ۲۰۰۱). کودهای شیمیایی قیمت مناسبی داشته، کاربرد آسانی دارند و به علاوه میزان نیتروژن آن‌ها مشخص بوده و به شکلی هستند که می‌توان آن‌ها را به صورت کاملاً دقیق مصرف نمود. آزیبورن و رایدل (۲۰۰۶) گزارش کردند که استفاده از کودهای نیتروژنه رشد اولیه سویا را افزایش داده و سبب بهبود کمیت و کیفیت محصول می‌شود. اما متأسفانه اغلب کشاورزان برای

اطمینان از رسیدن به حد مطلوبی از عملکرد بیش از مقدار مورد نیاز و توصیه شده، از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند. از آنجایی که نیتروژن قابلیت آبشویی بالایی دارد، افزایش زیاد در میزان فرم های پر تحرک آن همانند نیترات، تاثیرات اکولوژیکی معنی داری بر جای خواهد گذاشت. بعضی از محققین عنوان کرده‌اند که در مناطقی با کشاورزی فشرده ممکن است حتی تا ۵۰ درصد کودهای نیتروژنه مصرفی از دست برود (جو و همکاران، ۲۰۰۹). می توان نتیجه این دست فعالیت ها را طی چند دهه گذشته در بحران آلودگی محیط زیست مشاهده کرد که زنجیره وار به منابع غذایی انسان ها راه یافته و سلامت جوامع بشری را مورد تهدید قرار داده است. در نتیجه این دست فعالیت ها توجه بخش کشاورزی بیش از پیش به استفاده از کودهای بیولوژیک که گفته می شود آلودگی زیست محیطی ایجاد نمی کنند، جلب شده است.

استفاده از کودهای زیستی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را تضمین می کند. از جمله مهم ترین کودهای بیولوژیکی که در کشاورزی امروزه مورد استفاده قرار می گیرند می توان به کودهای حاوی باکتری های رایزوبیوم و قارچ های میکوریزا که بطور کاملاً ارگانیک سبب افزایش تولید محصولات زراعی می شوند اشاره نمود. باکتری های رایزوبیوم توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفری را دارند. افزایش تثبیت بیولوژیکی نیتروژن علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات ناشی از استفاده آن ها، عملکرد گیاهان زراعی را افزایش داده و به علاوه قدمی موثر در کشاورزی پایدار به حساب می آید. همچنین باکتری های رایزوبیوم می توانند هورمون های محرک رشد همانند اکسین و ترکیبات مشابه آن ها را تولید کنند (کالدرون و همکاران، ۲۰۰۴) که بر روی رشد و نمو گیاهانی همانند سویا موثر هستند.

قارچ های میکوریزا یکی از انواع کودهای بیولوژیک و جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم نظام های کشاورزی می باشند (پانوار و طرفدار، ۲۰۰۶) که رابطه همزیستی با بیشتر نهان دانگان دارند (الکراکی و همکاران، ۲۰۰۴). میکوریزا نقش مهمی را در جذب مواد غذایی بیش از ۶۰ درصد

گیاهان ایفا می‌کند که شامل بسیاری از محصولات زراعی کلیدی همچون گندم، ذرت و سویا می‌باشد (ونگ و کیو، ۲۰۰۶). قارچ‌های مایکوریزا پس از ایجاد رابطه همزیستی با گیاه میزبان، بر جنبه های مختلف فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن تاثیر گذاشته و سبب بهبود رشد و نمو آن می‌شوند.

برخی از محققین معتقدند که استفاده همزمان از کودهای بیولوژیک مختلف با یکدیگر می‌تواند نیازهای گیاه را به مقدار زیادی برطرف نماید، تا آنجا که حتی نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی نیز نباشد. بیشتر لگوم‌ها می‌توانند رابطه همزیستی همزمان با مایکوریزا و رایزوبیوم را برقرار کنند، که در نتیجه این همزیستی سه جانبه نیتروژن و فسفر گیاه تامین می‌شود (سیلوپرا و کاردوسو، ۲۰۰۴). نتایج تحقیقات محققین مختلف نشان می‌دهد که رشد رویشی و عملکرد نهایی لگوم‌ها تحت تاثیر اثر متقابل بین رایزوبیوم و مایکوریزا قرار می‌گیرد (ژاویر و جرمیدا، ۲۰۰۲؛ پراساد و همکاران، ۲۰۰۵) بعضی از محققین، این افزایش رشد و عملکرد در گیاه سویا را به افزایش جذب فسفر و نیتروژن نسبت داده‌اند (رویز لوزانو و ازکون، ۱۹۹۳). نتایج پژوهش‌های زارعی و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که تلقیح دوگانه رایزوبیوم و مایکوریزا سبب افزایش وزن خشک، محتوای فسفر و نیتروژن بخش هوایی گیاه، افزایش گره‌زایی باکتری و کلونیزاسیون مایکوریزا در ریشه و در نهایت سبب افزایش ارتفاع و قطر گیاه می‌شود.

یکی دیگر از مهم‌ترین چالش‌های تولید محصولات زراعی، گیاهانی هستند که در زمان و مکان نامناسبی می‌رویند که از آن‌ها به عنوان علف‌های هرز یاد می‌شود (فریرا و همکاران، ۲۰۱۷). علف‌های هرز به عنوان یکی از اجزای مکمل بوم نظام های کشاورزی و جزئی جدایی ناپذیر در سیستم های کشاورزی محسوب می‌شوند. به دلیل آثار مخرب ناشی از رقابت آن‌ها بر عملکرد گیاهان زراعی، علف‌های هرز از دیرباز به عنوان جزئی نامطلوب از بوم نظام‌های کشاورزی شناخته شده و یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده میزان محصول به شمار می‌روند (دیلیپ کومار و همکاران، ۲۰۱۷).

رقابت زمانی ایجاد می‌شود که دو ارگانیزم نیاز به یک فاکتور مشترک دارند و زمانی که عرضه این فاکتور مشترک با محدودیت مواجه می‌شود رقابت برای کسب آن آغاز می‌شود. نیتروژن، فسفر و پتاسیم عناصر اولیه و ضروری برای گیاهان هستند. موفقیت در جذب مواد غذایی، رشد بهتر و افزایش قدرت رقابت برای جذب نور و آب را در پی خواهد داشت. در واقع کودهای شیمیایی برای بهبود رشد گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما ممکن است که مشکل علف‌های هرز را دو چندان کنند. معمولاً علف‌های هرز به اندازه و در اکثر اوقات به مقدار بیشتر از گیاهان زراعی مواد غذایی را جذب می‌کنند. البته این مهم نیست که علف‌های هرز به اندازه گیاهان زراعی مواد غذایی را جذب می‌کنند، نکته اینجاست که علف‌های هرز در یک زمان با گیاهان زراعی به این مواد نیاز دارند و بدلیل اینکه در بیشتر مواقع زودتر سبز می‌شوند در این امر موفق‌تر هستند. نیتروژن، اولین عنصری است که رقابت برای آن ایجاد می‌شود. ماندگاری نیترات در خاک زیاد نبوده و به سرعت از دسترس گیاه خارج می‌شود. منطقه تخلیه نیتروژن در خاک همانند منطقه تخلیه آب بزرگ است. عامل تعیین کننده در رقابت برای جذب نیتروژن در بین گیاهان، عمق ریشه و محیط در دسترس ریشه در خاک می باشد. گزارش ها حاکی از آن است که علف‌های هرز می‌توانند بین ۶۰ تا ۸۰ درصد عملکرد سویا را کاهش دهند (فاندورا و همکاران، ۱۹۹۱). علف‌های هرز با سویا بر سر عوامل کلیدی همانند نور، آب، مواد غذایی و فضا رقابت می‌کنند، در عملیات زراعی مشکل ایجاد نموده، پناهگاهی برای آفات هستند و همچنین باعث آلودگی و افت کیفیت بذرهاى برداشت شده می‌شوند. ایجاد مقاومت نسبت به علف‌کش‌ها در علف‌های هرز، کشاورزان را مجبور به استفاده بیشتر و متنوع تر انواع سموم شیمیایی می‌کند که این کار به نوبه خود سبب بروز مشکلات متعدد زیست محیطی و ایجاد نگرانی های جدی در جوامع بشری شده است. در این بین توسعه راهکارهای اکولوژیکی و زراعی می‌تواند روشی مناسب، ایمن و کم هزینه برای مدیریت علف‌های هرز باشد (دونان و همکاران، ۱۹۹۵).

با توجه به مقدمه و اهمیت موضوع اهداف زیر در تحقیق حاضر مورد مطالعه قرار می گیرد:

۱. تعیین عملکرد و اجزای عملکرد سویا متاثر از کاربرد جداگانه و توام کودهای بیولوژیکی و شیمیایی در شرایط کنترل علف هرز .
۲. تعیین عملکرد و اجزای عملکرد سویا متاثر از کاربرد جداگانه و توام کودهای بیولوژیکی و شیمیایی در شرایط عدم کنترل علف هرز.
۳. تاثیر پذیری رشد علف‌های هرز در شرایط کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی (کنترل علف هرز).
۴. تاثیر پذیری رشد علف‌های هرز در شرایط کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی (عدم کنترل علف هرز).
۵. مطالعه اثر متقابل کود بیولوژیک، کود شیمیایی و علف‌های هرز بر خصوصیات کمی و کیفی سویا.

فصل دوم

پیشینه تحقیق

۲-۱- سویا

۲-۱-۱- تاریخچه و اهمیت سویا

گیاهان دانه روغنی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی و پروتئین در جهان شناخته شده‌اند. این گیاهان علاوه بر اینکه در تامین غذای مورد نیاز جوامع بشری دخیل هستند، در اقتصاد بسیاری از کشورها نیز نقش اساسی ایفا کرده و جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین دانه‌های روغنی ذخایر غنی از اسیدهای چرب و پروتئین‌ها هستند. سویا مهم‌ترین گیاه دانه روغنی است که به منظور تولید غذای مورد نیاز انسان‌ها و حیوانات کشت می‌شود (سیلوا و همکاران، ۲۰۱۱) و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان اهلی شده است که در حدود ۵۰۰۰ سال پیش در چین شناخته شد. سویا به همراه گندم، جو، ارزن و برنج جزء پنج دانه مقدس به شمار می‌رفتند. توسعه قابل توجه سطح کشت آن، تنها از حدود ۲۰۰ سال قبل اتفاق افتاد. در واقع سویا بومی جنوب شرقی آسیا به ویژه منطقه منچوری چین و ژاپن می‌باشد.

بر طبق آمارهای منتشر شده در سال ۲۰۱۶، بیش از ۳۴۰ میلیون تن سویا در سرتاسر جهان تولید شده است (سوی استتز، ۲۰۱۷). در کشور ما ایران در سال ۱۳۴۰ برای اولین بار توسط گروه صنعتی بهشهر در شمال کشور کشت سویا انجام شد، اما به دلایل مختلف به نتیجه نرسید. مجدداً در سال ۱۳۴۶ شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی، کشت سویا را در کشور رواج داد (احمدی و دانشیان، ۱۳۷۷). کشت سویا در بازه‌های زمانی متفاوت و در نقاط مختلف دنیا به دلایل مختلفی مانند تولید روغن، پروتئین و علوفه انجام می‌گیرد. برای قرن‌ها در چین، سویا جایگاه ویژه‌ای در غذای مردم این کشور داشته و چینی‌ها به همراه برنج از آن استفاده می‌کنند. سویا مقام سوم از می‌رسد ارزش غذایی بعد از شیر و گوشت در جیره غذایی انسان‌ها را دارد (آلیاری، ۱۳۷۹). دانه‌های سویا حاوی مواد زیر است (جدول پیوست ۲-۱):

در اوایل قرن بیستم با توجه به افزایش تقاضای روغن، به ویژه در دو جنگ جهانی، وضعیت گیاه سویا به طور قابل توجهی تغییر یافت. همزمان با معرفی سویا به عنوان یک منبع روغن گیاهی، موفقیت سویا در ایالات متحده طی این دوره سبب توسعه آن در آمریکای جنوبی به ویژه آرژانتین و برزیل شد و این فرآیند کمک نمود تا کشت سویا به طور قابل توجهی افزایش یابد. در حال حاضر سویا عمدتاً برای تولید روغن و کنجاله غنی از پروتئین آن کشت می‌شود که یک فرآیند دارای ارزش اقتصادی و تجاری بالا است. محصولات متعددی از سویا همانند کنسانتره، آرد سویا، کنجاله سویا، پروتئین سویا در بازار و با نام‌های تجاری مختلف عرضه می‌شود.

علاوه بر اهمیت سویا به عنوان یک گیاه دانه روغنی، این گیاه دارای فواید زیاد دیگری نیز می‌باشد. برای مثال پروتئین‌های سویا کامل بوده و دارای همه ۸ اسید آمینه ضروری مورد نیاز انسان می‌باشد. این گیاه خصوصیات منحصر به فردی دارد که با کشت آن سبب بهبود سلامت خاک می‌شود (کلودیپاگانو و میرانصاری، ۲۰۱۶). برای مثال ریزش برگ‌های سویا بطور کامل در زمان برداشت مقدار زیادی مواد غذایی به خاک می‌افزاید. ریشه‌های سویا به صورت راست و عمیق رشد نموده و به خوبی در خاک نفوذ می‌کنند و با داشتن باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن تاثیر بسزایی بر ساختمان و باروری خاک دارند. همچنین کانوپی سویا بسیار متراکم بوده و به طور مناسبی نور خورشید را جذب می‌کند و مانع از تبخیر آب موجود در خاک می‌شود. سویا یکی از مهم‌ترین گیاهان رشد یافته تحت شرایط دیم (با بارندگی نسبتاً مناسب) است که می‌تواند از مقادیر محدود آب قابل دسترس خاک در این شرایط استفاده کند. تحمل به تنش خشکی، نقش آن در بهبود حاصلخیزی خاک، احتمال کمتر خسارات آفات و بیماری‌ها و ماهیت لگوم بودن آن سبب شده است تا گیاه سویا برای قرار گرفتن در بسیاری از سیستم‌های زراعی و تناوبی مناسب باشد (فرجی و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۱-۲- سطح زیر کشت سویا

سویا با داشتن حدود ۱۱۷/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت در سال ۲۰۱۴ بیشترین سطح زیر کشت دانه‌های روغنی در جهان را به خود اختصاص داد (فاو استیت، ۲۰۱۴). ایالات متحده آمریکا بزرگترین اصلاح‌گر و تولیدکننده سویا در جهان به شمار می‌رود. اطلاعات بدست آمده از سایت فائو (جدول پیوست ۲-۲) نشان می‌دهد که در سال ۹۳-۹۴ آمریکا با ۳۴/۸ درصد تولید جهانی (حدود ۱۰۶ میلیون تن سویا از سطح زیر کشت ۳۳/۴ میلیون هکتار) و پس از آن کشورهای برزیل (۲۸/۳ درصد)، آرژانتین (۱۷/۴ درصد) و چین (۳/۹ درصد) در رده مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده سویا قرار دارند (فاو استیت، ۲۰۱۴).

۲-۱-۳- سطح کشت و میزان تولید سویا در ایران (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۵)

در سال زراعی ۹۳-۹۴ سطح زیر کشت سویا در کشور حدود ۶۱/۵۳ هزار هکتار برآورد شد که معادل ۰/۵۴ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی و ۱۴/۲۴ درصد از کل سطح برداشت محصولات صنعتی بود و فقط در پنج استان کشت گردید. از این مقدار ۹۱/۵۴ درصد مربوط به اراضی با کشت آبی و ۸/۴۶ درصد اراضی با کشت دیم بوده است (جدول پیوست ۲-۳). در بین استان‌های مختلف، استان گلستان با ۶۷/۸۱ درصد بیشترین سطح کشت سویا و پس از آن اردبیل با ۲۱/۴۱ درصد و مازندران با ۱۰/۴۴ درصد به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند، که در مجموع این سه استان ۹۹/۶۶ درصد سطح کشت سویا کشور را تحت پوشش قرار دادند. کمترین سطح کشت سویا کشور هم با ۴۰ هکتار متعلق به استان گیلان بود (جدول پیوست ۲-۴).

میزان تولید

در این سال میزان تولید سویا در کشور حدود ۱۳۹/۹۷ هزار تن برآورد شد که معادل ۰/۱۸ درصد از میزان تولید محصولات زراعی و ۱/۰۴ درصد از کل میزان تولید محصولات صنعتی بوده که از این مقدار ۹۳/۲۵ درصد آن مربوط به کشت آبی و ۶/۷۵ درصد مربوط به کشت دیم می باشد.

در این میان باز هم استان گلستان با تولید ۶۹/۲۴ درصد از تولید سویای کشور در جایگاه نخست و استان‌های اردبیل و مازندران به ترتیب با ۲۰/۷۲ درصد و ۹/۶۹ درصد در مقام‌های دوم و سوم قرار گرفتند. این سه استان جمعاً ۹۹/۶۵ درصد از سویای کشور را تولید نموده و همچنین استان گیلان با دارا بودن تنها ۴۱ تن از میزان تولید سویا کشور کمترین میزان تولید را در بین استان‌های مختلف داشت (جدول پیوست ۲-۴).

۲-۲- اهمیت نیتروژن

بیش از یک قرن است که از نیتروژن به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان یاد می‌شود. تحت شرایط بهینه نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی محدودکننده برای تولید ماده خشک در گیاهان می‌باشد (ازم، ۲۰۰۲؛ جیمز، ۲۰۱۷). نیتروژن در بسیاری از مولکول‌های آلی یافت شده و یکی از اجزای اصلی سازنده آنزیم‌ها، اسیدهای نوکلئیک، DNA و RNA می باشد (راسیو و روکا، ۲۰۱۳). وجود نیتروژن برای تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها و رشد گیاه ضروری است. این عنصر نقش زیادی در افزایش عملکرد، کیفیت و تولید گیاهان زراعی دارد. پاسخ گیاهان نسبت به نیتروژن به اشکال زیر می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳):

۱- افزایش رشد سبزینه

۲- رشد و توسعه‌ی متعادل گیاه

۳- افزایش در شدت رنگ سبز برگ‌ها

۴- افزایش میزان پروتئین‌های گیاهی

۵- افزایش تولید میوه و دانه

از علائم کمبود نیتروژن در گیاهان می‌توان به زردی برگ‌ها، تسریع پیری، توقف رشد، کاهش پروتئین و عملکرد نهایی محصول اشاره کرد. به علاوه نیتروژن تاثیر زیادی بر سطح برگ، دوام سطح برگ، رنگیزه‌های فتوسنتزی و در نهایت میزان فتوسنتز دارد.

در بیشتر اکوسیستم‌ها، انتقال نیتروژن از خاک به گیاه و از گیاه (بقایای گیاهی) به خاک به واسطه میکروارگانیسم‌ها صورت می‌گیرد. از این تغییرات که دستخوش تحرکات متعددی می‌شود، تحت عنوان چرخه نیتروژن یاد می‌شود. معمولاً در اکوسیستم‌های طبیعی این چرخه بصورت بسته است و میزان ورودی و خروجی نیتروژن از سیستم در تعادل با یکدیگر هستند، اما در سیستم‌های کشاورزی وضعیت کاملاً متفاوتی حاکم است و با خروج محصول از مزرعه چرخه نیتروژن به هم می‌خورد (کسمن و همکاران، ۲۰۰۲).

بسیاری از مناطق، مشکل کمبود عناصر غذایی دارند و به اصطلاح خاک آن‌ها فقیر است. شواهد نشان می‌دهد که این کمبودها به دلایلی همچون افزایش خاکورزی، سوزاندن بقایای گیاهی، خارج کردن تمام بقایای گیاهی از زمین برای مصرف علوفه حیوانات و غیره بوده که روند رو به افزایشی دارند. به علاوه اکثر سیستم‌های کشاورزی برای تولید گیاهان وابسته به نیتروژن خاک هستند که در دراز مدت نمی‌تواند پاسخگوی نیاز بالای گیاهان به نیتروژن باشد. به همین دلیل در بیشتر مناطق دنیا در سیستم‌های کشاورزی از کودهای مکمل شیمیایی برای جبران کسری نیتروژن موجود استفاده می‌کنند. نیتروژن به مقادیر زیادی برای تولید گیاهان زراعی یک‌ساله استفاده می‌شود (هوبر و تامپسون، ۲۰۰۷). البته این گیاهان شامل لگوم‌ها نمی‌شوند چرا که آن‌ها می‌توانند بخشی از نیتروژن

مورد نیاز خود را از طریق فرآیند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن فراهم کنند و شرایط تامین نیتروژن مورد نیاز آن‌ها با دیگر گیاهان اندکی متفاوت می باشد.

مطالعه ۴۰ ساله فائو (FAO) نشان می‌دهد که در حدود ۳۳ تا ۶۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای مختلف مرهون مصرف کودها بوده و این سازمان از کود به عنوان کلید امنیت غذایی یاد کرده است (جودیت و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش عملکرد گیاهان زراعی به دلیل کاربرد نیتروژن ممکن است با افزایش خوشه یا سنبله در غلات و تعداد غلاف در بقولات مرتبط باشد. نیتروژن سبب افزایش وزن دانه‌ها و کاهش عقیم شدن آن‌ها می‌گردد. فرم و میزان کود مصرفی را بایستی به نحوی انتخاب و یا خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک را به طریقی تغییر داد که عنصر غذایی برای مدتی طولانی و به نسبتی کافی در دسترس گیاه باقی بماند (خواجه پور، ۱۳۸۳). مدیریت کارآمد و بهینه نیتروژن در اکوسیستم‌های کشاورزی یکی از مباحث روز محققین بخش کشاورزی می‌باشد و برای داشتن درک بهتر از منابع ورودی و خروجی نیتروژن، داشتن اطلاعات کافی در مورد چرخه نیتروژن امری ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۱-۲- تاثیر نیتروژن بر گیاهان

از دیرباز تاکنون افزایش تولید سویا یکی از اهداف اصلی محققین کشاورزی و زارعین بوده است. مقدار محصول سویا تابع فاکتورهای زیادی است و در این بین یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیر گذار نیتروژن می‌باشد (کافارو لا منزا و همکاران، ۲۰۱۷). تولید گیاهان زراعی در بسیاری از مناطق مختلف دنیا وابسته به ترکیبات نیتروژنی است، زیرا: (۱) استفاده از کودهای حیوانی با محدودیت‌هایی مواجه است (فوجی ساکا، ۱۹۹۴؛ اسکندری تربقان، ۱۳۸۹) و (۲) به علت افزایش خاکورزی، سوزاندن بقایای گیاهی و خارج کردن تمام بقایای گیاهی از زمین برای مصرف علوفه مورد نیاز حیوانات و اینکه بسیاری از مناطق از می‌رسد عناصر غذایی خاک به خودی خود فقیر هستند و شواهد موجود هم نشان می‌دهد که این کمبودها رو به افزایش است (میزنر و همکاران، ۱۹۹۲).

پاسخ گیاهان به استفاده از نیتروژن متفاوت است، برای مثال افزایش رشد رویشی، رشد متعادل گیاه، افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و رنگ سبز گیاه، افزایش محتوای پروتئین‌های گیاهی، افزایش تولید میوه و دانه، همگی به نوعی پاسخ‌هایی هستند که گیاهان به نیتروژن مصرفی می‌دهند. نیتروژن عنصری با تحرک بالا و دارای یک حرکت مداوم در درون گیاه از ریشه به ساقه‌ها و بالعکس می‌باشد (کنت، ۲۰۱۷). وقتی دسترسی گیاه به نیتروژن کاهش می‌یابد، گیاه سعی بر جبران این کمبود نموده و نیتروژن ذخیره شده در بافت‌های قدیمی (برگ‌های پیر) را راهی قسمت‌های جوان‌تر می‌کند. برای مثال پس از گلدهی جریان نیتروژن به طور عمده به سمت تجمع در دانه‌های در حال نمو هدایت می‌شود. این فرآیند تا حد زیادی توسط انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی تقویت می‌شود، زیرا در این مرحله جذب نیتروژن از خاک بسیار محدود می‌شود (بلوم، ۱۹۸۸؛ کنت، ۲۰۱۷). در این میان ممکن است که بسیاری از فرآیندهای حیاطی گیاه نظیر فتوسنتز نیز تحت تاثیر قرار گیرد.

فتوسنتز و سوخت و ساز نیتروژن ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارند. از یک سو، فعالیت یک دستگاه فتوسنتزی تا حد زیادی بستگی به دسترسی نیتروژن در گیاه دارد، زیرا نیتروژن در شکل-گیری پروتئین‌های ساختمانی و کارکردی کلروپلاست مشارکت دارد و از سوی دیگر، تبدیل نیتروژن به مواد آلی یک فرآیند انرژی‌خواه است که نیازمند یک دستگاه فتوسنتزی کارآمد می‌باشد. هلوب و همکاران (۲۰۱۲) در این مورد بیان داشتند که کمبود نیتروژن تأثیر منفی در نمو یک دستگاه فتوسنتزی کارآمد دارد و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. در عمل، اولین تأثیر را می‌توان در میزان کلروفیل‌ها و یا به طور ساده‌تر از نظر تغییر در شدت رنگ سبز برگ‌ها که خود به مثابه شاخصی از وضعیت تغذیه‌ای نیتروژن گیاه عمل می‌کند، مشاهده کرد. نیتروژن به طور غیرمستقیم از طریق محدود کردن اندازه برگ و در نتیجه کاهش نور دریافتی کانوپی و به طور مستقیم از طریق کاهش میزان فتوسنتز در واحد سطح سبب کاهش تولید می‌شود. هی و والکر (۱۹۸۹) عنوان کردند که افزایش قابل ملاحظه سطح برگ در چهل سال گذشته به دلیل افزایش مصرف کودهای نیتروژنه

است که از طریق تاثیر بر اندازه و طول عمر برگ‌ها و ازدیاد شاخه‌دهی گیاه موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود.

همان‌طور که اشاره شد، متأسفانه اکثر خاک‌های کشاورزی با کمبود این عنصر مواجه هستند، بدلیل اینکه نیتروژن موجود به طرق مختلف و به سرعت از دسترس گیاه خارج شده و گیاه دچار کمبود آن می‌گردد که برای رفع این مشکل از کودهای معدنی استفاده می‌شود. مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه با توجه به شرایط اقلیمی، نوع محصول و سن گیاه تعیین می‌شود، به همین دلیل برای گیاهان مختلف و در شرایط متفاوت ترکیبات و مقادیر مختلفی از کودهای نیتروژنه توصیه می‌شود. تایلور و همکاران (۲۰۰۵) عنوان کردند که کاربرد دیر هنگام نیتروژن در سویا سبب بهبود عملکرد دانه می‌شود. مصرف مقدار زیاد نیتروژن سبب می‌شود که گیاه نسبت به ورس، خوابیدگی و بیماری‌ها حساس شود و دوره رسیدن محصول به تاخیر می‌افتد. با در نظر گرفتن این موضوع، توصیه‌های کودی بر اساس مقدار مواد غذایی موجود در سیستم خاک-گیاه و تغییر و تحول این عناصر در طول دوره رشد گیاه و میزان برداشت مواد غذایی به وسیله محصول امکان پذیر می‌باشد، لکن در عمل از طریق انجام بررسی‌های کودی در مزرعه قابل دسترس خواهد بود (ملکوتی، ۱۳۷۵).

۲-۳- کودهای بیولوژیک

کودهای بیولوژیک، شامل مواد نگهدارنده با تراکم زیاد از یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیت این موجودات می‌باشند، که در ناحیه اطراف ریشه و یا بخش‌های داخلی گیاه تشکیل کلونی داده و رشد گیاه میزبان را با روش‌های مختلف تحریک می‌کنند (سینگ و کاپور، ۱۹۹۸). از خصوصیات این نوع کودها می‌توان به سازگار بودن با محیط زیست، تجدیدپذیری و هزینه کمتر آن‌ها نسبت به کودهای شیمیایی اشاره کرد. این کودها شامل میلیون‌ها میکروارگانیسم میکروسکوپی هستند که در نزدیکی گیاهان بوده و نه تنها مواد غذایی را برای گیاهان

مهیای می‌کنند، بلکه به حفظ آب و نگهداری مواد غذایی در خاک کمک کرده و دسترسی گیاهان به آن‌ها را آسان‌تر می‌سازند.

۲-۳-۱- دلایل استقبال از کودهای بیولوژیک

ظرف چند دهه‌ای اخیر تلاش برای افزایش تولید در واحد سطح و مصرف زیاد و نامتعادل کودهای شیمیایی، پیامدهای منفی زیست محیطی و افزایش هزینه تولید را به همراه داشته است و این امر ضرورت تجدید نظر در شیوه‌های جدید افزایش تولید محصول را گوشزد می‌کند (خسروی، ۱۳۸۰). در این مورد تلاش‌های هدفمندی برای رسیدن به راهکارهای مناسب جهت بهبود خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها انجام شده است. کاهش این مخاطرات زیست محیطی همگام با افزایش عملکرد گیاهان زراعی نیازمند بکارگیری تکنیک‌های نوین زراعی می‌باشد. از جمله این تکنیک‌ها می‌توان به بررسی و ارزیابی جوامع میکروبی فعال موجود در خاک، به منظور شناسایی ریزموجودات خاکزی سودمند و استفاده از آن‌ها به عنوان کودهای بیولوژیک اشاره نمود. حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌تواند به نوعی سبب کاهش این گونه مشکلات شود. در این نوع کشاورزی به جای استفاده از نهاده‌های مصنوعی و شیمیایی از تناوب، بقایای گیاهی و کودهای زیستی استفاده می‌شوند، تا هم آفات و علف‌های هرز با کمترین خسارت به محیط زیست کنترل شوند و هم اینکه تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد. کاربرد کودهای بیولوژیک از جمله راهکارهای پیشرفت به سمت کشاورزی بوم-شناختی است. در میان میکروارگانیسم‌های خاکزی که توانایی تبدیل شدن به کودهای زیستی را دارند، می‌توان به باکتری‌های ریزوسفری اشاره نمود. به دلیل وجود ترشحات ریشه‌ای و مواد غذایی فراوان، فعالیت جامعه زنده میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر بسیار بیشتر از خاک‌های اطراف می‌باشد (هان و لی، ۲۰۰۶).

۲-۳-۲- مزایای استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به کودهای شیمیایی

از مزایای کودهای بیولوژیک نسبت به کودهای شیمیایی می توان به تکثیر خود به خودی آنها، اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی اشاره کرد (ژائو و همکاران، ۲۰۰۵)، به علاوه کودهای شیمیایی بیشتر تک منظوره بوده و تنها می توانند تعداد محدودی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم کنند، اما کودهای بیولوژیک علاوه بر جذب عنصری خاص همانند نیتروژن، باعث جذب عناصر دیگری همانند آهن، روی و غیره به روش کاملاً طبیعی و بی خطر شده، به علاوه اینکه سبب ترشح محرک های رشد گیاه نظیر هورمون ها، ویتامین ها، اسیدآمین ها و غیره نیز می شوند. برای کاهش خطرات آبخویی و آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی معمولاً از کودهایی نظیر اوره در چند مرحله استفاده می شود، در صورتی که با یکبار استفاده از کودهای بیولوژیک، نیتروژن مورد نیاز گیاه به تدریج و در طی دوره ی رشد گیاه زراعی تامین می شود. مصرف کودهای شیمیایی در دراز مدت سبب تخریب خاک می شوند، در حالی که کودهای زیستی سبب بهبود ساختمان خاک می شوند. استفاده طولانی مدت از کودهای شیمیایی سبب تجمع مواد سمی در خاک می شوند اما کودهای زیستی هیچگونه آلودگی ایجاد نمی کنند (ساین و پورهیت، ۲۰۰۸).

۲-۳-۳- انواع کودهای بیولوژیک

رایج ترین این کودها، با استفاده از ارگانیسم های مربوط به گروه های زیر تهیه می شوند:

۱- باکتری های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی.

۲- قارچ های میکوریزا

۳- ریزموجودات حل کننده فسفات های نامحلول

۴- باکتری های ریزسفری محرک رشد گیاه

۵- ریزموجودات تبدیل کننده مواد آلی زائد به کمپوست

۶- کرم‌های خاکی تولید کننده ورمی کمپوست

۲-۳-۴- عوامل موثر بر میکروارگانیسم‌های موجود در خاک

معمولاً از میکروارگانیسم‌های موجود در خاک برای تولید کودهای بیولوژیک استفاده می‌شود. اما در اکثر اوقات کمیت و کیفیت با آن، فراهم کند. در صورتی که در حالت عادی نمی‌توان شاهد چنین اتفاقی در ریزوسفر بود. عوامل متعددی بر جمعیت میکروارگانیسم‌های موجود در خاک تاثیر می‌گذارند برای مثال:

۱. در مورد انواع همزیست با گیاهان، عدم حضور گیاه میزبان مناسب به مدت طولانی و یا وارد کردن گونه یا واریته خاصی از یک گیاه غیر بومی.

۲. تنش‌های محیطی طولانی مدت مانند خشکی، غرقاب، حرارت زیاد و یخبندان.

۳. استفاده بی رویه و طولانی مدت از سموم شیمیایی برای کنترل آفات و بیماری‌ها (صالح راستین، ۱۳۷۷).

۲-۳-۵- کاهش هزینه‌ها با کاربرد کودهای بیولوژیک

بر اساس گزارشات و مشاهدات موجود، کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی و برای یکبار سبب افزایش نیتروژن کل به میزان ۱۷/۷ درصد می‌شود، اما زمانی که کودهای بیولوژیک در کنار کودهای شیمیایی استفاده شوند سبب افزایش نیتروژن کل به میزان ۳۰/۷ درصد می‌گردند (ژو و میلر، ۲۰۰۳). با احتساب ارزان‌ترین قیمت اوره در بازار جهانی و همچنین با فرض حداقل صرفه‌جویی در نیاز به کود شیمیایی، ترکیب نمودن کود بیولوژیک به همراه کود شیمیایی مزایای اقتصادی مناسبی را برای کشاورزان و کشور به همراه دارد. همچنین کاربرد حجم کمتری از کود بیولوژیک به نسبت کودهای شیمیایی، به تنهایی می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش هزینه‌های حمل و نقل، انبارداری و توزیع داشته باشد.

۲-۳-۶- سایر مزایای ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیک

- حفظ و توسعه باروری خاک به موازات افزایش حاصلخیزی خاک.

- جلوگیری از ایجاد آلودگی خاک و منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی ناشی از ترکیبات باقیمانده‌ی کودهای شیمیایی.

- جلوگیری از توسعه بیماری‌های ناشی از مصرف آب و محصولات آغشته به ترکیبات نیتروژنه‌ای که در اثر کاربرد کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنه ایجاد می‌شوند (ژائو و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۳-۷- سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن

توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن منحصر به پروکاریوت‌ها بوده که عمدتاً باکتری‌ها و جلبک‌های سبز-آبی می‌باشند (مجنون حسینی، ۱۳۷۵). چراکه تنها پروکاریوت‌ها دارای کمپلکس آنزیمی دی نیتروژناز بوده و می‌توانند نیتروژن مولکولی را به آمونیاک تبدیل کنند، اما گیاهان یوکاریوت هستند و به دلیل نداشتن ساختارهای بیوشیمیایی لازم توانایی تثبیت نیتروژن مولکولی را ندارند. تثبیت کننده های بیولوژیکی نیتروژن به دو دسته غیر همزیست و همزیست تقسیم می‌شوند.

A- غیر همزیست:

(الف) باکتری‌ها:

۱- هوازی: سه جنس از خانواده Azotobacteraceae به نام‌های Azotobacter و Azospirillum و Beijerinckia دارای اهمیت اساسی هستند.

۲- غیر هوازی: گونه‌هایی که از نظر کشاورزی مهم بوده و گسترش آن‌ها زیاد است. این گونه‌ها شامل *Clostridium pasterianum* و دو جنس دیگر فتوسنتز کننده به نام‌های *Chromatium* و *Rhodospirillum* هستند که غیر هوازی می‌باشند.

(ب) جلبک‌های سبز آبی (سیانو باکتری‌ها): دو جنس *Anabaena* و *Nostoc* متداول‌ترین آن‌ها می‌باشند.

باکتری‌های غیرهمزیست بیشتر در رسوبات دریاها، رودخانه‌ها، خاک و غیره دیده می‌شوند. اگر چه تعداد گونه‌های غیرهمزیست تثبیت‌کننده نیتروژن نسبت به همزیست‌ها بیشتر است اما در کل رشد آهسته‌ای دارند و بجز دسته‌ای که فتوسنتزکننده هستند، مابقی بیشتر در زیستگاه‌هایی غنی از کربن آلی وجود دارند.

B- همزیست:

(الف) غده‌زایی در ریشه:

۱- رایزوبیوم، همزیست با بقولات.

۲- اکتینومایست‌ها: برای مثال (*Frankia*) همزیست با بازدانگان چوبی، از این گروه توسکا از گیاهان میزبانی می‌باشد که شناخته شده است.

۳- جلبک‌های سبز - آبی که با بازدانگان همزیست هستند. گره‌ها در این حالت در روی ریشه‌های سطحی بازدانگان ایجاد می‌شوند.

(ب) غده زایی در محیط برگ: گروهی از باکتری‌ها شامل تعدادی از انواع غیر همزیست موجود در مناطق مرطوب گرمسیری که بر روی گونه‌های چوبی تولید غده می‌کنند.

C- همزیست بودن تشکیل غده:

(الف) جلبک‌های سبز - آبی همزیست با سرخس (*Azolla*) و گل‌سنگ‌ها.

(ب) باکتری‌های (*Azotobacteraceae*) همزیست با علف‌های چمنی C4 که در مراتع مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یافت می‌شوند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۴).

انواع مختلفی از تثبیت همزیستی نیتروژن وجود دارد اما در این میان همزیستی بین انواع باکتری‌ها و خانواده لگوم بیشتر از سایرین شناخته شده است. در این نوع همزیستی گیاه به عنوان همزیست و باکتری به عنوان میکروهمزیست (*Microaerobic*) شناخته می‌شود. در مورد لگوم‌ها، میکروهمزیست باکتری است متعلق به یکی از سه جنس رایزوبیوم، برادی رایزوبیوم و یا آزورایزوبیوم که بطور کلی به این موجودات رایزوبیوم‌ها گفته می‌شود. سیستم‌های همزیستی دارای بیشترین توانایی در تثبیت نیتروژن می‌باشند، زیرا مستقیماً این میکروارگانیسم‌ها کربوهیدرات‌های مورد نیاز خود را از گیاه میزبان دریافت می‌دارند.

۲-۳-۸- اهمیت مایکوریزا

واژه مایکوریزا به معنی قارچ ریشه، به طور کلی به همزیستی بین ریشه گیاهان و میسلیوم‌های قارچی اطلاق می‌شود (عموآقایی و همکاران، ۲۰۰۳). قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم‌نظام‌های طبیعی می‌باشند (پانوار و طرفدار، ۲۰۰۶). وزیکولار آرباسکولار مایکوریزا، قارچی همزیست است که با بیشتر گیاهان رابطه همزیستی برقرار می‌کند، که در این رابطه قارچ، مواد غذایی را از خاک جذب و برای گیاه فراهم می‌کند و در عوض گیاه مقداری کربوهیدرات به قارچ می‌دهد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). قارچ‌های مایکوریزا همزیست اجباری بوده و بدون حضور میزبان زیاد دوام نمی‌آورند (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). همزیستی مایکوریزا با گیاهان یکی از قدیمی‌ترین روابط همزیستی شناخته شده است، که قدمت آن بیش از ۴۰۰ میلیون سال بیان شده است (رمی و

همکاران، ۱۹۹۴). به علاوه قارچ های میکوریزا با بیش از ۸۰ درصد گیاهان در دنیا می توانند رابطه همزیستی برقرار کنند (اسچوبلر و همکاران، ۲۰۰۱). میکوریزا سبب افزایش جذب عناصر غذایی غیر-متحرک، بخصوص فسفر و چندین ریزمغذی دیگر می شود (کاردوسو و کایپر، ۲۰۰۶؛ مارشنر و دل، ۱۹۹۴). علاوه بر این همزیستی با میکوریزا مزایای زیادی دارد، به عنوان مثال می توان به افزایش پایداری خاک دانه ها (بردن و پترسون، ۲۰۰۰؛ میلر و یاسترو، ۲۰۰۰)، ایجاد مقاومت در برابر پاتوژن-های بیماری زا و نماتدها (السن و همکاران، ۲۰۰۱؛ ورسوگلو و رایلینگ، ۲۰۱۲)، ایجاد مقاومت به اسیدیته بالای خاک (چن، ۲۰۰۶) و همچنین کاهش رشد علف های هرز غیرهمزیست اشاره کرد (جوردن و همکاران، ۲۰۰۰).

بعضی از دانشمندان اعتقاد دارند که در نظام های زراعی، تلقیح همزمان باکتری های تثبیت کننده نیتروژن و میکوریزا، می تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی و نظام های پرنهاد باشد (جهان و همکاران، ۲۰۰۷). تحقیقات نشان داده است که افزایش رشد و عملکرد سویا با کاربرد قارچ-های میکوریزا امکان پذیر است. روابط همزیستی میکوریزا نقش اصلی در تجزیه مواد آلی خاک، معدنی شدن عناصر غذایی گیاهان و چرخه عناصر غذایی ایفا می کند (پانوار و طرفدار، ۲۰۰۶).

امروزه کمبود فسفر به عنوان یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد گیاهان مطرح است. یکی از اثرات اصلی قارچ های میکوریزا، تأمین فسفر برای ریشه گیاه است، زیرا فسفر در خاک، عنصری فوق العاده کم تحرک است (تورک و همکاران، ۲۰۰۶). می توان با گزینش صحیح گیاهانی که حداکثر رابطه همزیستی با میکوریزایی را دارند در مناطقی که با کمبود این عنصر مواجه هستند به حد مناسبی از ثبات تولید رسید (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۷). بسیاری از محققین بیان داشتند که همزیستی گیاهان خانواده لگوم با میکوریزا، سبب بهبود جذب فسفر می شود (آتیماناو و آدولیا، ۲۰۰۲). عزیزاده و عزیزاده (۱۳۸۷) بیان داشتند که میکوریزا جذب نیتروژن را همانند فسفر در گیاهان تلقیح شده افزایش می دهد.

گیاهان در معرض تنش‌های مختلف زنده و غیره‌زنده مانند خشکی، شوری، یخ‌زدگی، بیماری-ها و علف‌های هرز که بر روی رشد، توسعه و تولید نهایی آن‌ها تاثیر می‌گذارد، قرار دارند. یکی از مهم‌ترین استرس‌های غیرزنده که بر گیاهان تاثیر می‌گذارد، تنش آبی است (گوتا-داهان و همکاران، ۱۹۹۷). تنش آبی بر روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و شیمیایی مانند فتوسنتز، تنفس، جابجایی مواد غذایی، جذب یون‌ها، کربوهیدرات‌ها، متابولیسم مواد غذایی و هورمون‌های رشد تاثیر گذاشته و سبب کاهش رشد گیاه می‌شود (جلیل و همکاران، ۲۰۰۸). از دیرباز، همزیستی ریشه گیاهان با قارچ‌های میکوریزا، به عنوان راهکاری برای افزایش جذب مواد غذایی و غلبه بر استرس‌های محیطی شناخته شده است (برچمن و پارنيسک، ۲۰۰۶). این نظریه وجود دارد که بین گونه‌های گیاهی و قارچ میکوریزا حالت اختصاصی یا انتخابی وجود دارد که می‌توان این مفهوم را در قالب وابستگی میکوریزایی بیان کرد (فیتز، ۲۰۰۴). تحقیقات نشان داده است که شرایط نامطلوب سبب افزایش وابستگی میکوریزایی می‌شود، به این مفهوم که یک افزایش نسبی در تولید ماده خشک گیاه از طریق همزیستی با قارچ‌های میکوریزا ایجاد می‌شود (اوزکان و همکاران، ۲۰۰۹). درک میزان وابستگی گونه‌های گیاهی به میکوریزا، نکته مهمی در اکولوژی و مدیریت سیستم زراعی است (کاستا و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۳-۹- همزیستی گیاهان با میکوریزا

میکوریزا یک همزیست اجباری بوده و نمی‌تواند برای مدت طولانی بدون داشتن یک همزیست اتوتروف زنده بماند و تلاش‌هایی هم که برای تولید اسپور می‌کند، معمولاً با شکست مواجه می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). در کل گیاهانی که سیستم ریشه‌ای کوچک و فیبر مانند دارند، معمولاً تمایل بیشتری نسبت به میکوریزا نشان می‌دهند، چراکه ریشه آن‌ها دسترسی به فضای زیادی از خاک ندارد (جانسون و همکاران، ۱۹۹۷). همچنین گیاهانی که نسبت بیشتری بخش هوایی به ریشه دارند نیز تمایل بیشتری به همزیستی با میکوریزا دارند به دلیل اینکه آن‌ها ریشه‌های کمتری

برای جذب مواد غذایی دارند (جانسون و همکاران، ۱۹۹۷). رابطه همزیستی با تشخیص میزبان به وسیله مایکوریزا شروع می‌شود و با فرآیند آلودگی، رشد هیف، آرباسکول و تبادل مواد غذایی ادامه می‌یابد.

۲-۳-۱۰- فوآید همزیستی با مایکوریزا

۲-۳-۱۰-۱- بهبود وضعیت گیاهان تحت تنش خشکی

باس و الیس (۱۹۸۵) در بررسی روی گیاه گندم دریافتند که گیاهان تلقیح شده مایکوریزایی در معرض تنش آبی، ریزش برگ کمتری نسبت به گیاهان غیرمایکوریزایی داشتند. دیویس و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی فلفل قرمز نشان دادند که کمترین سطوح پژمردگی مربوط به تیمارهای تلقیح شده با گونه *Glomus* بود. تحت شرایط تنش خشکی تجمع قندهای محلول در گیاهان مایکوریزایی به عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی ایفای نقش نمود که یکی از سازش‌های مهم گیاهان به تنش خشکی است (عبدلی و همکاران، ۲۰۰۱).

به هنگام مواجهه با نیازهای فوری انرژی بعد از بهبودی از خشکی، پلی‌آمین‌ها به عنوان یک مخزن نیتروژن در نظر گرفته می‌شوند تا مورد استفاده قرار گیرند. گیاهان مایکوریزایی نسبت به گیاهان غیر مایکوریزایی در برابر شرایط کمبود آب مقاوم‌تر هستند. الکراکی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی اثرات تلقیح قارچ مایکوریزایی آربوسکولار بر روی رشد و عملکرد دانه و جذب مواد معدنی گندم نشان دادند که تلقیح مایکوریزا از طریق بهبود رشد، عملکرد و جذب ماده غذایی اثرات تنش خشکی بر روی گندم تحت شرایط زراعی را به حداقل می‌رساند. در آزمایشی بر روی اثرات تنش خشکی بر گیاهان مایکوریزایی و غیر مایکوریزایی مشاهده شد که در گیاهان تلقیح شده با *G. mosseae* میزان رشد شاخ و برگ، غلظت فسفر برگ و مقاومت به خشکی بیشتر از گیاهان غیرمایکوریزایی بود (نیکولاو و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۳-۱۰-۲- مایکوریزا و عوامل بیماری زا

دهنی (۱۹۸۲) گزارش نمود که بیماری‌های ایجاد شده توسط قارچ‌های خاک‌زی می‌تواند از طریق تشکیل همزیستی مایکوریزایی در سیستم ریشه‌ای تحت تأثیر قرار گیرد. همچنین میزان نفوذ نماتدهای پارازیت می‌تواند از طریق استقرار مایکوریزا کاهش یابد. در این مورد امکان دارد نمو نماتد ها درون ریشه کاهش یافته یا میزان آسیب ناشی از نماتد تقلیل یابد. افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زا ریشه بطور مستقیم از طریق ایجاد یک مانع فیزیکی بر روی ریشه ایجاد غلاف قارچی در مورد اکتومایکوریزا و با تولید مواد ضد رشد پاتوژن‌ها مانند بعضی از آنتی بیوتیک‌ها و بطور غیرمستقیم با بهبود بخشیدن تغذیه گیاه و کمک به تسریع رشد آن در این نوع همزیستی دیده شده است (صالح راستین، ۱۳۷۷).

۲-۳-۱۰-۳- ایجاد پایداری در خاکدانه‌های خاک

اوادس و همکاران (۱۹۹۱) اظهار داشتند که هیف‌های قارچی (با طول بیش از ۲۰ متر در گرم خاک) در درون فضاهای ریز قرار می‌گیرند و باعث پایداری خاکدانه می‌شوند. در خاک‌هایی که دارای ترکیبات آلی هستند، میزان پایداری بستگی دارد به مواد آلی و هیدرات‌های کربنی که به خاک و بیوماس میکروبی اضافه می‌شود. این هیف‌ها توانایی پلی ساکاریدهای خارج سلولی را دارند که سبب اتصال و چسبندگی ذرات ریز به ذرات درشت می‌شود (میلر، ۱۹۹۴). حفاظت خاک به عنوان محور اصلی در کشاورزی پایدار مطرح است. موفقیت در عملیات حفاظت خاک عموماً از طریق حفظ خاکدانه‌های با ثبات امکان‌پذیر است، زیرا قرار گرفتن ذرات خاکدانه‌های بهم پیوسته، ساختمان نسبتاً مقاومی را در برابر فرسایش ایجاد می‌کند. علاوه بر کیفیت و اندازه، خاکدانه بطور مستقیم بر اندازه و توزیع خلل و فرج خاک تأثیر می‌گذارد، این خصوصیات در مجموع ساختمان خاک را تشکیل می‌دهد. تشکیل هیف‌های خارجی در قارچ‌های همزیست و زیکولار آربوسکولار مایکوریزا از آن جهت که به تولید خاکدانه‌ها کمک می‌کند دارای اهمیت است. برخی مطالعات نشان می‌دهد که پلی

ساکاریدها و سایر ترکیبات آلی، مهم‌ترین عوامل بهم پیوستن خاکدانه‌های کوچک و تشکیل خاکدانه‌های بزرگتر می‌باشند. هیف‌های قارچی توانایی تولید پلی‌ساکاریدهای خارجی سلولی را دارند که سبب اتصال و چسبندگی ذرات ریز به ذرات درشت می‌شود (اردکانی، ۱۳۷۸).

۲-۳-۱۰-۴- جذب مواد غذایی

مایکوریزا می‌تواند مواد غذایی مختلفی را در مقادیر زیاد برای گیاه میزبان فراهم کند. نسبت جذب مواد غذایی توسط گیاه بوسیله مایکوریزا بستگی به عوامل داخلی و خارجی دارد. مایکوریزا می‌تواند تا ۸۰ درصد فسفر، ۲۵ درصد نیتروژن، ۱۰ درصد پتاسیم، ۶۰ درصد مس و ۲۵ درصد روی مورد نیاز گیاه را فراهم کند (مارشور و دل، ۱۹۹۴). مقدار جذب مواد غذایی بستگی به گونه گیاهی، نژاد مایکوریزا و غلظت مواد غذایی موجود در خاک دارد. همچنین مایکوریزا می‌تواند مقادیر کمی گوگرد، کلسیم و آهن را برای گیاه جذب کند (مارشور و دل، ۱۹۹۴).

۲-۳-۱۰-۵- جذب فسفر

نادیان و همکاران (۱۹۹۸) عنوان کردند برای عناصری که از طریق انتشار جذب ریشه گیاه می‌شوند و سرعت انتقال آن‌ها در خاک به طرف سطح ریشه کم می‌باشد، حضور گسترده میسیلیوم‌های خارجی قارچ‌های مایکوریزا در خاک باعث افزایش جذب و انتقال این عناصر به گیاه میزبان می‌شود. به این ترتیب فاصله‌ای که این عناصر باید از طریق انتشار در خاک طی نمایند تا به سطوح ریشه برسند، کوتاه‌تر می‌شود. مهم‌ترین جزء همزیستی با مایکوریزا، افزایش جذب فسفر است. مایکوریزا دسترسی گیاه به عناصر غذایی را که حرکت کمتری در خاک دارند، بیشتر می‌کند (جانسون و همکاران، ۱۹۹۷). به همین دلیل در گیاهان مایکوریزایی، مقدار فسفر بیشتری دیده می‌شود که بیشتر آن در ریشه وجود دارد (سلیمان و همکاران، ۲۰۰۱). معمولاً مقادیر زیادی فسفر برای رشد مناسب گیاه نیاز است که بیشتر اوقات در خاک فسفر به مقدار کافی موجود نیست و یا به فرم غیر

قابل استفاده برای گیاهان وجود دارد. فسفر معمولاً در خاک توسط باکتری‌هایی به صورت فسفات آهن، فسفات آلومینیوم و یا فسفات کلسیم تثبیت شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). البته این فرم‌ها در نهایت برای گیاه قابل جذب می‌شوند اما زمان بسیار زیادی برای این کار نیاز است. فسفر پراکندگی زیادی در پروفایل خاک دارد که سبب کاهش دسترسی گیاه به آن می‌شود. فسفر معدنی شده در خاک، دارای بار منفی زیادی است و برای جذب آن ریشه گیاه بایستی انرژی زیادی صرف کند (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). ریشه گیاه به محض رسیدن به فسفر آن را جذب می‌کند، اما این کار سبب تخلیه محیط ریزوسفر ریشه از فسفر قابل دسترس می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). شبکه هیف‌های قارچ در ماورای منطقه در دسترس ریشه در مکان‌هایی که غنی از فسفر هستند فعالیت کرده و در ریزوسفر گسترش می‌یابد. کارایی مایکوریزا در جذب فسفر بیشتر از ریشه گیاهان زراعی است. به علاوه تولید هیف‌های قارچ به نسبت تولید ریشه گیاه نیاز به کربن کمتری در واحد سطح دارد (تینکر، ۱۹۷۵).

ترشح یون هیدروژن به وسیله هیف‌های قارچ سبب کاهش اسیدیته خاک، و افزایش حلالیت فسفر و کاهش قابلیت کلات شدن آنیون‌های آلی می‌شود (اسمیت، ۱۹۸۰). حد بحرانی فسفر قابل استفاده خاک در گیاهان مایکوریزایی، بسیار کمتر از گیاهان غیر مایکوریزایی است. در تحقیقی با استفاده از فسفر نشان دار مشاهده شد که جذب به وسیله مایکوریزا، مسیر اصلی جذب فسفر در گیاهان می‌باشد، حتی در مواقعی که به نسبت تیمار شاهد افزایشی در محتوای فسفر گیاه دیده نشد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). مایکوریزا سبب کاهش تولید هورمون‌های ناقل فسفر در ریشه گیاه می‌شود و از این طریق خود مسیر اصلی جذب فسفر در گیاه می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). اورتوفسفات بطور فعالانه ای توسط میسیلیوم‌های خارجی قارچ و با کمک ژن‌های ناقل فسفر به فرم H_2PO_4^- جذب می‌شود و سپس فسفر به صورت پلی فسفات در واکوئل‌ها ذخیره می‌شود. فسفر توسط جریان پروتوپلاسمی سلول‌های میسیلیوم به داخل ریشه انتقال می‌یابد و در درون ریشه پلی فسفر هیدرولیز

شده و به صورت فسفر از اندام‌های قارچی درون ریشه بخصوص آربوسکولار به داخل ریشه‌ها آزاد می‌گردد. محل اصلی انتقال مواد غذایی جذب شده بین گیاه و قارچ آرباسکول‌های بالغ می‌باشند.

کریمی نژاد و نادیان (۱۳۸۲) با انجام آزمایشی بر روی شبدر نتیجه گرفتند که قارچ‌های میکوریزا جذب عناصر غذایی کم‌تحرک بخصوص فسفر و روی در گیاهان میکوریزایی را افزایش دادند. همچنین جورج و همکاران (۱۹۹۴) اظهار داشتند که توانایی قارچ میکوریزا در خصوص تشکیل کلونی روی ریشه گیاه یک همبستگی منفی با مقدار فسفر موجود در خاک دارد. شیرانی راد و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند که میکوریزا در سطوح پایین فسفر، باعث افزایش معنی‌دار در کارایی جذب فسفر می‌شود. ازکان و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که میزان تشکیل کلونی بر روی ریشه گندم توسط میکوریزا در زراعت ارگانیک بیشتر از زراعت سنتی مرسوم است. آن‌ها علت این موضوع را چنین بیان کردند که در زراعت مرسوم به دلیل استفاده مداوم از کودهای فسفره، سطح فسفر محلول خاک زیاد بوده و این امر اثر منفی بر تشکیل کلونی قارچ دارد.

۲-۳-۱۰-۶- جذب نیتروژن

میکوریزا می‌تواند مقادیر قابل توجهی نیتروژن جذب کند. آمس و همکاران (۱۹۸۳) در آزمایشی با استفاده از ایزوتوپ نیتروژن (N^{15}) دریافتند که در تیمار گیاهان میکوریزایی به نسبت تیمار شاهد ۲۵ درصد نیتروژن بیشتری جذب شد. در آزمایشی دیگر بر روی گیاه (*Elymus repens*) L. مشاهده شد که ۲۴ درصد نیتروژن جذب شده بوسیله گیاه، توسط هیف‌های خارجی میکوریزا فراهم شده است (جورج و همکاران، ۱۹۹۲). نیتروژن به فرم‌های نترات و آمونیوم توسط هیف‌های قارچ جذب می‌شوند. جذب آمونیوم به اسیدی شدن خاک کمک کرده و سبب می‌شود که فسفر قابل جذب بیشتری در دسترس قرار گیرد (اسمیت و رید، ۲۰۰۸). آمونیوم و نترات در میسیلیوم‌های قارچ به فرم آمینواسیدهایی مانند آرژنین ذخیره می‌شود و زمانی که نیتروژن از قارچ به گیاه انتقال داده

می‌شود، ترکیبات آرژنین شکسته شده و نیتروژن به فرم‌های آمونیوم معدنی به گیاه منتقل می‌شود، در حالی که دیگر ترکیبات آرژنین، به شبکه‌های قارچی بازگردانده می‌شود (اسمیت و رید، ۲۰۰۸).

۲-۳-۱۰-۷- تغذیه کاتیونی و آنیونی

نتایج ضد و نقیض متفاوتی در مورد تاثیر همزیستی با میکوریزا و جذب مواد غذایی وجود دارد. در تحقیقی (گوئه و همکاران، ۱۹۹۷) مشاهده کردند که جذب روی توسط گیاهان میکوریزایی کاهش یافته است. اما نتایج متفاوتی توسط الکراکی و همکاران (۹۸-۱۹۹۷) و آریازه (۱۹۹۵) گزارش شد مبنی بر اینکه همزیستی با میکوریزا سبب افزایش جذب مس و روی در گیاهان میکوریزایی شد. باگویاکو و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی دریافتند اگر چه میزان روی در گیاه نخود با کلونیزاسیون میکوریزایی کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت، اما میزان روی در گیاه ارزن با کلونیزاسیون میکوریزایی افزایش یافته؛ همچنین در گیاه سورگوم چه در حالت میکوریزایی و چه غیرمیکوریزایی میزان روی گیاه حدوداً برابر بوده است.

بانسل و همکاران (۱۹۹۴) عنوان نمودند که قارچ‌های میکوریزا بطور صحیح و آشکار دارای یک نقش حیاتی در سیکل چرخشی عناصر و باروری خاک زراعی هستند. ترافدار و مارچنر (۱۹۹۴) گزارش دادند که همزیستی گندم با قارچ میکوریزا سبب افزایش غلظت مس و روی در اندام‌های هوایی گردید ولی موجب کاهش اندکی در غلظت آهن و منگنز گیاه شد. آن‌ها اظهار داشتند که درصد کلسیم و منیزیم تحت تأثیر تلقیح با میکوریزا قرار نگرفت. آن‌ها همچنین نشان دادند که تلقیح خاک زیر کشت گندم با قارچ میکوریزا *G. mosseae* سبب افزایش درصد پتاسیم و منیزیم اندام‌های هوایی گردید. این افزایش در تلقیح مرکب با قارچ‌های *Aspergillus fumigates* و *G. mosseae* بیشتر بود.

۲-۳-۱۰-۸- افزایش جذب آب و تأثیر بر هدایت هیدرولیکی ریشه

بتهلن و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که بازده مصرف آب در گیاهان سویای همزیست با قارچ‌های میکوریزا در اثر تنش خشکی، کاهش کمتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی داشت. رجالی و خاوازی (۱۳۷۸) ذکر نمود همزیستی میکوریزا به خودی خود و بدون در نظر گرفتن تأثیر آن در افزایش رشد گیاه یا بهبود وضعیت تغذیه فسفوری گیاه تأثیری در افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه ندارد و در مواردی مشاهده شده است که در گیاهان میکوریزایی هدایت هیدرولیکی ریشه کمتر از گیاهان غیرمیکوریزایی می‌باشد. البته این حالت هنگامی مشاهده می‌گردد که گیاهان میکوریزایی و غیرمیکوریزایی با اندازه یکسان تحت بررسی قرار می‌گیرند. همچنین وی اشاره داشت که شبکه هیف قارچ‌های میکوریزا، باعث افزایش جذب آب در گیاه کاهو گردیده است. اما چنین تأثیری در شبدر و گندم مشاهده نشده است و از طرفی گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا توانایی متفاوتی با یکدیگر برای جذب آب و انتقال آن به گیاه میزبان دارند. به عنوان مثال صرف نظر از توسعه شبکه هیف قارچی بصورت درون ریشه‌ای و برون ریشه‌ای گونه دسریکولا (*Glomus deserticola*) نسبت به گونه فاسکیکولاتوم (*Glomus fasciculatum*) از نظر توانایی جذب آب و انتقال آب به گیاهان میزبان توانایی بیشتری دارند.

۲-۳-۱۰-۹- هورمون‌های محرک رشد گیاهی

همزیستی با میکوریزا سبب تولید هورمون‌های محرک رشد می‌شود. از جمله این هورمون‌ها می‌توان به انواع اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و سایر هورمون‌هایی که می‌تواند نقش موثری در رشد و نمو داشته باشد اشاره نمود (صالح راستین، ۱۳۷۷). نتایج بررسی تأثیر میکوریزا و رایزوبیوم بر روی محتوای سیتوکینین در یونجه تحت تنش خشکی نشان داد که گیاهان غیر همزیست تحت تنش آبی، بیش‌ترین درصد کاهش سیتوکینین‌ها و کاهش تعداد ساقه‌ها، به علاوه افزایش درجه پیری بافت برگ نسبت به مقادیر شاهد نشان دادند. در مقابل گیاهان همزیست تحت تنش خشکی به علت تأخیر در

پیری برگ و حفظ برگ‌ها با افزایش تعداد ساقه در مقایسه با گیاهان غیرهمزیست وزن برگ سبز بیشتری نشان دادند.

۲-۳-۱۰- قارچ مایکوریزا و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن

مایکوریزا یک منبع قوی جذب فسفر برای گیاهان است، بخصوص در خاک‌هایی که مقادیر کافی فسفر ندارند. در حبوبات وجود فسفر کافی نه تنها برای رشد گیاه، بلکه برای تشکیل غده‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بسیار ضروری است (اردکانی، ۱۳۷۸). به علاوه کمبود فسفر تاثیر منفی بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در لگوم‌ها دارد و در خاک‌های اسیدی این تاثیر منفی شدت بیشتری می‌یابد (مولن و همکاران، ۱۹۸۸). تحریک فعالیت غده‌ها به وسیله قارچ‌های مایکوریزا ممکن است یا به واسطه افزایش مستقیم فعالیت غده و یا بخاطر متعادل کردن تغذیه گیاه میزبان باشد. بطوری که آزمایشات انجام شده با کاربرد گونه‌های متعددی از قارچ‌های اندومایکوریزا و روش‌های مختلف کاربرد باکتری برای رایزوبیوم در یونجه، شبدر، سیب زمینی و چند گیاه دیگر از خانواده حبوبات نشان داد که مایکوریزا سبب افزایش قابلیت غده‌زایی و تثبیت نیتروژن گردیده است (اردکانی، ۱۳۷۸). در واقع در این حالت، یک همزیستی سه جانبه بین قارچ مایکوریزا و رایزوبیوم و گیاه دیده می‌شد که در این زمان رشد گیاه بسیار زیادتر از حالت کنترل شده می‌باشد.

توانایی آنزیم نیتروژناز برای تبدیل نیتروژن اتمسفری به آمونیوم بستگی به مقدار ATP دارد. برای تثبیت هر مول نیتروژن اتمسفری نیاز به ۲۱ مول ATP مصرفی است (سالاس و همکاران، ۱۹۸۴). این نتایج نشان می‌دهد که وجود فسفر برای این فعالیت بسیار ضروری می‌باشد. به علاوه در حین انجام فعالیت‌های انرژی خواه ATP به ADP تبدیل شده و پس از آن دوباره ADP به ATP تبدیل می‌شود. این روند ادامه دار نیاز به وجود حضور مداوم فسفر دارد تا به درستی عمل کند. عدم دسترسی کافی به فسفر سبب کاهش فتوسنتز، رشد ریشه، تشکیل گره‌ها، جابه‌جایی مواد قندی، جمعیت باکتری‌ها و کاهش مقدار نیتروژن در گره‌ها می‌شود (چودهری و همکاران، ۲۰۰۸). به علاوه

با رشد گیاه نیاز به انرژی و فسفر نیز افزایش می‌یابد. میزان فسفر و سرعت فتوسنتز گیاهان دارای مایکوریزا در مقایسه با گیاهان فاقد مایکوریزا بیشتر است، در نتیجه اثر این عوامل، اندازه غده‌ها و انرژی جهت تثبیت نیتروژن افزایش می‌یابد. بطور کلی آلودگی گیاه به مایکوریزا سبب تحریک تشکیل غده‌ها و رایزوبیوم شده و تعداد غده‌ها افزایش می‌یابد (مستأجران و ضوئی، ۱۳۷۸).

عکس العمل رایزوبیوم‌ها به کمبود فسفر، بستگی به نژاد باکتری دارد. کسمن و همکاران (۱۹۸۱) در بررسی دو نژاد باکتری مشاهده کردند که تفاوت معنی‌داری در تثبیت نیتروژن صورت گرفته توسط این دو گونه باکتری در شرایط کم (۰/۰۵ میکرو مول) و زیاد (۲۰۰۰ میکرو مول) فسفر خاک دیده نشد. پیکینی و همکاران (۱۹۸۸) در آزمایشی تاثیر تلقیح یونجه با مایکوریزا، رایزوبیوم و تلقیح همزمان این دو را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که گیاهان تلقیح شده بصورت همزمان با رایزوبیوم و مایکوریزا، نسبت به گیاهانی که بصورت تنهایی با رایزوبیوم و یا مایکوریزا تلقیح شدند عملکرد بیولوژیک، جذب اکسیژن و فعالیت آنزیم نیتروژناز بیشتری داشتند. همچنین گیاهانی که تلقیح همزمان شده بودند، نسبت ریشه با بخش هوایی کمتری داشتند. این می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که رقابت شدیدی بر روی مواد فتوسنتزی وجود دارد و با گسترش بخش هوایی، رشد ریشه‌ها کاهش می‌یابد. کیوسی و پاول (۱۹۸۲) مشاهده کردند که در گیاه باقلا تلقیح شده به صورت همزمان با رایزوبیوم و مایکوریزا نسبت به گیاهانی که بصورت مجزا با یکی از این میکروارگانیسم‌ها تلقیح شدند، مقدار تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بیشتر بود.

شواهد نشان می‌دهد که بعضی از گونه‌های سویا برای داشتن تثبیت بیولوژیکی مناسب وابسته به همزیستی مناسب با مایکوریزا هستند. نوکو و سانگینگا (۱۹۹۹) در آزمایشی به منظور ارزیابی تاثیر حضور مایکوریزا بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط رایزوبیوم ژاپونیکوم، ۱۰ رقم سویا را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، از این تعداد ۱ رقم سویا وابستگی بالا (بیشتر از ۳۰ درصد) و یک رقم وابستگی متوسط (۱۰ تا ۳۰ درصد) به مایکوریزا داشتند. به علاوه در

این میان ۵ رقم وابستگی خاصی به حضور مایکوریزا برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نداشتند. در این مطالعه درصد کلونیزاسیون ریشه از ۱۶ تا ۳۳ درصد مشاهده شد، هر چند که در تحقیقاتی دیگر مقادیر بسیار بیشتری نیز ذکر شده است (خلیل و همکاران، ۱۹۹۳). خلیل و همکاران (۱۹۹۳) مشاهده کردند که سویا نسبت به ذرت وابستگی بیشتری به مایکوریزا دارد هر چند که شدت این وابستگی بسته به نوع رقم متفاوت می باشد.

همزیستی با مایکوریزا سبب تاخیر در پیر شدن گره ها می شود، به دلیل تاثیری که مایکوریزا در مواقع تنش رطوبتی دارد. یکی از علائم تنش خشکی در سویا، پیری زودرس گره های باکتری می باشد. ریز-لوزانو و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که گیاهان سویای تلقیح شده با برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم و مایکوریزا (*G. mosseae*) ۱۵ درصد محتوای پروتئین، ۲۵ درصد محتوای لگ هموگلوبین، و ۱۱۲ درصد فعالیت آنزیم استیلن ردکتاز بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند. این نتایج نشان می دهد که وجود مایکوریزا برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن می تواند مفید باشد.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و موقعیت محل اجرای آزمایش

این آزمایش در طی دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ای در شهرستان علی-آبادکتول به اجرا درآمد. شهرستان علی‌آبادکتول، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۴۰ متری از سطح دریا قرار دارد.

۳-۲- ویژگی‌های آب و هوایی

بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی، شهرستان علی‌آبادکتول جزء مناطق معتدل و مرطوب بوده و دارای زمستان‌های ملایم است. میانگین بارندگی سالانه بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر و بارندگی‌ها عمدتاً در فصول پاییز و زمستان رخ می‌دهد. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی علی‌آبادکتول، میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۷/۷ درجه سانتی‌گراد است.

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

به منظور بررسی تاثیر کاربرد کودهای شیمیایی، کودهای بیولوژیک و مدیریت علف هرز در شرایط بدون خاکورزی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا رقم کتول (DPX)، آزمایشی بصورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مبارزه با علف هرز در دو سطح کنترل کامل علف هرز و عدم کنترل، عامل دوم کاربرد کود بیولوژیک در چهار سطح عدم مصرف (شاهد)، تلقیح با باکتری تثبیت کننده نیتروژن (*Bradyrhizobium japonicum*)، تلقیح با قارچ مایکوریزا (*Glomus mosseae*)، و تلقیح رایزوبیوم و مایکوریزا و عامل سوم کاربرد کود نیتروژن خالص (از منبع کود اوره) در سه سطح صفر (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود.

۳-۴- خصوصیات خاک مورد آزمایش

قبل از اجرای آزمایش، برای مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از اعماق ۰-۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری انجام شد که نتیجه آن در (جدول پیوست ۳-۱) قابل مشاهده است.

۳-۵- آماده سازی زمین و کاشت

پس از برداشت محصول گندم، بذر طبقه مادری سویا رقم کتول (DPX) از شرکت دانش بنیان ایده سازان سبز گلستان در گرگان تهیه و پس از آن کشت، بصورت دستی و با کمک کارگران ماهر انجام شد. رقم کتول به این دلیل انتخاب شد که رایج ترین رقم مورد استفاده توسط کشاورزان در منطقه می باشد. لازم به ذکر است بذرهایی مورد استفاده سویا، ضد عفونی نشده بودند. در ابتدا برای داشتن درصد سبز شدن یکنواخت بوته های سویا، آبیاری اولیه قبل از کشت انجام شد و پس از اینکه رطوبت خاک کاهش یافت و به ظرفیت زراعی رسید، با استفاده از تیشه های دست سازی که مخصوص این کار درست شده بودند، فاروهای کوچکی ایجاد شد. بذرهایی سویا به مقدار بیشتری از میزان توصیه شده کشت شد تا تراکم مناسب در زمان سبز شدن ایجاد شود. البته بعد از سبز شدن در مرحله سه برگی سویا همراه با وجین علف های هرز، عملیات تنک کردن و رساندن تراکم به حد مطلوب بصورت دستی انجام شد. هر کرت (ماده آزمایشی) شامل ۶ خط کاشت و به طول ۶ متر بود. فاصله خطوط کاشت از یکدیگر ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته ها روی خطوط ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد، آبیاری های بعدی با توجه به شرایط آب و هوایی و عرف منطقه، هر ۱۰ روز یکبار انجام گردید.

مبارزه و کنترل علف های هرز بصورت منظم در طول دوره رشد انجام شد و همانطور که اشاره گردید، تنک کردن و رساندن به تراکم مطلوب بوته های سویا نیز همزمان با اولین مرحله کنترل

علف‌های هرز صورت گرفت. در تیمارهایی که می بایستی علف‌های هرز بطور کامل کنترل می شدند، اجازه رشد به علف‌های هرز داده نشد، اما در تیمارهایی که بدون کنترل بودند، علف‌های هرز از گونه‌های مختلف بصورت کامل و بدون مزاحمت رشد کردند.

۳-۶- مصرف باکتری

برای تلقیح باکتریایی از باکتری *Bradyrhizobium japonicum* استفاده شد که از شرکت دانش-بنیان تمیشه در گرگان تهیه گردید. مایه تلقیح باکتری بدین صورت مورد استفاده قرار گرفت که قبل از کشت، متناسب با سطح کشت مقدار مشخصی از بذرها با محلول ۱۰ درصد آب شکر آغشته گردید و در مرحله بعد مقدار تعیین شده از مایه تلقیح باکتری در سایه به بذر اضافه و مخلوط شد. بعد از خشک شدن نسبی، بذرها سریعاً کشت شدند.

۳-۷- مصرف مایکوریزا

برای تلقیح مایکوریزایی در هر دو سال زراعی از قارچ مایکوریزا گونه *Glomus mosseae* استفاده شد که از شرکت زیست فناوری توران در شاهرود تهیه گردید. این مایه تلقیح شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام‌های قارچی بود. استفاده از مایه تلقیح بدین صورت انجام شد که قبل از کشت، در کرت‌های مربوط به تیمار قارچی مقداری مایه تلقیح (در هر ردیف ۳۶۰ گرم) درون ردیف‌های کشت ریخته شد. سپس روی این مایه تلقیح، مقداری خاک و بذرها روی آن قرار داده شد و در انتها بذرها با خاک پوشانده شدند (رجب زاده مطلق و همکاران، ۲۰۱۲).

۳-۸- مصرف کود نیتروژن

برای تامین نیتروژن شیمیایی گیاه از کود اوره ۴۶ درصد در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم (به صورت نیتروژن خالص) و در دو زمان، همراه با کشت و در مرحله سه برگی همزمان با

تنک کردن و مبارزه با علف‌های هرز استفاده شد. کود نیتروژن به همراه آب آبیاری، طبق مقادیر معین برای هر تیمار در کرت های مورد نظر استفاده شد.

۳-۹- صفات اندازه‌گیری شده

۳-۹-۱- شاخص‌های رشد

به منظور بررسی روند تغییرات سطح برگ و وزن خشک کل در طول فصل رشد، ۸ مرحله نمونه برداری از مزرعه (۳ بوته از هر کرت) انجام شد. برای این منظور، برگ‌ها از بوته جدا و سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Delta_T اندازه‌گیری شد. سپس برگ‌ها و باقی اندام‌های بوته (ساقه، دمبرگ، غلاف و دانه در مرحله انتهایی) به صورت جداگانه در داخل پاکت‌های کاغذی و به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از اطمینان از خشک شدن، نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و وزن ماده خشک آن‌ها ثبت گردید. برگ‌های خشک شده، به دلیل ریزش و عدم امکان تفکیک با برگ‌های ریزش کرده بوته‌های هم‌جوار منظور نگردید.

۳-۹-۲- سطح برگ

سطح برگ بوته‌های برداشت شده در هر بار نمونه‌گیری بر اساس رابطه زیر محاسبه شد:

$$LAI = \frac{LA}{SA}$$

در این رابطه LA سطح برگ سبز و SA سطح زمین می باشد. برای توصیف روند تغییرات سطح

برگ در برابر زمان پس از کاشت (x) مدل لجستیک (عرب عامری، ۱۳۸۷ و راحمی کاریزکی، ۱۳۸۵)

مورد استفاده قرار گرفت (رابطه ۱) که بهترین برازش را نسبت به نقاط اندازه‌گیری شده نشان داد.

$$Y = \frac{(a * \exp((-a) * (x - b)) * c)}{(1 + \exp((-a) * (x - b)))^2} \quad \text{رابطه ۱}$$

a ضریب ثابت می باشد و میزان چرخش منحنی را نشان می دهد، b زمان پس از کاشت که در آن حداکثر شاخص سطح برگ حادث می شود و c ضریب ثابت می باشد. پس از برازش این مدل سایر متغیرهای مرتبط با پویایی شاخص سطح برگ مثل حداکثر شاخص سطح برگ با حل عددی به دست آمد (غدیریان و همکاران، ۱۳۹۰).

برای توصیف روند تغییرات ماده خشک (w) در برابر زمان پس از کاشت (x) از مدل رگرسیونی نمایی خطی بریده (رابطه ۲) استفاده شد:

$$\text{رابطه ۲} \quad w = \begin{cases} \frac{c_m}{r_m} \ln[1 + e^{r_m(x-t_o)}] & \text{if } x < t_o + w_{\max}/c_m \\ w_{\max} & \text{if } x \geq t_o + w_{\max}/c_m \end{cases}$$

که در آن $w_{\max}$ حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، C_m حداکثر سرعت رشد محصول در فاز خطی رشد، r_m حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد و t_0 زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی رشد می باشد. براساس این مدل در زمان $t_o + w_{\max}/c_m$ رشد گیاه به پایان می رسد (طول دوره رشد) و پس از آن رشد به طور ناگهانی وارد فاز سوم می شود. که در واقع این مدل پس از فاز نمایی اولیه یک دوره رشد خطی طولانی قبل از پایان دوره رشد پیش بینی می کند و سپس به طور ناگهانی رشد را به پایان می رساند.

در این آزمایش برای توصیف روند تغییرات ماده خشک و سطح برگ طی فصل رشد، ابتدا توابع مورد نظر به داده های تمام تیمارها برازش داده شد، پس از آن در صورت معنی دار نبودن اختلاف بین ضرایب، تابع مورد نظر به داده های اثر متقابل دوگانه و پس از آن داده های اثر اصلی فاکتورهای آزمایش برازش داده شد. در هر مرحله با معنی دار شدن ضرایب مدل مورد نظر برازش تابع به سایر داده ها متوقف شد و مدل تنها برای آن داده هایی که ضرایب تابع معنی دار شده برازش داده می شد.

۳-۹-۳- صفات مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد

به منظور اندازه گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره ساقه اصلی، قطر ساقه، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف خالی، طول غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد و پس از شمارش صفات مذکور بوته‌ها در پاکت‌های کاغذی قرار گرفت و پس از آن به مدت ۴۸ ساعت در آن ۷۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفتند. پس از اطمینان از خشک شدن، بوته‌ها و دانه‌ها با ترازوهای با دقت ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ اندازه گیری و ثبت شدند. در مرحله رسیدگی برداشت با حذف خطوط حاشیه، عملکرد دانه از سطحی معادل دو متر مربع برآورد گردید.

۳-۹-۴- اندازه گیری درصد پروتئین دانه

مقدار پروتئین موجود در دانه به روش کجلدال تعیین گردید. جهت انجام عملیات هضم، ۱ گرم از بذر پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجلدال ریخته و یک عدد قرص کاتالیزور (شامل ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم K_2SO_4 و ۰/۱۵ گرم سولفات مس $CuSO_4$) به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۲۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسک‌ها به محلول نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کم‌رنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای ۳ مخزن آب مقطر، سود سوزآور (NaOH) ۴۰ درصد و محلول دریافت‌کننده بود. ۱۰۰ میلی‌لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل)، ۷۰ میلی‌لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل) و ۱۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۱ درصد ترکیب محلول

دریافت‌کننده را تشکیل دادند. پس از قرارگیری فلاسک‌ها در دستگاه، به ترتیب ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی‌لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه‌ها اضافه شد و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر، نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک تصاعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه‌ای سوخته تبدیل شد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت‌کننده منتقل شد و به همراه اسید بوریک، بورات آمونیوم را تشکیل داد. طی عمل تیتراسیون بورات آمونیوم حاصل در محلول دریافت‌کننده توسط مقدار کافی از محلول تیتریزول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیره تیتراژ شد. مقدار نیتروژن موجود در نمونه بر اساس اسید کلریدریک مصرف شده در تیتراسیون توسط دستگاه مشخص گردید. رابطه زیر به منظور تبدیل مقدار اسید کلریدریک ۰/۱ مولار مصرف شده در تیتراسیون به نیتروژن نمونه بیان شده است.

درصد نیتروژن نمونه = وزن نمونه (گرم) / (حجم اسید کلریدریک ۰/۱ مصرفی (میلی لیتر) $\times$ ۰/۱۴)

درصد پروتئین نمونه = درصد نیتروژن نمونه $\times$ ۶/۲۵

۳-۹-۵- اندازه گیر درصد روغن دانه

برای تعیین درصد روغن از دستگاه سوکسله استفاده گردید. برای این منظور ابتدا نمونه‌های بذر به مدت ۴ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شده و سپس آسیاب گردیدند. آنگاه ۱ گرم نمونه بذر خشک شده را در کاغذ صافی پیچیده و وزن نمونه با کاغذ را ثبت کرده، سپس نمونه به مدت ۸ ساعت در سوکسله قرار داده شد. حلال مورد استفاده در این مرحله اتر (پترولیوم اتر) بود. پس از ۸ ساعت نمونه‌ها از سوکسله خارج و به مدت ۲۴ ساعت در آون (۷۵ درجه) قرار داده شد. آنگاه به مدت یک ساعت در دسیکاتور قرار داده شد.

سپس نمونه‌ها توزین و میزان روغن نمونه‌ها از رابطه زیر بدست آمد:

درصد روغن = (وزن نمونه اولیه با کاغذ (گرم) - وزن نمونه ثانویه با کاغذ (گرم)) / (وزن نمونه اولیه بدون کاغذ (گرم)) $\times 100$

۳-۹-۶- نمونه برداری باکتری

برای مشخص کردن تعداد و وزن خشک گره باکتری در مرحله گلدهی که گره‌بندی به بالاترین سطح می‌رسد، نمونه‌برداری بصورت تخریبی انجام شد. برای این منظور بعد از آبیاری و رسیدن به ظرفیت زراعی ۵ بوته نرمال بطور تصادفی انتخاب و پروفیلی به ابعاد ۳۰ سانتی‌متر اطراف ریشه زده شد. بعد از جدا کردن گل و لای با آب به دقت تمامی گره‌های موجود از ریشه‌ها جدا و شمارش شد و پس از خشک شدن جهت تعیین وزن خشک گره‌ها، نمونه‌ها در داخل پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از اطمینان از خشک شدن، نمونه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن شدند.

۳-۹-۷- نمونه‌برداری علف‌های هرز

به منظور شناسایی گونه‌های تشکیل‌دهنده جامعه علف‌های هرز و نیز تعیین وزن خشک زیست‌توده جامعه آن‌ها در مرحله تکمیل گلدهی و ابتدای غلاف‌بندی بطور تصادفی و با رعایت حاشیه در ۳ نقطه از هر کرت به صورت تخریبی و از مساحتی معادل ۰/۲۵ مترمربع (۰/۵ متر $\times$ ۰/۵ متر) نمونه‌برداری انجام شد و علف‌های هرز در هر کوادرات، شمارش و به تفکیک گونه‌ای شناسایی گردیدند. سپس به دو دسته باریک‌برگ و پهن‌برگ تقسیم و داخل پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند. پس از آن پاکت‌ها به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از اطمینان از خشک شدن آن‌ها، نمونه‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند. به‌علاوه به منظور

ارزیابی غنای گونه‌ای علف‌های هرز، شاخص‌های تنوع گونه‌ای شانون^۱ (H) و سیمپسون^۲ (D) به ترتیب به‌وسیله روابط ۳ و ۴ محاسبه گردیدند.

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{K_i}{K} \ln \frac{K_i}{K} \quad \text{رابطه ۳}$$

که در آن H = شاخص تنوع گونه‌ای شانون، K = تعداد کل جمعیت افراد، K_i = تعداد افراد جمعیت گونه i ام و S = تعداد کل گونه‌ها است.

$$D = \sum \frac{K_i(K_i - 1)}{K_t(K_t - 1)} \quad \text{رابطه ۴}$$

در این رابطه نیز D = شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون، K_i = تعداد افراد گونه i و K_t = تعداد کل افراد است.

جهت بررسی توزیع عمودی بانک بذر علف‌های هرز در نیمرخ خاک، در هر کرت بر اساس الگوی W (از پنج نقطه در رئوس الگو) از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و به آزمایشگاه منتقل شد. برای ارزیابی بانک بذر از روش جداسازی که توسط سیاهمرگویی و همکاران (۲۰۱۱) ارائه شده است، استفاده گردید. بعد از نرم کردن کلوخه‌ها به روش دستی و اختلاط کامل آن‌ها با هم از هر نمونه، ۱۰۰ گرم جدا و درون پارچه‌های توری سه لایه ریخته و در نهایت با فشار ملایم آب شسته شدند. بعد از شستشوی کامل، محتویات درون هر پارچه (که شامل بقایای گیاهی، سنگ ریزه، بذر گیاهان مختلف و ... بودند)، بعد از خشک شدن درون کیسه‌های پلاستیکی ریخته شدند. در مرحله بعد نیز با استفاده از استریومیکروسکوپ دوچشمی، بذر علف‌های هرز از سنگ‌ریزه‌ها جدا شده و در نهایت نسبت به شمارش و شناسایی آن‌ها در حد گونه اقدام گردید. در مرحله شناسایی، بذرهایی که تحت فشار پوک نبوده و مقاومت نشان دادند، به عنوان بذر سالم در نظر گرفته شدند (بوگوزاس و همکاران، ۲۰۰۴).

1. Shanon
2. Simpson

۳-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده از آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS (سلطانی، ۱۳۸۶) تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و رسم نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel انجام گردید.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع بوته

سال اول: نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود شیمیایی و کود بیولوژیک بر ارتفاع بوته در سال اول آزمایش نشان داد، تنها اثر اصلی تیمار علف‌هرز بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین وجود علف‌های هرز باعث افزایش ارتفاع بوته های سویا به مقدار ۹/۰۴ سانتی‌متر شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها و با وجود اینکه اثرات کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد اما با این حال تلقیح با باکتری رایزوبیوم یا قارچ مایکوریزا و مصرف کود شیمیایی باعث افزایش ارتفاع بوته سویا نسبت به حالت عدم تلقیح و عدم مصرف کود شیمیایی شد (جدول پیوست ۴-۲).

سال دوم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سال دوم تنها اثر تیمار علف‌هرز و کود شیمیایی بر ارتفاع بوته سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۳). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که وجود علف‌های هرز در کنار گیاه زراعی سبب افزایش ۱۳ درصدی ارتفاع بوته سویا شد. همچنین مشاهده شد که در تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار ارتفاع بوته سویا ۹/۳ سانتی-متر کاهش یافت (جدول پیوست ۴-۴).

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر ارتفاع بوته نشان داد تنها اثر سال بر ارتفاع بوته سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه، سه‌گانه و چهارگانه سال با تیمارهای مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین در سال دوم ارتفاع بوته ۶/۵۳ سانتی‌متر نسبت به سال اول کاهش نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد با عدم وجین علف‌های هرز در مزرعه سویا

ارتفاع بوته‌های سویا ۱۰ سانتی‌متر افزایش یافت (جدول پیوست ۴-۶). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد با کاربرد کود شیمیایی ارتفاع بوته سویا به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که با کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی ارتفاع بوته سویا به ترتیب ۵/۱۶ و ۶/۶۷ سانتی‌متر نسبت به حالت عدم کاربرد کود شیمیایی افزایش پیدا می‌کند. بررسی نتایج کود بیولوژیک نیز نشان داد که هرچند تاثیر این تیمار از لحاظ آماری بر ارتفاع بوته بی معنی بود اما با این حال استفاده از کودهای بیولوژیک سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد (جدول پیوست ۴-۶).

به‌طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد فاکتورهای مختلف مورد آزمایش در این پژوهش باعث تغییرات بسیار زیادی بر ارتفاع بوته‌های سویا شدند. در مورد تاثیر رقابت بر ارتفاع بوته گیاهان نتایج ضد و نقیض زیادی وجود دارد. شارتلف و کوبل (۱۹۸۵) معتقدند که شدت رقابت می‌تواند در تعیین افزایش یا کاهش ارتفاع سویا موثر باشد، به نحوی که رقابت شدید باعث افزایش ارتفاع و رقابت سبک تر باعث کاهش ارتفاع سویا می‌شود.

بطور کل تراکم بوته با تاثیر بر کمیت، کیفیت و میزان نفوذ نور به داخل کانوپی تغییر می‌کند، زیرا نوری که به برگ‌ها منتقل می‌شود بیشتر در طیف مادون قرمز قرار دارد (سیدشریفی و همکاران، ۱۳۸۸). با افزایش تراکم، نور پایین کانوپی دارای تشعشع مادون قرمز بیشتری می‌شود. این امر به انعکاس و عبور تشعشع مادون قرمز و جذب انتخابی مادون قرمز توسط برگ‌های سبز است به این ترتیب نسبت نور مادون قرمز به قرمز با افزایش عمق کانوپی افزایش می‌یابد. تغییر در نسبت مادون قرمز به قرمز در ایجاد بسیاری از تغییرات مورفولوژیک در گیاهان از جمله افزایش ارتفاع بوته نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌کند (بالار و کسال، ۲۰۰۰). بگنا و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی‌های خود بیان کردند ارتفاع بوته در تراکم‌های بالای گیاهی بیشتر از ارتفاع بوته در تراکم‌های معمولی می‌باشد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد، در تیمارهای عدم وجین علف‌های هرز در طول کل دوره رشد نسبت به تیمارهای وجین کل دوره، ارتفاع بوته‌ها بیشتر بود. در آزمایشی بر روی لوبیا رقابت با علف‌های

هرز سبب افزایش ارتفاع لوبیا شد (لک و همکاران، ۱۳۸۴). به نظر می‌رسد تغییر در ارتفاع گیاه زراعی به نوع، ترکیب و تراکم علف‌های هرز بستگی دارد. اما آنچه مسلم است افزایش ارتفاع گیاهان در تراکم‌های بالا عمدتاً به دلیل تغییر در کیفیت نور دریافتی (کاهش نسبت نور قرمز به مادون قرمز) می‌باشد (هولت، ۱۹۹۵). نتایج تحقیقی بر روی رقابت سویا و علف‌های هرز نیز نشان داد که در کرت‌هایی که تراکم علف‌های هرز در طی فصل رشد بالا بود افزایش ارتفاع بوته سویا مشاهده شد (احتشامی و همکاران، ۱۳۸۰). این در حالی است که نتایج مطالعه ای روی رقابت سویا و تاج خروس نشان داد تراکم‌های تاج خروس تأثیری معنی‌داری بر ارتفاع سویا نداشت، اما با این حال باعث افزایش آن می‌شود (سمایی و همکاران، ۱۳۸۵).

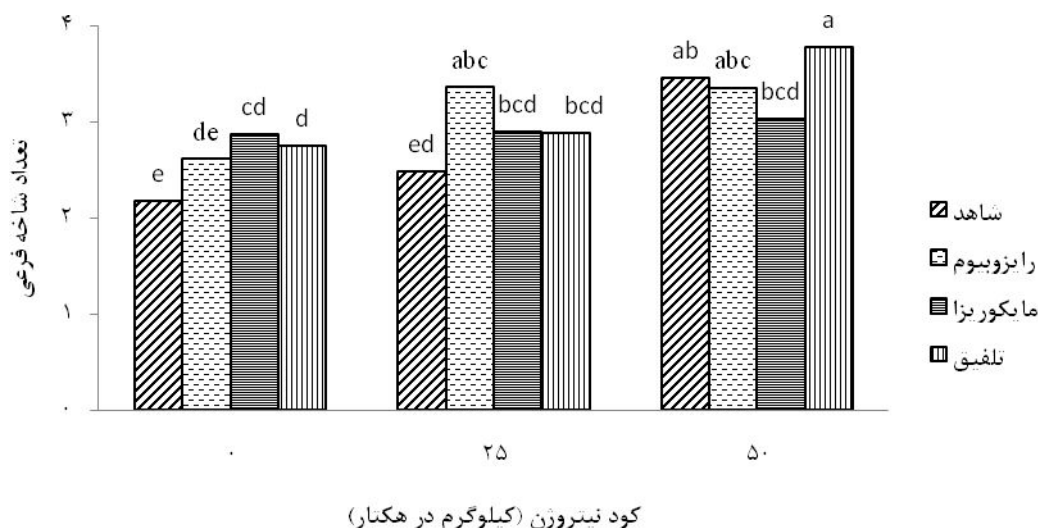
به‌نظر می‌رسد کود اوره باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار عدم کاربرد کود اوره می‌شود، این امر می‌تواند به دلایل زیادی از جمله اثر نیتروژن بر تحریک ترشح هورمون‌های رشد مخصوصاً اکسین، افزایش کلروفیل سازی و افزایش فتوسنتز، افزایش سبز مانی برگ‌ها و غیره باشد. در تحقیق کالیسکان و همکاران (۲۰۰۸) بیشترین عملکرد دانه سویا با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. ایشان بیان کردند کاربرد نیتروژن باعث افزایش ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در سویا شد که نتیجه آن افزایش تعداد غلاف در بوته بود، و در نهایت افزایش عملکرد دانه و بیومس گیاه زراعی نسبت به حالت شاهد (عدم کاربرد کود نیتروژن در هکتار) مشاهده شد. افزایش کود نیتروژن یا نیتروژن حاصل از تثبیت توسط ریشه گیاه، بر صفات رویشی از جمله ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی و اجزای عملکرد تأثیر می‌گذارد و باعث بهبود آن‌ها و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (ایمسند، ۱۹۹۲؛ زنگی و همکاران، ۱۹۹۲).

۲-۴- تعداد شاخه فرعی

سال اول: نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سال اول آزمایش نشان داد تیمار اثر علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی در بوته سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین با افزایش کاربرد کود شیمیایی تعداد شاخه فرعی در بوته سویا نیز روندی افزایشی داشت به‌طوری‌که تعداد شاخه فرعی در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی به‌ترتیب برابر ۳/۵۱، ۳/۹۸ و ۴/۱۵ عدد در بوته بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر علف‌هرز بر تعداد شاخه فرعی سویا نشان داد با وجین علف‌های هرز تعداد شاخه فرعی سویا افزایش پیدا کرد (جدول پیوست ۴-۲).

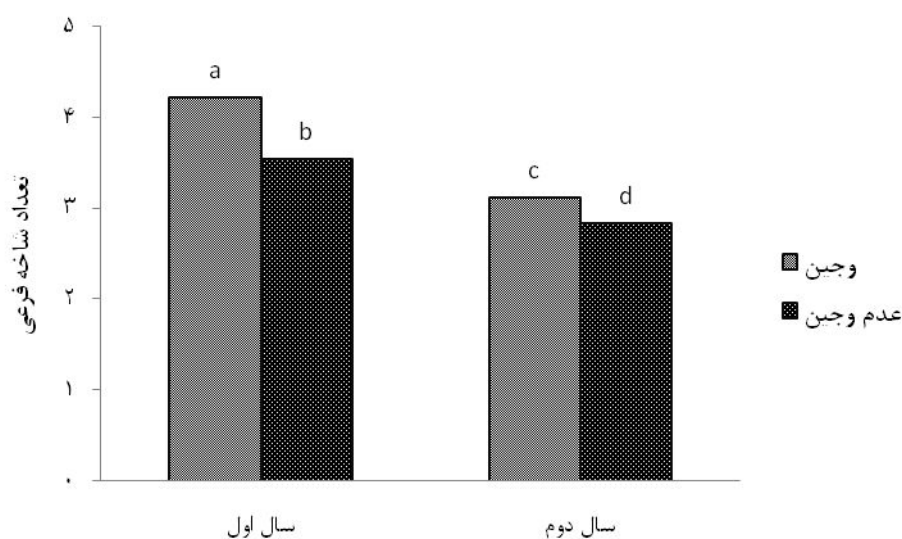
سال دوم: در سال دوم آزمایش بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات ساده و متقابل دوگانه و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی علف‌هرز بر تعداد شاخه فرعی سویا در سال دوم، عدم وجین علف‌های هرز باعث کاهش ۹/۴ درصدی تعداد شاخه‌های فرعی در بوته سویا شد که نسبت به سال اول کمتر بود (جدول پیوست ۴-۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سال دوم آزمایش بر تعداد شاخه فرعی در گیاه سویا در هنگام تلقیح با رایزوبیوم بیشترین تعداد شاخه فرعی (۳/۳۷) در ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی مشاهده شد، اما در هنگام تلقیح با قارچ مایکوریزا و تلقیح همزمان قارچ مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم و تیمار عدم تلقیح با کود بیولوژیک بیشترین تعداد شاخه فرعی سویا در ۵۰ کیلوگرم در هکتار کاربرد کود شیمیایی بدست آمد (شکل ۴-۱). بر اساس این نتایج بیشترین و کمترین تعداد شاخه‌های فرعی به ترتیب با ۳/۷۹ و ۲/۱۸ در تیمار تلقیح همزمان مایکوریزا و

رایزوبیوم و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی و عدم تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک مشاهده شد.



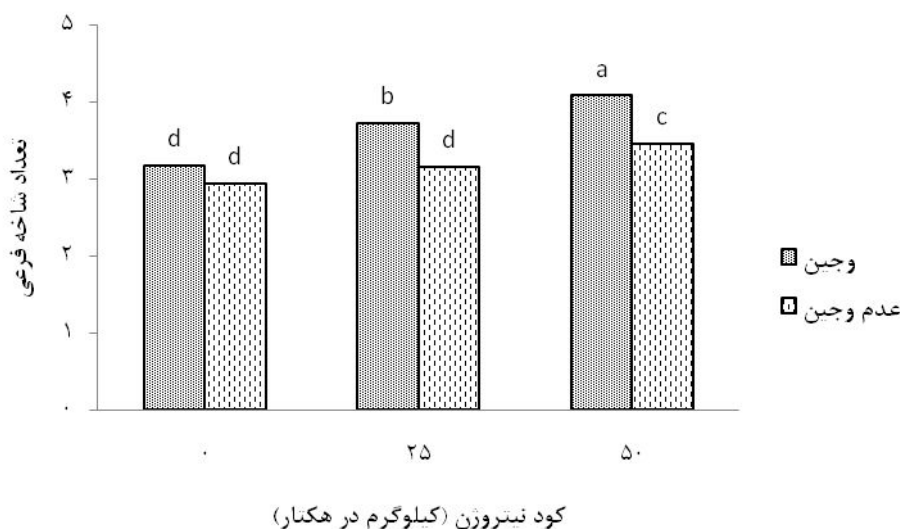
شکل ۴-۱: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی

تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر سال و اثر متقابل دوگانه سال و علف‌هرز بر تعداد شاخه فرعی در بوته سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول پیوست ۴-۶) تعداد شاخه فرعی در سال اول ۰/۸ نسبت به سال دوم بیشتر بود. نتایج مقایسه میانگین تجزیه مرکب تاثیر کود بیولوژیک بر تعداد شاخه فرعی در بوته سویا نشان می‌دهد که در هنگام کاربرد کود بیولوژیک بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی به ترتیب در سطوح تلقیح همزمان مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم (۳/۶۰) و عدم تلقیح با کود بیولوژیک (۳/۲۰) بدست آمد. همچنین می‌توان مشاهده کرد که بین سطوح مختلف کود بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال × علف‌هرز نشان می‌دهد که صفت تعداد شاخه فرعی در سال‌های مختلف نسبت به وجین و عدم وجین علف‌های هرز رفتارهای مختلفی را نشان می‌دهد (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲: اثر متقابل سال × علف هرز بر تعداد شاخه فرعی

همچنین نتایج مقایسه اثر متقابل دوگانه علف هرز و کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی در تجزیه مرکب نشان می‌دهد که در هر دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های هرز با افزایش مصرف کود نیتروژنه تعداد شاخه فرعی در بوته افزایش می‌یابد، هر چند که در حالت عدم وجین اختلاف معنی‌داری بین سطوح شاهد، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه دیده نمی‌شود اما باز هم روند افزایشی را دارا می‌باشد. بر اساس این نتایج بیشترین تعداد شاخه فرعی از تیمار وجین علف‌های هرز و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (۴/۰۹) و کمترین تعداد شاخه فرعی از تیمار عدم وجین علف‌های هرز و عدم مصرف کود شیمیایی (۲/۹۵) حاصل شد (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد شاخه فرعی

نتایج این آزمایش نشان داد با بهبود شرایط برای رشد بوته‌های سویا مانند افزایش کاربرد کود شیمیایی، وجین علف‌های هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک تعداد شاخه فرعی در بوته‌های سویا افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه ثابت شده است تعداد شاخه فرعی در سویا با یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد سویا (تعداد غلاف در بوته) رابطه مستقیم و بسیار بالایی دارد، افزایش در تعداد شاخه فرعی باعث افزایش عملکرد در سویا می‌شود. هارپر (۱۹۷۷) عنوان داشت که تعداد شاخه فرعی در بوته سویا رابطه مستقیم با تعداد غلاف در بوته سویا که مهم‌ترین جزء عملکرد دانه می‌باشد دارد، که به شدت تحت تاثیر رقابت علف‌های هرز قرار می‌گیرد. هیوم و همکاران (۱۹۸۵) نیز گزارش کردند که بین تعداد شاخه فرعی در بوته با عملکرد همبستگی بسیار نزدیکی وجود دارد و اغلب تحت تاثیر رقابت بین بوته‌ای واقع می‌شود. همچنین نتایج آزمایشات نشان داده است افزایش تعداد شاخه فرعی در سویا باعث سریع‌تر بسته شدن کانوپی و استفاده حداکثری از تشعشع خورشید می‌شود که این امر در نهایت باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه سویا می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد هر عاملی که باعث افزایش در تعداد شاخه فرعی در بوته شود باعث افزایش عملکرد سویا می‌شود.

یعقوبی و آقاعلیخانی (۱۳۹۰) در تحقیقی بر روی رقابت جمعیت طبیعی علف‌های هرز با کلزا بیان داشتند که بیشترین تعداد شاخه فرعی در کلزا در تیمارهای تداخل علف‌های هرز در مرحله ۲ تا ۴ برگی گیاه زراعی و کمترین تعداد شاخه های فرعی در مراحل تداخل تا ابتدای گلدهی، اواسط غلاف دهی و برداشت مشاهده شد. گزارش سمایی و همکاران (۱۳۸۵) مبنی بر کاهش تعداد شاخه فرعی سویا در اثر افزایش تراکم و طول دوره رقابت تاج خروس موید نتایج تحقیق حاضر می باشد. کیفیت و کمیت نور دریافتی می تواند بر تولید شاخه های فرعی در سویا تاثیر بگذارد. افزایش جمعیت گیاهان در واحد سطح سبب افزایش سایه اندازی می شود. با حضور علف‌های هرز در کنار سویا سایه اندازی افزایش یافته و سبب دریافت مقدار کمتری از تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) توسط سویا می شود، اما در مقابل میزان امواج مادون قرمز را افزایش می دهد. دریافت نور مادون قرمز توسط سویا سبب کاهش تولید شاخه های فرعی می شود (بگونیا و آلدريچ، ۱۹۸۸). هومبرتو (۲۰۰۴) گزارش کرد که طولیل شدن ساقه در محیط‌های سایه دار به تاثیر نسبت نور قرمز به مادون قرمز مربوط می شود و با کاهش این نسبت ارتفاع بوته افزایش می یابد و از تعداد شاخه های فرعی کاسته می شود. این امکان وجود دارد که افزایش ارتفاع بوته و کاهش تشکیل شاخه های فرعی تحت تاثیر نسبت پایین نور قرمز به مادون قرمز، علامت هشدار دهنده‌ای در آستانه رقابت برای نور باشد. مطالعات پیشین بوسیله موجو و چارلز-ادوارز (۱۹۸۲) حاکی از وجود رابطه خطی بین مریستم های رویشی و تعداد غلاف در بوته و مقدار نور دریافتی می باشد. این نتایج با نتایج سایر محققین از قبیل بگونیا و همکاران (۱۹۸۸) که بیان داشتند که رابطه‌ی معکوسی بین تعداد شاخه های فرعی و تعداد غلاف در بوته سویا با شدت سایه وجود دارد، همسو می باشد. حضور گیاهانی همانند گاوپنبه در جمعیت علف‌های هرز مشاهده شده در این آزمایش که ارتفاع بیشتری نسبت به سویا داشته و ساختار برگ‌های آن‌ها به صورتی است که توانایی سایه اندازی بالایی بر روی سویا دارند، می تواند دلیلی بر این امر باشد. از دیگر دلایل کاهش تعداد شاخه فرعی در اثر افزایش رقابت با علف‌های هرز می توان به کاهش منابع محیطی اختصاص یافته به جوانه‌های رویشی جانبی، در نتیجه مصرف بیشتر این منابع توسط علف‌های هرز در

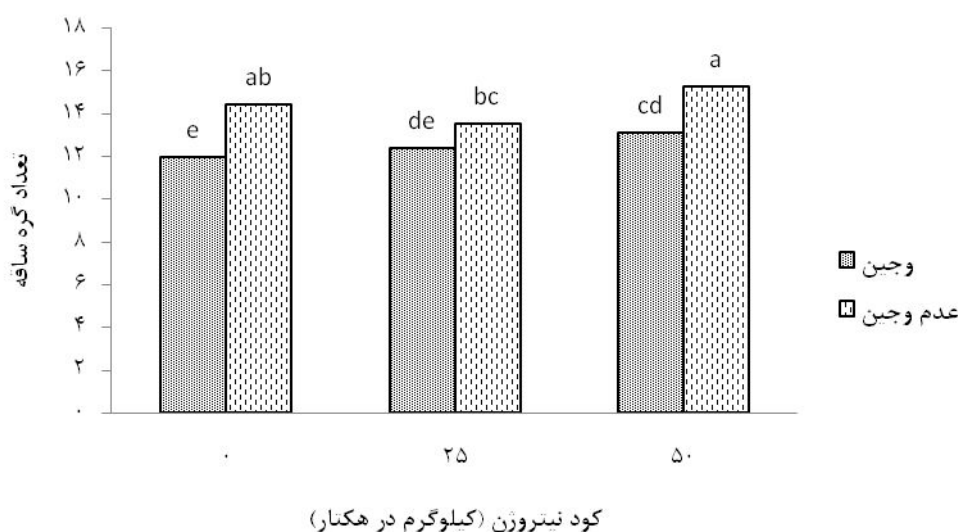
مقایسه با گیاه زراعی نسبت داد. افتخاری و همکاران (۱۳۸۴) عنوان کردند که با افزایش طول دوره رقابت با علف‌های هرز تعداد شاخه فرعی در بوته های سویا کاهش می‌یابد. آن‌ها دلیل این امر را کاهش منابع اختصاص یافته به جوانه های جانبی دانستند. علاوه بر این، رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی سبب تنگ‌تر شدن محیط رشد گیاه و در نتیجه، همگام با افزایش طول دوره رقابت، کاهش فضای لازم جهت تولید شاخه های فرعی توسط گیاه دانست. در تحقیق علی زاده و همکاران (۱۳۸۹) در مورد عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف هرز دو گیاه لوبیا و ریحان بذری در شرایط کشت مخلوط، شاخه های جانبی ریحان در تیمارهای کشت مخلوط و بدون کنترل علف هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت، که نتایج آزمایش آن‌ها با یافته‌های تحقیق حاضر هماهنگ است. به طور کلی در تراکم های پایین گیاهی، به دلیل کمتر بودن رقابت درون گونه ای و نیز وجود فضای بیشتر برای توسعه انشعابات بوته، گیاهان با استفاده از منابع موجود مقدار بیشتری شاخه فرعی تولید می‌کنند، اما با افزایش تراکم گیاهی از تعداد شاخه فرعی کاسته می‌شود (پیتر و ویلسون، ۱۹۸۱).

در آزمایشی توسط حسن پور و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شد که کاربرد کود بیولوژیک و کود شیمیایی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی کنگد شد. استارلینگ و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کرده‌اند که کاربرد کود نیتروژن، باعث افزایش تعداد شاخه فرعی شده و تجمع ماده خشک را در مرحله شروع گلدهی سویا، در لاین‌های رشد محدود و رشد نامحدود تا ۲۵ درصد و عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها را حداقل ۸ درصد افزایش داد. در این راستا گزارش شده است که در شرایط تلقیح و عدم تلقیح بذور سویا با باکتری رایزوبیوم، تلقیح با باکتری سبب افزایش معنی‌داری در میانگین تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته نسبت به شرایط عدم تلقیح با باکتری شده است (کاظمی و همکاران، ۲۰۰۵). در تحقیق دیگر بر روی گیاه مرزه بیان شد که بیشترین مقادیر تعداد برگ، سطح و وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک ساقه، طول و وزن خشک ریشه در تلقیح گیاه مرزه با قارچ میکوریزا آرباسکولار به دست آمد و کمترین مقدار برای این صفات در تیمار شاهد بدون قارچ میکوریزا حاصل شد (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۲). مرادی (۲۰۰۹) نیز در مطالعه خود

بر روی تاثیر انواع کودهای آلی و بیولوژیک بر گیاه دارویی رازیانه، افزایش تعداد شاخه اصلی و فرعی را گزارش کرد. وی نیز این موضوع را به فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای گیاه نسبت داد. قارچ میکوریزا باعث تحریک ترشح هورمون‌ها و افزایش جذب فسفر توسط گیاه می‌شود، لذا با توجه به نقش اکسین در انگیزش ریشه‌های نابجا (درونگه و همکاران، ۲۰۰۷) و همچنین نقش فسفر در بهبود ریشه زایی در گیاهان، افزایش عمق ریشه‌ها، می‌تواند ساده‌ترین استنباط از مکانیزم تاثیر قارچ میکوریزا بر رشد گیاهان باشد.

۴-۳- تعداد گره در ساقه اصلی

سال اول: نتایج تجزیه واریانس عوامل مورد بررسی بر صفت تعداد گره در ساقه اصلی سویا نشان داد تنها اثر اصلی علف‌هرز، کود شیمیایی و اثر متقابل علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد گره در ساقه اصلی سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۱). براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد گره در ساقه اصلی، روند تغییرات به این صورت بود که در تمامی حالات در تیمارهای عدم وجین تعداد گره در ساقه اصلی نسبت به تیمارهای وجین بیشتر بود (شکل ۴-۴). در تیمار وجین علف‌های هرز با افزایش مصرف کود شیمیایی تعداد گره در ساقه اصلی افزایش یافت و بیشترین و کمترین تعداد گره در ساقه اصلی در حالت وجین به ترتیب با ۱۳/۱۵ و ۱۲ گره در ساقه از تیمارهای مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف کود شیمیایی بدست آمد. اما در حالت عدم وجین شرایط اندکی متفاوت بود هر چند که تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی همانند تیمار وجین بیشترین تعداد گره در ساقه اصلی را داشت اما کمترین مقدار مربوط به تیمار مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بود که با تیمار عدم مصرف کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت.



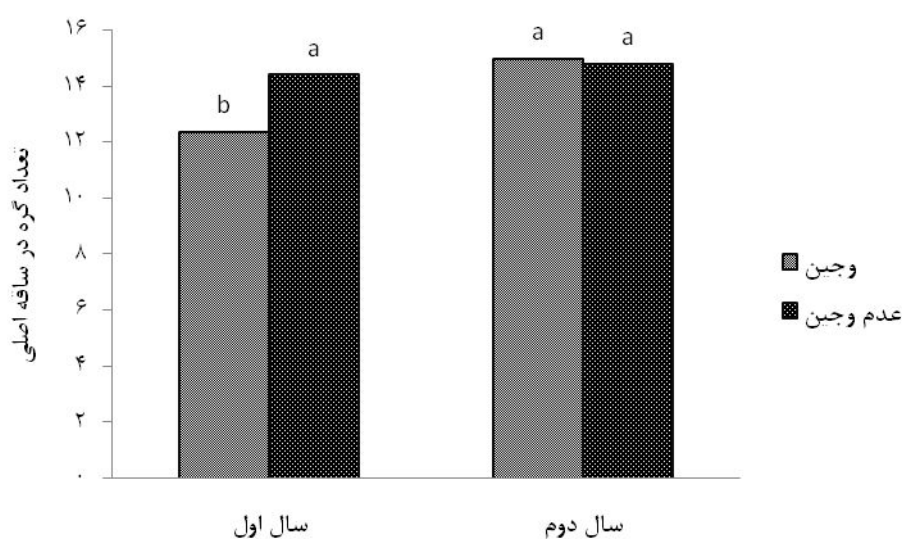
شکل ۴-۴: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد گره در ساقه اصلی

سال دوم: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در سال دوم هیچکدام از فاکتورهای علف

کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد گره در ساقه اصلی اثر معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۳-۴).

تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال و اثر متقابل سال و علف‌هرز بر

تعداد گره در ساقه اصلی سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی و متقابل دو و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تعداد گره در ساقه اصلی در سال دوم به میزان ۱/۵ عدد گره بیشتر از سال اول بود (جدول پیوست ۴-۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش کاربرد کود شیمیایی تعداد گره در ساقه اصلی سویا نیز افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که تعداد گره در ساقه اصلی سویا در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی به ترتیب برابر ۱۳/۸۶، ۱۳/۹۷ و ۱۴/۶۲ عدد بود. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین عدم وجین علف‌های هرز باعث افزایش ۸ درصدی در تعداد گره در ساقه اصلی سویا نسبت به حالت وجین شد (جدول پیوست ۴-۶). همچنین اثر سال × علف هرز معنی‌دار می‌باشد، پس تاثیر وجین و عدم وجین علف‌های هرز بر تعداد گره در ساقه اصلی در سال‌های مختلف متفاوت است (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵: اثر متقابل سال × علف هرز بر تعداد گره در ساقه اصلی

بر اساس نتایج این آزمایش هنگام کاربرد کود بیولوژیک، کود شیمیایی و عدم وجین علف‌های هرز تعداد گره در ساقه اصلی افزایش پیدا کرد. از آنجایی که تعداد گره در ساقه اصلی رابطه مستقیمی با ارتفاع بوته دارد، شرایطی که منجر به افزایش ارتفاع بوته سویا می‌شود می‌تواند دلیلی بر افزایش تعداد گره در ساقه اصلی باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که عدم وجین علف‌های هرز سبب افزایش ارتفاع بوته شد، ممکن است این مسئله دلیل افزایش تعداد گره در تیمارهای عدم وجین باشد. به طور کلی دسترسی به آب و مواد غذایی به وسیله کودهای بیولوژیک از طریق تولید اسیدهای حل کننده فسفات بهبود می‌یابد، که با آزاد سازی فسفر معدنی و آلی موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی، بهبود ریشه زایی و در نهایت افزایش تعداد گره و میان گره می‌شود (سرمندیا و کوچکی، ۱۹۹۱). نودیپ و دالجت (۲۰۱۶) در آزمایشی بر روی گیاه بامیه بیان داشتند که با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۷۵ به ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار تعداد گره در ساقه اصلی بامیه افزوده می‌شود. همراستا با نتایج این تحقیق اکاجینا و همکاران (۱۹۸۳) و جونز و همکاران (۱۹۹۵) و ساوی (۱۹۹۳) دریافتند که کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته می‌شود. آن‌ها بیان داشتند که افزایش در تعداد برگ‌ها می‌تواند به دلیل افزایش در تعداد گره در ساقه باشد. منصوری فر و همکاران (۲۰۱۰)

گزارش کردند با افزایش استفاده از کود نیتروژن در هکتار، ارتفاع بوته و سطح برگ در گیاه ذرت افزایش پیدا کرد که این امر باعث افزایش مواد فتوسنتزی در بوته ذرت شد و در نهایت عملکرد دانه افزایش پیدا کرد. البته نتایج متفاوتی در این زمینه ارائه شده است. به عنوان مثال در تحقیق دیگری پوررضا و همکاران (۱۳۸۶) بیان داشتند که افزایش ارتفاع بوته به ازای افزایش یک گره در ساقه اصلی بستگی به تعداد گره دارد. آنان بیان داشتند در سطوح پایین تعداد گره، افزایش در ارتفاع بوته به ازای افزایش هر گره در ساقه کم می باشد ولی در سطوح بالایی تعداد گره، این افزایش در ارتفاع بیشتر است. امید موسایی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر تعداد گره در ساقه اصلی بیان داشتند که تعداد گره در ساقه لوبیا سفید با کاربرد کودهای بیولوژیک افزایش پیدا کرد اما فاصله میانگره ها متاثر از این قضیه نبود. ثانی و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه اثر توأم قارچ میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد بر روی ذرت رقم SC 704 به این نتیجه رسیدند که بیشترین ارتفاع بوته و تعداد برگ مربوط به تیمار قارچ میکوریزا بود. رحیمی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی نقش همزیستی میکوریزا بر دو رقم سورگوم بیان کردند که استفاده از میکوریزا سبب افزایش صفات رویشی از جمله ارتفاع بوته و قطر ساقه و همچنین افزایش عملکرد می‌شود.

۴-۴- قطر ساقه

سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس تنها اثر اصلی علف‌هرز بر قطر ساقه سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات ساده و متقابل اثر معنی‌داری بر قطر ساقه سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۱). وجین علف‌های هرز باعث افزایش $\frac{3}{8}$ درصدی در قطر ساقه بوته‌های سویا نسبت به حالت عدم وجین شد (جدول پیوست ۴-۲).

سال دوم: در سال دوم نیز همانند سال اول بر اساس نتایج تجزیه واریانس تنها اثر اصلی علف-هرز بر قطر ساقه سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی و متقابل تاثیر معنی‌داری بر قطر ساقه سویا

نداشتند (جدول پیوست ۴-۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین عدم وجین علف‌های هرز باعث کاهش قطر ساقه بوته سویا به مقدار ۰/۵ میلی‌متر شد (جدول پیوست ۴-۴).

تجزیه مرکب: مطابق نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر سال و هیچیک از اثرات متقابل سال و عوامل مورد مطالعه بر صفت قطر ساقه سویا معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۴-۵).

نتایج این آزمایش نشان داد قطر ساقه با افزایش کاربرد کود شیمیایی و وجین علف‌های هرز افزایش پیدا می‌کند. در واقع می‌توان این گونه بیان کرد که هنگام کاربرد بیشتر کود شیمیایی شرایط برای رشد و نمو بهتر بوته‌ها فراهم می‌شود بوته‌های سویا قطر ساقه خود را افزایش داده تا بتوانند تعداد شاخه فرعی بیشتری داشته و ارتفاع بیشتر بوته‌ها را تحمل کنند.

منصوری فر و همکاران (۲۰۱۰) یکی از دلایل افزایش عملکرد به موازات مصرف بیشتر نیتروژن را افزایش میزان کلروفیل در برگ گیاهان ذکر کردند. ایشان بیان کردند همزمان با افزایش مواد فتوسنتزی و رشد گیاه بافت چوبی ساقه حجیم‌تر شده تا بتواند افزایش ارتفاع بوته و افزایش تعداد شاخه‌های فرعی را تحمل کند. همچنین بیان شده است با توجه به اینکه نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها، گیاه به توسعه قطر ساقه و سطح برگ می‌پردازد که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را نیز به دنبال خواهد داشت و نهایتاً عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه را افزایش خواهند داد (مدیوایلا و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد نیتروژن از طریق فراهم کردن شرایط مناسب برای رشد پوشش گیاهی، شاخص و دوام سطح برگ بیشتر باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی و بنابراین فراهم نمودن شرایط تغذیه ای مناسب تر برای گیاه در طول دوره رشد شده و تولید بوته‌ها با ارتفاع، قطر و تعداد برگ بیشتر را امکان پذیر کرده باشد. همسو با نتایج این تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۵) بیان داشتند که مصرف کود نیتروژن سبب افزایش قطر ساقه سورگوم

دانه ای شد. علاوه براین علت افزایش ارتفاع بوته و تعداد برگ در ساقه اصلی سورگوم در تیمار های کاربرد نیتروژن نسبت به تیمارهای عدم کاربرد نیتروژن را می توان به واسطه نقش نیتروژن در تولید و صدور هورمون سیتوکنین از ریشه به اندام های هوایی که موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی، رشد و ارتفاع گیاه می گردد (مارشنر، ۱۹۹۵) دانست.

افزایش تراکم بوته در واحد سطح باعث کاهش قطر ساقه می شود، در واقع هنگامی که در واحد سطح علف هرز با گیاه زراعی همراه هم رشد می کنند رقابت بر سر دریافت نور باعث می شود ارتفاع بوته هماهنگ با قطر ساقه افزایش نیابد و افزایش ارتفاع باعث کاهش قطر ساقه می شود. ویلیامز و لیندکوئیست (۲۰۰۷) اظهار کردند که در ذرت، تداخل علف های هرز سبب افزایش ارتفاع شد. افزایش نسبت نور مادون قرمز نسبت به نور قرمز به علت سایه اندازی علف های هرز، دلیل افزایش ارتفاع گیاه در اثر رقابت بیان شده است (روهریگ و استوزل، ۲۰۰۱). این افزایش ارتفاع، صرفاً به دلیل افزایش در اندازه سلول ها، بدون تغییر در میزان تقسیم سلولی است، که این امر در نهایت باعث می شود قطر ساقه با افزایش ارتفاع تغییری نکند (اسمیت، ۱۹۸۶). در تحقیق انجام شده توسط عربی و صفاری (۱۳۹۳) بر تاثیر رقابت علف های هرز در عملکرد و صفات رویشی سورگوم مشاهده شد که بیشترین قطر ساقه در تیمار وجین کامل در طول فصل رشد و کمترین قطر ساقه در تیمار عدم وجین علف های هرز در طول فصل رشد مشاهده شد. ایوب و همکاران (۲۰۰۳) بیان داشتند که کاهش قطر ساقه در تراکم های بالا می تواند به دلیل افزایش رقابت درون گونه ای باشد که طی آن گیاهان برای جذب نور بیشتر بر ارتفاع خود افزوده و با توجه به محدودیت مواد فتوسنتزی تولیدی افزایش ارتفاع ساقه در تراکم های بالا با کاهش قطر ساقه همراه خواهد بود. همچنین با افزایش تراکم بوته، نوری که به کف کانوپی می رسد کم شده و رقابت بین اندام های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع زیاد شده و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی گیرد که مجموع این عوامل می توانند باعث افزایش طول میانگره ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گردد (رضوانی مقدم و نصیری محلاتی، ۱۳۸۲).

۴-۵- ارتفاع اولین غلاف

سال اول: نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در بوته سویا نشان داد تنها اثرات اصلی علف‌هرز و کود شیمیایی بر ارتفاع اولین غلاف معنی‌دار می‌باشد و سایر منابع تغییر اثر معنی‌داری بر ارتفاع اولین غلاف سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین عدم وجین علف‌های هرز باعث شد ارتفاع اولین غلاف در بوته‌های سویا به مقدار $2/18$ سانتی‌متر افزایش پیدا کند، همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین با افزایش کاربرد کود شیمیایی ارتفاع اولین غلاف در سطح کاربرد 25 کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار، $5/6$ درصد و در سطح 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه $13/5$ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد (جدول پیوست ۴-۸).

سال دوم: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفات در سال دوم آزمایش تنها اثر اصلی علف‌هرز بر ارتفاع اولین غلاف سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی و متقابل تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع اولین غلاف سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین عدم وجین علف‌های هرز ارتفاع اولین غلاف را به مقدار $8/6$ درصد در بوته‌های سویا افزایش داد (جدول پیوست ۴-۱۰).

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد اثر سال بر ارتفاع اولین غلاف سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل سال با عوامل مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۱۱). نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر ارتفاع اولین غلاف سویا نشان داد کاربرد 25 کیلوگرم کود نیتروژنه باعث افزایش $3/4$ درصدی و کاربرد 50 کیلوگرم کود نیتروژنه باعث افزایش $8/9$ درصدی در ارتفاع اولین غلاف در بوته‌های سویا می‌شود هر چند که تفاوت آماری معنی‌داری بین مصرف 25 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و عدم مصرف کود شیمیایی دیده

نشد (جدول پیوست ۴-۱۲). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین، عدم وجین علف‌های هرز ارتفاع اولین غلاف در بوته سویا را به مقدار ۱/۷ سانتی‌متر افزایش داد (جدول پیوست ۴-۱۲). در سال دوم ارتفاع اولین غلاف در بوته‌های سویا نسبت به سال اول ۱/۴۸ سانتی‌متر افزایش نشان داد. در واقع بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد با افزایش میزان رشد رویشی و ارتفاع بوته سویا، ارتفاع اولین غلاف سویا نیز افزایش پیدا کرد. بر اساس نتایج این آزمایش تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک، کاربرد کود شیمیایی و عدم وجین علف‌های هرز باعث افزایش در ارتفاع بوته سویا می‌شود، که این امر در نهایت ارتفاع اولین غلاف سویا از سطح زمین را نیز افزایش می‌دهد (جدول پیوست ۴-۱۲).

ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی بر روی سویا با عنوان بررسی تاریخ کشت و تراکم‌های مختلف بر روی صفات فنولوژیکی عملکرد جامعه علف هرز بیان داشتند که تاریخ کشت و تراکم تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع تشکیل اولین غلاف از سطح زمین نداشته، اما تاثیر تیمار علف‌های هرز بر ارتفاع اولین غلاف و تعداد غلاف در گره معنی‌دار بود. ایشان بیان کردند که بیشترین ارتفاع غلاف و تعداد غلاف به ترتیب مربوط به تیمارهای عدم وجین و وجین علف‌های هرز بود. به نظر می‌رسد که تیمار عدم وجین علف‌های هرز با تاثیری که در این آزمایش بر ارتفاع بوته داشت سبب افزایش ارتفاع تشکیل اولین غلاف از سطح زمین شده باشد.

در آزمایشی دیگر بر روی تاثیر نیتروژن بر خصوصیات سویا رقم سحر واقع در استان گلستان منطقه خان‌بین بیان شد که ارتفاع تشکیل اولین غلاف تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفته و با افزایش مصرف کود نیتروژن ارتفاع تشکیل اولین غلاف افزایش یافت (اسماعیلی، ۱۳۸۹). در تحقیقی دیگر که شامل تیمارهای مختلفی از کود نیتروژن بود با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ارتفاع غلاف پر از سطح زمین بیشتر شد. در این حالت ارتفاع غلافها از (۱۱/۴) به (۱۴/۱) سانتی‌متر افزایش پیدا کرد (از، ۲۰۰۸). بسته شدن غلاف‌ها در نزدیکی سطح خاک برداشت محصول را با مشکل روبرو می‌کند.

لذا قرار گرفتن اولین غلاف در سطح بالاتری از خاک یک فاکتور مناسب می‌باشد (کالیسکان و همکاران، ۲۰۰۷).

امروزه محققان بیان کرده‌اند که قارچ‌های میکوریزا با توجه به نقش مهمی که در فراهمی و تأمین عناصر غذایی و بهبود حاصلخیزی خاک ایفا می‌کنند، باعث افزایش رشد رویشی گیاهان زراعی شوند. در واقع این قارچ‌ها با افزایش جذب و انتقال آب و مواد غذایی و افزایش فتوسنتز (رویزسانچز و همکاران، ۲۰۱۰) افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی (کاردوسو و کایپر، ۲۰۰۶؛ داکورا، ۲۰۰۳) و افزایش مقاومت گیاه به شرایط نامساعد محیطی (حیدری و کریمی، ۲۰۱۴)، افزون بر بهبود رشد، ارتفاع و فتوسنتز گیاه، می‌توانند بر همزیستی گیاه با دیگر ریز جانداران از جمله باکتری‌های رایزوبیوم نیز مؤثر باشند (چالک و همکاران، ۲۰۰۶). بر پایه یافته‌های زارعی و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد رایزوبیوم و ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه به همراه باکتری‌های محرک رشد باسیلوس و سودوموناس، باعث افزایش رشد رویشی در سویا شد، که این امر خود منجر به افزایش شمار برگ در بوته و ارتفاع اولین غلاف در سویا گشت.

۴-۶- طول غلاف

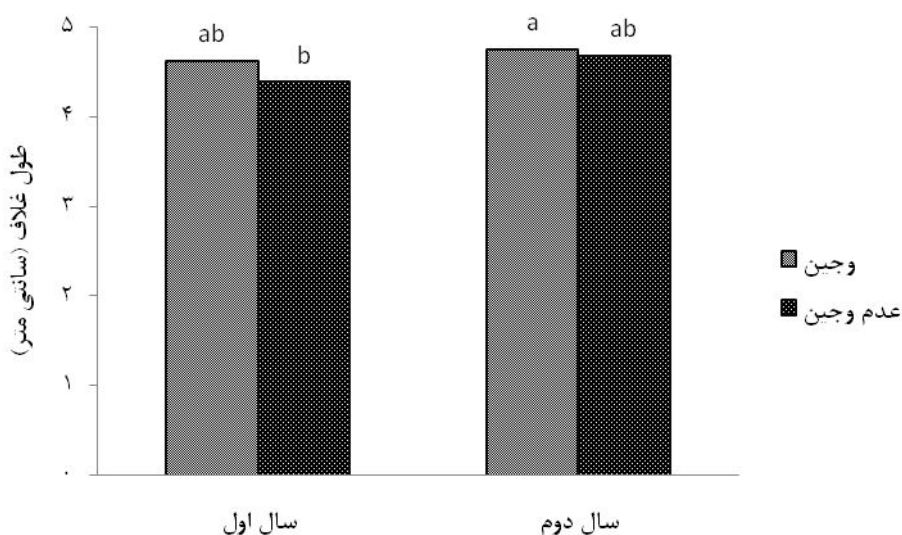
سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سال اول آزمایش هیچ کدام از عوامل آزمایش بر طول غلاف بوته‌های سویا اثر معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۴-۷).

سال دوم: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در سال دوم تنها اثر متقابل سه‌گانه علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر طول غلاف در بوته‌های سویا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی و متقابل دوگانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه در حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز به‌طور

کلی تقریباً در بیشتر تیمارها با کاربرد کود شیمیایی در سطوح مختلف کود بیولوژیک طول غلاف سویا افزایش پیدا کرد.

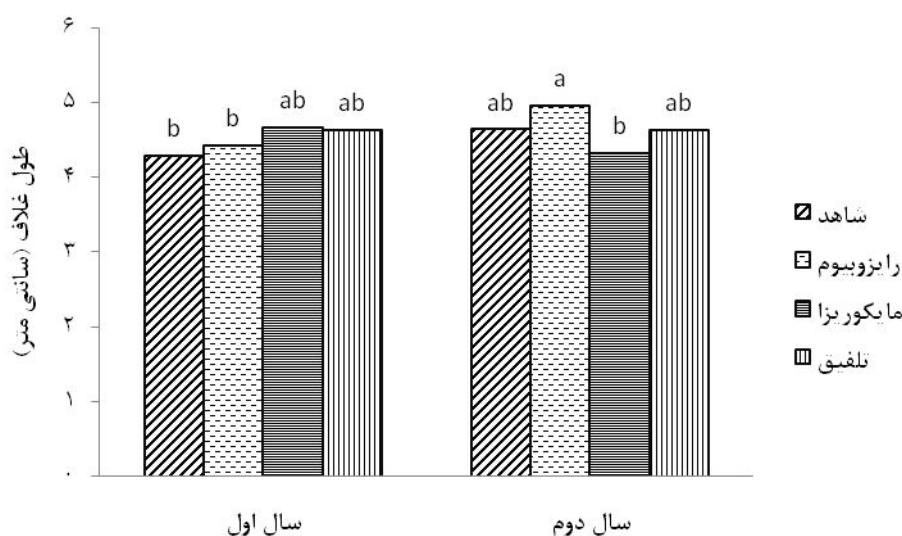
تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب این صفت نشان داد هیچکدام از اثرات اصلی و متقابل بجز اثر متقابل سال $\times$ علف هرز و اثر متقابل سال $\times$ کود بیولوژیک بر صفت طول غلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبودند. همچنین می‌توان مشاهده کرد که اثر چهارگانه سال، علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سطح احتمال ۵ درصد صفت طول غلاف را تحت تاثیر معنی‌دار قرار داد (جدول پیوست ۴-۱۱).

اثر متقابل سال $\times$ علف هرز معنی‌دار است. پس تاثیر علف‌های هرز بر این صفت در سال‌های مختلف یکسان نبوده است. پس این دو پارامتر در مورد این صفت مستقل عمل نمی‌کنند (شکل ۴-۶). به‌علاوه معنی‌دار بودن اثر متقابل سال $\times$ کود بیولوژیک، نشان می‌دهد که تاثیر کود بیولوژیک بر طول غلاف در سال‌های مختلف متفاوت بوده، و این دو پارامتر اثر مستقل بر طول غلاف نداشتند (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۶: اثر متقابل سال $\times$ علف هرز بر طول غلاف

محققان گزارش نمودند که اصولاً طول غلاف تحت کنترل ساختار ژنتیکی است و عوامل به‌زراعی و محیطی بر روی آن اثر اندکی دارند (ساکسنا و همکاران، ۲۰۰۷). پژوهشگران مشاهده نمودند که هر عاملی که موجب کم شدن فواصل بین مراحل گلدهی کامل تا رسیدگی گردد، از میزان تعداد دانه در غلاف یا طول غلاف می‌کاهد (ویلکوکس و همکاران، ۲۰۰۹). مصرف نیتروژن به علت افزایش طول دوره رشد گیاه موجب



شکل ۴-۷: اثر متقابل سال × کود بیولوژیک بر طول غلاف

افزایش در طول غلاف و تبعاً تعداد دانه در غلاف می‌شود (بهنیرگو و همکاران، ۲۰۰۹؛ خان و همکاران، ۲۰۰۶؛ باشان، ۲۰۰۶). نتایج این آزمایش نشان دهنده آن است که طول غلاف تحت تاثیر تیمار کود شیمیایی قرار نگرفته است و یافته‌های طاهرخانی و همکاران (۱۳۸۶) را تصدیق می‌کند. آن‌ها اثر سه نوع کود بیولوژیک و کود شیمیایی را روی سه رقم لوبیا مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که میانگین طول غلاف در بوته تحت تأثیر معنی‌دار تیمار قرار نگرفت. کاظمی پشت مساری و همکاران (۱۳۸۶) نیز کاربرد کود زیستی را در افزایش طول غلاف بی تاثیر گزارش کردند، اما بیان کردند با تلقیح بوته‌های باقلا با کود زیستی طول غلاف باقلا به‌طور غیر معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. حاجباشی (۱۳۸۴) در بررسی خود روی سه رقم لوبیا به این نتیجه رسید که ارقام رشد نامحدود نسبت

به ارقام رشد محدود طول غلاف کوتاهتری دارند و اختلاف بین ارقام را ژنتیکی توصیف کرد. در تحقیقی دیگر امینی (۱۳۸۱) اعلام کرد صفت وزن خشک غلاف دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با میزان کاربرد کود نیتروژن می‌باشد، در واقع با استفاده بیشتر از کود نیتروژنه طول غلاف افزایش پیدا کرد.

۴-۷- تعداد غلاف خالی در بوته

سال اول و دوم: نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف علف‌هرز، کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثرات متقابل آن‌ها بر تعداد غلاف خالی در بوته در سال‌های اول و دوم آزمایش نشان داد که هیچ‌کدام از اثرات اصلی و متقابل بر تعداد غلاف خالی در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۴-۷ و ۴-۹).

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال، علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد غلاف خالی در بوته نشان داد تنها اثر اصلی سال و علف‌هرز بر تعداد غلاف خالی در بوته سویا معنی‌دار شد و سایر اثرات اصلی، دو گانه، سه‌گانه و چهارگانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت ندارند (جدول پیوست ۴-۱۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین سال اول ۱۴/۵ درصد تعداد غلاف خالی در بوته کمتری نسبت به سال دوم داشت و با وجین علف‌های هرز ۷ درصد تعداد غلاف‌های خالی در بوته سویا کاهش پیدا کرد (جدول پیوست ۴-۱۲). بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان چنین بیان کرد که وجین علف‌های هرز سبب افزایش دسترسی به منابع شده که این امر باعث می‌شود تعداد غلاف خالی در بوته به طور معنی‌داری نسبت به حالت عدم وجین علف‌های هرز کاهش پیدا کند. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد با افزایش کاربرد کود نیتروژنه و تلقیح با کود بیولوژیک می‌توان نسبت به شاهد تعداد غلاف خالی کمتری در بوته داشت هر چند که اختلاف ایجاد شده از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

محققان بیان کرده‌اند که برقراری یک رابطه همزیستی سه جانبه بین گیاه به عنوان میزبان و باکتری‌های رایزوبیوم و قارچ‌های میکوریزا موجب بهبود رشد گیاه می‌شود (اورتاس، ۲۰۰۴) و با تقویت تأثیر از یکدیگر، نقش مؤثرتری در افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد به ویژه تعداد غلاف در بوته گیاهان خواهند داشت. در آزمایشی دماوندی و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند، کاربرد همزمان رایزوبیوم و میکوریزا با تشدید تأثیر یکدیگر، منجر به افزایش عملکرد دانه سویا شدند. ایشان بیان کردند مهم‌ترین جزء عملکرد دانه تعداد غلاف در بوته بود، که با تلقیح میکوریزا و رایزوبیوم به‌طور معنی‌داری تعداد غلاف در بوته سویا نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. در نتایج تحقیق دیگری گزارش شد، کاربرد میکوریزا باعث افزایش عملکرد زیست توده، وزن خشک ساقه، شمار دانه در غلاف و شمار غلاف در بوته نخود شد (محمدی و همکاران، ۲۰۱۴).

در یک بررسی بیشترین تعداد غلاف پر در بوته لوبیا از کاربرد ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و تلقیح رایزوبیوم به دست آمد و کمترین تعداد غلاف پر در بوته از عدم کاربرد نیتروژن و رایزوبیوم حاصل شد (طاهرخانی و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین در نتایج بررسی دیگری گزارش شد که کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به همراه تلقیح سویا با برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه) این گیاه را افزایش داد. در آزمایش تأثیر تلقیح دوگانه میکوریزا و رایزوبیوم (*Rhizobium phaseoli*) بر عملکرد رقم‌های مختلف لوبیا (*Phaseolous vulgaris*) گزارش شد، عملکرد این گیاه با کاربرد همزمان قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های رایزوبیوم نسبت به کاربرد منفرد آنها برتری قابل توجهی داشت (صفاپور و همکاران، ۲۰۱۰).

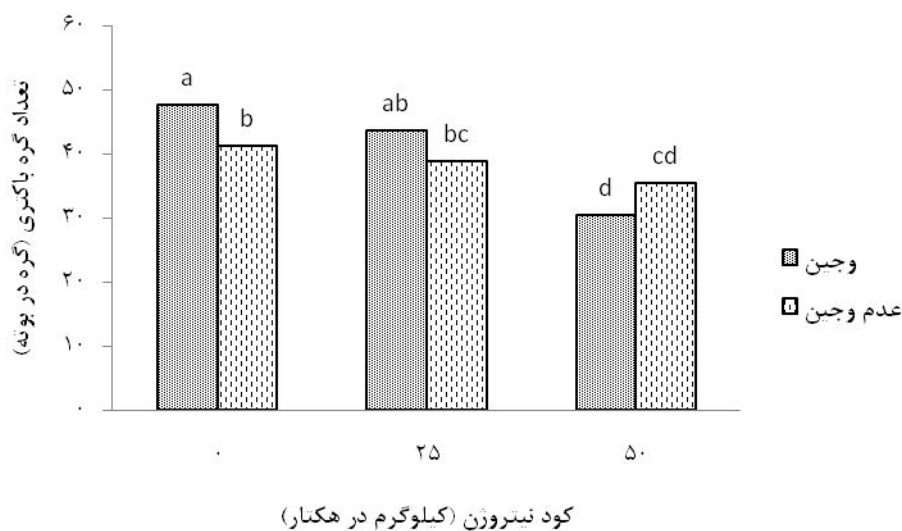
۴-۸- تعداد گره باکتری

سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود بیولوژیک و کودشیمیایی بر تعداد گره سویا تنها اثرات اصلی کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه و سه‌گانه از لحاظ آماری تاثیر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشتند (جدول پیوست ۴-۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک باعث افزایش تعداد گره در بوته‌های سویا نسبت به حالت شاهد شد، همچنین نتایج حاصله حاکی از آن است که بیشترین تعداد گره در هنگام تلقیح با رایزوبیوم (۴۳/۰۸ گره در بوته) و پس از آن در تیمار تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم (۳۹/۱۴ گره در بوته) مشاهده شد (جدول پیوست ۴-۸). البته لازم به ذکر است که در مزرعه آزمایشی به‌دلیل اینکه در سال‌های قبل نیز سویا کشت شده بود در تیمار عدم تلقیح با رایزوبیوم نیز گره تثبیت‌کننده نیتروژن (۲۳/۸۲ گره در بوته) مشاهده شد که تعداد آن به مراتب کمتر از سطوحی بود که در سال آزمایش تلقیح با رایزوبیوم انجام شده است (جدول پیوست ۴-۸). در رابطه با اثر سطوح مختلف کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری در سال اول آزمایش می‌توان این‌گونه بیان کرد که کاربرد بیش از حد کود نیتروژنه (۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار) و همچنین عدم کاربرد کود نیتروژنه باعث کاهش تعداد گره در سویا شد. بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در ابتدای فصل رشد باعث افزایش در تعداد گره سویا گردید، بدین صورت که تعداد گره در سویا در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب برابر ۳۷/۳۹، ۳۹/۰۹ و ۲۸/۹۸ گره در بوته بود (جدول پیوست ۴-۸).

سال دوم: نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود شیمیایی و کود بیولوژیک در سال دوم بر تعداد گره باکتری نشان داد اثرات اصلی کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد گره در سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی با

تلقیح بوته‌های سویا با کودهای بیولوژیک تعداد گره در بوته‌های سویا افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد گره در سطوح تلقیح جداگانه رایزوبیوم (۵۸/۶۹ گره در بوته) مشاهده شد و کمترین تعداد گره در تیمار عدم تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک (۲۸/۴۹ گره در بوته) بدست آمد (جدول پیوست ۴-۱۰).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف هرز و کود شیمیایی بر تعداد گره سویا در هر دو حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز کمترین تعداد گره در هنگام کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی مشاهده شد و بیشترین تعداد گره در هنگام عدم کاربرد کود شیمیایی بدست آمد (شکل ۴-۸)، در واقع می‌توان این گونه بیان کرد که کاربرد کود نیتروژنه به میزان بالا در محیط رشد ریشه سویا باعث کاهش همزیستی بین باکتری‌های رایزوبیوم و ریشه سویا می‌شود که این امر در نهایت کاهش گره‌بندی در گیاه سویا را در پی دارد.

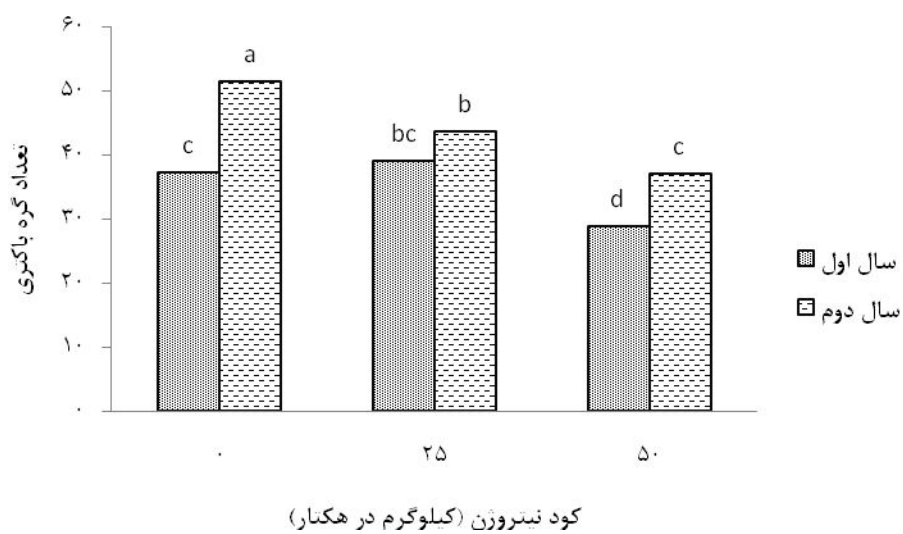


شکل ۴-۸: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری

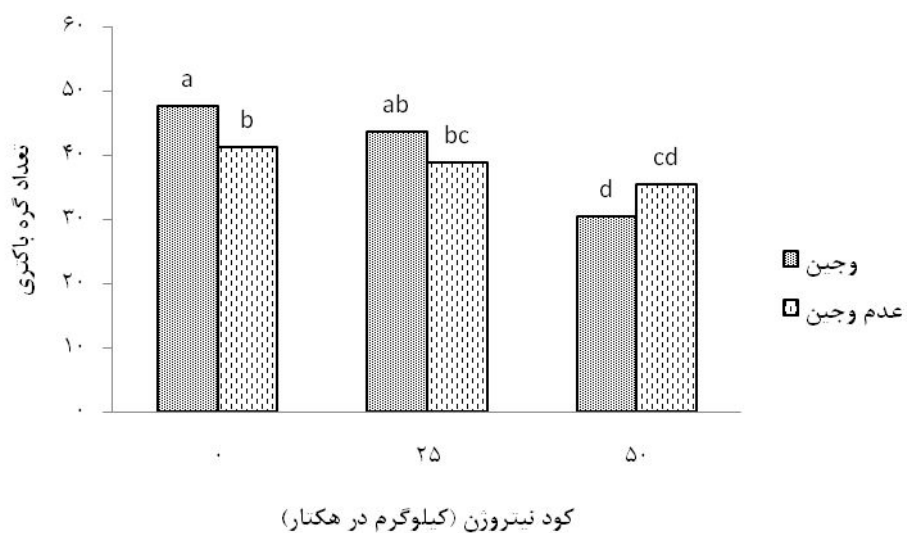
تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثرات اصلی سال، کود بیولوژیک، کود شیمیایی، اثر متقابل دوگانه سال و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل دوگانه علف هرز و کود شیمیایی و اثر

متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد گره سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه، سه‌گانه و چهارگانه تاثیری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۱۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان می‌دهد که در تعداد گره سال دوم آزمایش (۴۴/۱۷ گره در بوته) به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول (۳۵/۱۵ گره در بوته) بود (جدول پیوست ۴-۱۲).

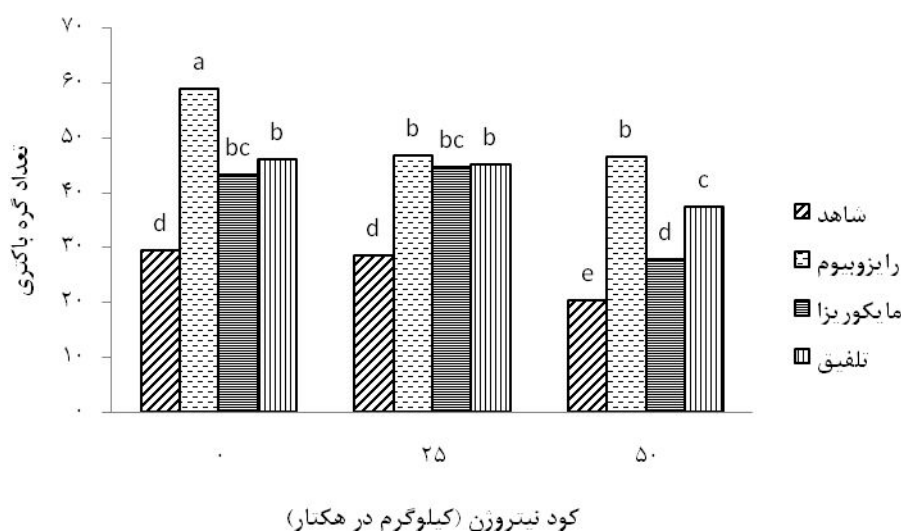
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر متقابل دوگانه سال و کود شیمیایی در سطح احتمال ۵ درصد این صفت را تحت تاثیر قرار داد (شکل ۴-۹). این موضوع نشان می‌دهد که تغییرات تعداد گره باکتری در سال‌های متعدد و در سطوح مختلف کود شیمیایی یکسان نبوده و مستقل از یکدیگر نمی‌باشد. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد گره سویا نشان داد که در هر دو شرایط وجین و عدم وجین با افزایش کاربرد کود شیمیایی تعداد گره در سویا کاهش پیدا کرد، به عبارت دیگر تعداد گره در بوته سویا و مقدار کود نیتروژن در دسترس بوته‌های سویا رابطه عکس با هم دارند و هر چه نیتروژن در دسترس بوته‌ها کمتر باشد تعداد گره در بوته سویا نیز افزایش پیدا می‌کند (شکل ۴-۱۰). باتوجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری می‌توان مشاهده کرد که بیشترین تعداد گره در تمام سطوح کود شیمیایی در هنگام تلقیح با باکتری رایزوبیوم و پس از آن بیشترین تعداد گره در تمام سطوح کود شیمیایی در هنگام تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم حاصل شد، همچنین کمترین تعداد گره در بوته سویا در تمام سطوح کود شیمیایی در هنگام عدم تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک بدست آمد (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۹: اثر متقابل سال $\times$ کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری



شکل ۴-۱۰: اثر متقابل علف هرز $\times$ کود نیتروژن بر تعداد گره باکتری



شکل ۴-۱۱: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر تعداد گره باکتری

به نظر می‌رسد در شرایط کاربرد مقادیر بالای نیتروژن به عنوان استارتر، گره‌های تثبیت کننده نیتروژن و همچنین همزیستی ریشه با مایکوریزا به خوبی صورت نمی‌گیرد و وجود نیتروژن زیاد در خاک بر رابطه‌های همزیستی گیاه با ریزجانداران تأثیر منفی دارد (شیری و راعی، ۲۰۱۴). وجود نیتروژن کافی به عنوان کود استارتر در حضور رایزوبیوم باعث تقویت رشد و افزایش عملکرد گیاه می‌شود، ولی در مقادیر بالای نیتروژن به دلیل تأثیر سوء بر فعالیت باکتری رایزوبیوم و کاهش تولید آنزیم‌های تثبیت کننده نیتروژن، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (طاهرخانی و همکاران، ۲۰۰۷). قارچ های مایکوریزا می‌توانند شرایط رضایت بخشی را در مواقع کمبود فسفر ایجاد کنند. اثرات مثبت مایکوریزا بر روی تثبیت نیتروژن به نقش آن‌ها در تأمین بخشی از فسفر مورد نیاز گیاه نسبت داده شده است. تحریک فعالیت غده‌ها به وسیله قارچ‌های مایکوریزا ممکن است یا به واسطه افزایش مستقیم فعالیت غدد و یا به خاطر متعال کردن تغذیه گیاه میزبان باشد (اردکانی، ۱۳۷۸). تلقیح با باکتری، ازت کل و ازت تثبیت شده و مقدار لگ هموگلوبین، کلروفیل برگ، وزن خشک گیاه و عملکرد دانه و علوفه را در گیاه سویا افزایش می‌دهد (برومندان و همکاران، ۱۳۷۹). افزایش مصرف کود نیتروژن در میزان تثبیت نیتروژن با اثر منفی همراه است و تلقیح بذور لوبیا با باکتری رایزوبیوم علاوه بر افزایش عملکرد،

باعث کاهش مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژن می‌شود (اردکانی، ۱۳۷۸). در بررسی اثر باکتری-های محرک رشد بر گره‌زایی و عملکرد سویا توسط شیری و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شد که این باکتری‌ها با افزایش گره‌زایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، عملکرد دانه را افزایش دادند. این محققان بیان کردند، تأثیر این باکتری‌ها به همراه ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و کاربرد ریزوبیوم تأثیر بیشتری بر عملکرد گیاه و تثبیت نیتروژن داشت و در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کوددهی + ریزوبیوم، عملکرد و تثبیت نیتروژن کاهش یافت.

۴-۹- وزن خشک گره باکتری

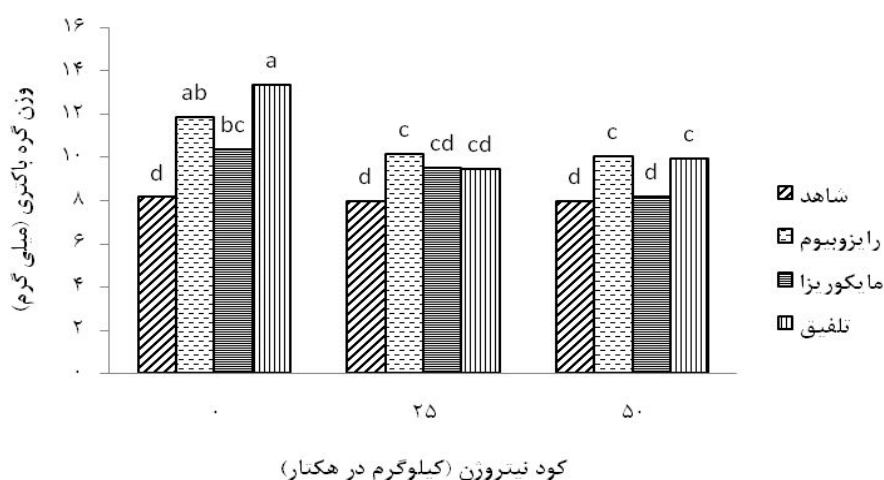
سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن خشک گره باکتری در سال اول نشان داد که تنها اثرات اصلی کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن گره تثبیت کننده نیتروژن معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه و سه گانه تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۷). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، هنگامی که تلقیح به وسیله ریزوبیوم و یا تلقیح ریزوبیوم و مایکوریزا همزمان انجام می‌شود وزن خشک گره تثبیت کننده نیتروژن به‌طور معنی‌داری نسبت به سطوح عدم تلقیح با کود بیولوژیک و تلقیح با مایکوریزا بیشتر بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر وزن خشک گره نشان داد با افزایش کاربرد کود شیمیایی وزن خشک گره کاهش یافت، به‌طوری‌که وزن خشک گره در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌ترتیب برابر ۱۱، ۸/۶۸ و ۸/۳۵ میلی‌گرم در بوته بود (جدول پیوست ۴-۸).

سال دوم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سال دوم تنها اثر اصلی کود بیولوژیک بر وزن خشک گره معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی و متقابل دوگانه و سه گانه بر این صفت تأثیر معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۴-۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر کود بیولوژیک بر وزن خشک گره،

بالاترین وزن خشک گره (۱۱/۴۲ میلی گرم در بوته) در هنگام تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم مشاهده شد و کمترین وزن خشک گره (۸/۸۱ میلی گرم در بوته) در شرایط عدم تلقیح با کود بیولوژیک مشاهده شد (جدول پیوست ۴-۱۰).

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر اصلی سال و اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن خشک گره معنی‌دار بود و سایر اثرات اصلی، دوگانه، سه گانه و چهارگانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۱۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین وزن خشک گره در سال دوم نسبت به سال اول ۹/۱ درصد افزایش داشت (جدول پیوست ۴-۱۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک گره با ۱۳/۴۰ میلی گرم در بوته مربوط به تیمار تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم و عدم مصرف کود شیمیایی و کمترین وزن خشک گره با ۷/۹۷ میلی گرم در بوته مشترکاً مربوط به تیمارهای عدم مصرف کود بیولوژیک و مصرف کود شیمیایی ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود نیتروژن بر وزن گره باکتری

محققان بیان کرده‌اند کاربرد زیاد نیتروژن باعث کاهش وزن خشک گره باکتری در گیاه سویا می‌شود که علت این امر را می‌توان به تأثیر منفی مقادیر بالای نیتروژن بر همزیستی گیاه با ریز جانداران از جمله باکتری برادی رایزوبیوم ژاپونیکوم مرتبط دانست (شیری و همکاران، ۲۰۱۳). کوریش و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تعداد گره، وزن خشک گره، رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی در باقلا به طور قابل توجهی توسط تلقیح رایزوبیوم با مایکوریزا افزایش یافت. در حبوبات وجود فسفر کافی نه تنها برای رشد گیاه بلکه برای تشکیل غده‌های تثبیت نیتروژن بسیار ضروری است. قارچ‌های مایکوریزا افزون بر افزایش توان ریشه در جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف و افزایش تولید فیتوهورمون‌ها، با بهبود شرایط رشدی و فتوسنتز گیاه (رویزسانچز و همکاران، ۲۰۱۰) بر فعالیت زیستی رایزوبیوم‌های همزیست با ریشه گیاه نیز تأثیر مثبت و فزاینده‌ای دارند و باعث افزایش فعالیت و اندازه گره‌ها می‌شوند (ارمان و همکاران، ۲۰۱۱). تأثیر تشدیدکنندگی تلقیح همزمان قارچ-های مایکوریزا و رایزوبیوم‌ها در گیاهان زراعی مختلفی گزارش شده است (سیویرو و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین محققین دیگر نیز در این رابطه نتایج مشابهی را گزارش کردند و بیان داشتند که این ریز جانداران با افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن (رایان و گراهام، ۲۰۰۲؛ حیدری و کریمی، ۲۰۱۴) تولید مواد فتوسنتزی در گیاه را افزایش می‌دهند. در این پژوهش کاربرد رایزوبیوم و مایکوریزا باعث افزایش شمار گره در بوته و وزن خشک گره شد که با نتایج (دماوندی و همکاران، ۲۰۱۳) روی سویا نیز همسو بود.

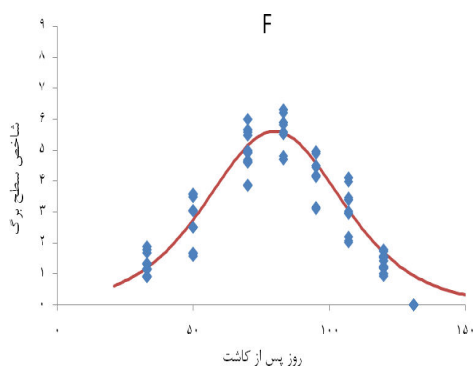
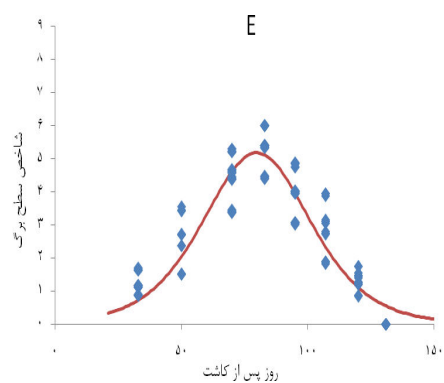
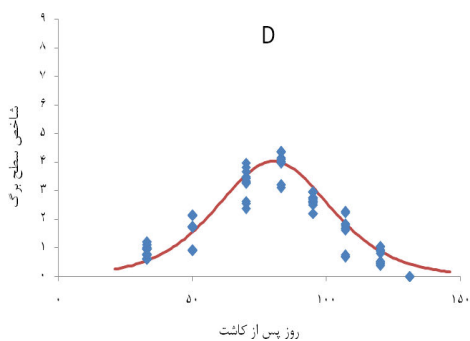
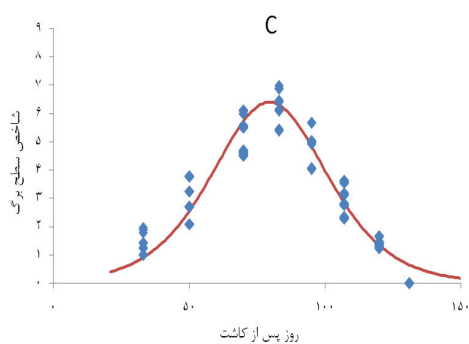
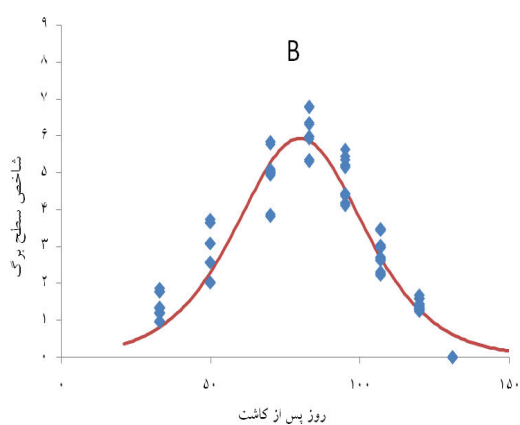
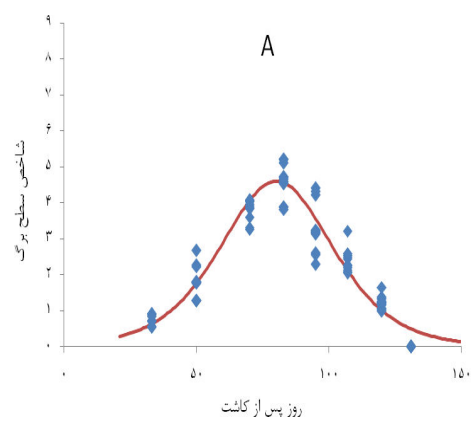
۴-۱۰- روند تغییرات سطح برگ در طول فصل رشد

تغییرات شاخص سطح برگ (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴) در طول فصل رشد در تمامی تیمارهای آزمایش از مدل لجستیک (عرب‌عامری، ۱۳۸۷) تبعیت کرد. در این مدل سطح برگ یا شاخص سطح برگ در ابتدای فصل رشد به دلیل کوچک بودن بوته‌ها و عدم استفاده حداکثری از تشعشع خورشیدی روندی افزایشی با شیب کم داشته سپس با بزرگ شدن بوته‌ها و بسته شدن کانوپی گیاه زراعی، این

روند افزایش با شدت بیشتری ادامه پیدا می‌کند و پس از رسیدن به حداکثر سطح برگ یا شاخص سطح برگ، در اواخر فصل رشد به دلیل انتقال مجدد مواد غذایی از برگ به دانه، پیری و ریزش برگ‌ها روندی کاهشی دارد.

ضرایب مدل لجستیک برازش داده شده به داده‌های شاخص سطح برگ در جداول ۴-۱۳ و ۴-۱۴ ارائه شده است. در مدل لجستیک، a ضریب ثابتی است که میزان چرخش منحنی را نشان می‌دهد، b زمانی را نشان می‌دهد که در آن شاخص سطح برگ به حداکثر مقدار خود رسیده است و c ضریب ثابت مدل می‌باشد. در بررسی برازش مدل لجستیک به داده‌های شاخص سطح برگ در طول فصل رشد ابتدا مدل لجستیک به داده‌های شاخص سطح برگ تمام تیمارها به صورت جداگانه برازش داده شد، پس از آن در صورت معنی‌دار نبودن اختلاف ضرایب مدل، مدل به داده‌های اثر متقابل دوگانه (کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی، کود بیولوژیک $\times$ علف هرز و کود شیمیایی $\times$ علف هرز) برازش داده شد و در صورت معنی‌دار نبودن ضرایب مدل برای اثرات دو گانه مدل لجستیک به داده‌های سطح برگ اثرات اصلی برازش داده شد.

مقایسه ضرایب مدل لجستیک برازش داده شده به شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف نشان داد تنها اختلاف معنی‌داری بین ضرایب اثر متقابل کود شیمیایی $\times$ علف هرز و سطوح اصلی تیمار کود بیولوژیک



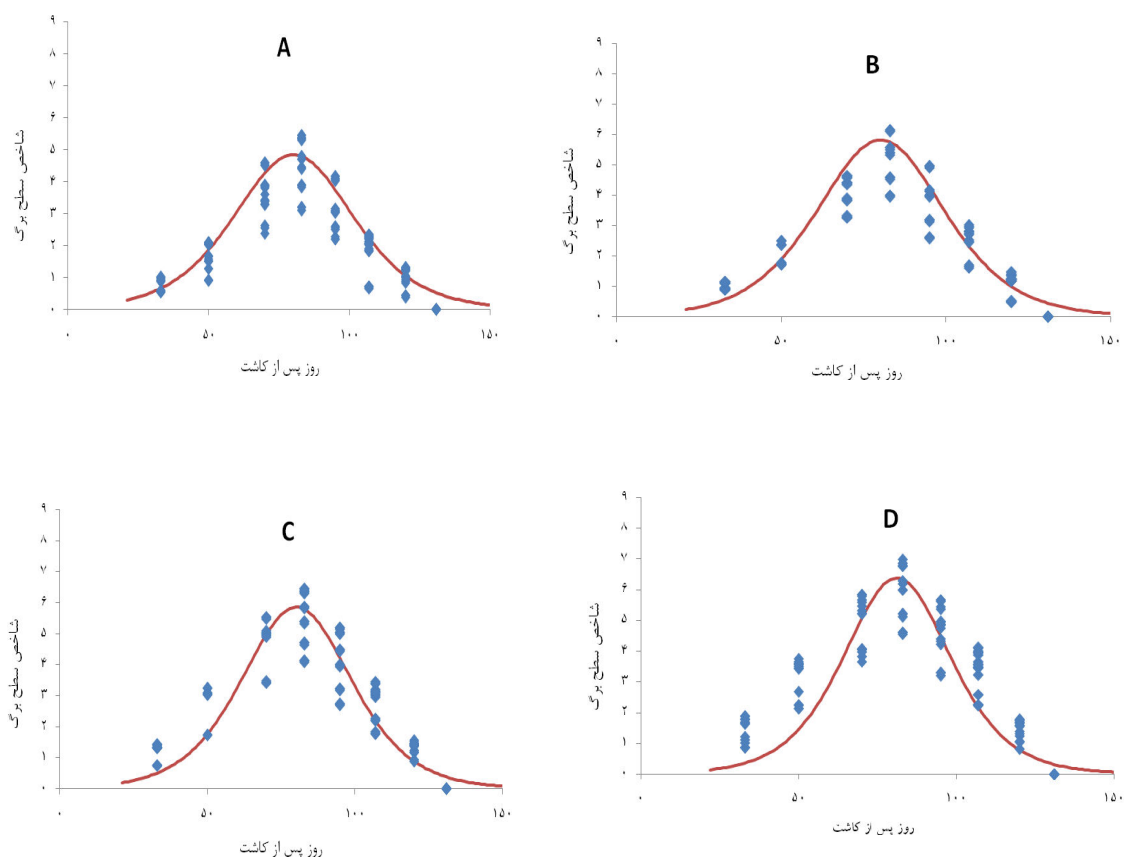
شکل ۴-۱۳ روند تغییرات سطح برگ سویا طی فصل رشد در تیمارهای مختلف (علف هرز×کود شیمیایی). A= وجین

علف‌های هرز و عدم کاربرد کود شیمیایی، B= وجین علف‌های هرز و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، C= وجین

علف‌های هرز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، D= عدم وجین علف‌های هرز و عدم کاربرد کود شیمیایی، E= عدم

وجین علف‌های هرز و کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و F= عدم وجین علف‌های هرز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی.

وجود دارد. بنابراین تابع لجستیک به داده‌های شاخص سطح برگ اثر متقابل کود شیمیایی $\times$ علف هرز و سطوح کود بیولوژیک برازش داده شد (شکل ۴-۱۳ و ۴-۱۴). ضرایب مدل لجستیک برازش داده شده به داده‌های شاخص سطح برگ اثر متقابل کود شیمیایی $\times$ علف هرز نشان داد در هر دو شرایط وجین و عدم وجین با افزایش کود شیمیایی حداکثر شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد، بدین صورت که در شرایط وجین در تیمار عدم کاربرد کود، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کاربرد کود شیمیایی در هکتار حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب برابر ۴/۷۳، ۵/۹۷ و ۶/۳۵ بود و در تیمار عدم وجین در تیمارهای عدم کاربرد کود، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کاربرد کود شیمیایی در هکتار حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب برابر ۳/۹۸، ۵/۱۲ و ۵/۶۹ بود (جدول پیوست ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۴ روند تغییرات سطح برگ سویا در تیمارهای مختلف (کود بیولوژیک). A= عدم تلقیح با کود بیولوژیک (شاهد)، B=

تلقیح با باکتری رایزوبیوم، C= تلقیح با قارچ میکوریزا و D= تلقیح همزمان با رایزوبیوم و میکوریزا.

همچنین نتایج این جدول نشان داد که با افزایش کاربرد کود شیمیایی در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز، روز تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد. در واقع می‌توان این گونه بیان کرد که کاربرد بیشتر کود شیمیایی علاوه بر افزایش سطح برگ گیاه باعث می‌شود روز تا رسیدن به حداکثر مقدار سطح برگ نیز سریع‌تر حادث شود. به نظر می‌رسد دلیل این امر نقش اساسی نیتروژن در رشد رویشی گیاه باشد که با افزایش در مقدار نیتروژن در دسترس بوته‌ها، رشد گیاه افزایش یافته و در نهایت سطح برگ گیاه نیز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر وجود علف‌های هرز و رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز باعث شده است گیاه زراعی نتواند از منابع محیطی به‌صورت کامل استفاده کند و در نهایت در مقایسه با شرایط وجین علف‌های هرز سطح برگ کمتری را تولید کند (جدول پیوست ۴-۱۳).

روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف کود بیولوژیک در شکل (۴-۱۴) نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول پیوست (۴-۱۴) تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک قارچ میکوریزا و باکتری رایزوبیوم باعث افزایش در حداکثر شاخص سطح برگ سویا شد. همچنین نتایج جدول پیوست (۴-۱۴) نشان داد تلقیح همزمان میکوریزا با رایزوبیوم باعث افزایش بیشتر در شاخص سطح برگ سویا شد، به‌طوری‌که حداکثر شاخص سطح برگ در سطوح عدم تلقیح با کود بیولوژیک، تلقیح با باکتری رایزوبیوم، تلقیح با قارچ میکوریزا و تلقیح همزمان میکوریزا و رایزوبیوم به‌ترتیب برابر ۴/۹۸، ۵/۹۱، ۵/۸۶ و ۶/۲۳ بود (جدول پیوست ۴-۱۴). همچنین نتایج این جدول نشان داد با تلقیح بوته-های سویا با کود بیولوژیک زمان تا رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ کاهش پیدا می‌کند. به‌نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک با خصوصیات مفیدی که دارند باعث افزایش شاخص سطح برگ در گیاه زراعی می‌شوند. از جمله این خصوصیات می‌توان به افزایش جذب عناصر غذایی، ترشح تحریک‌کننده‌های رشد، تثبیت زیستی نیتروژن و تحریک آن اشاره کرد.

کاورو و همکاران (۲۰۰۰) در گیاه ذرت، نه‌بندانی و همکاران (۲۰۱۳) در سویا، زینلی و همکاران (۱۳۹۲) در باقلا نیز مدل لجستیک را به داده‌های شاخص سطح برگ در مقابل روز پس از کاشت برازش دادند و گزارش کردند که این مدل بهترین برازش را به داده‌های LAI در مقابل روز پس از کاشت داشت. هارگود و همکاران (۱۹۹۱) معتقدند که مطالعه تغییرات سطح برگ، حجم و وزن خشک گونه‌های گیاهی مختلف مقیاسی از مقدار نسبی، قابلیت تولید و ظرفیت فتوسنتزی گونه‌ها را نشان می‌دهد که ممکن است توانایی رقابتی آنها را تحت تأثیر قرار دهد. به گزارش گراهام و همکاران (۱۹۸۸) علف‌های هرز عمدتاً از طریق کاهش سطح برگ و کاهش دوام برگ، سبب کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شوند. صابری و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند که با افزایش تراکم گیاهی (چه با افزایش تعداد بوته گیاه زراعی در واحد سطح و چه با افزایش علف هرز در واحد سطح) سطح برگ برای هر تک بوته کاهش می‌یابد و این امر باعث می‌شود میزان جذب تشعشع خورشیدی همزمان با کاهش سطح برگ کاهش یابد و در نتیجه سرعت تجمع ماده خشک نیز برای تک بوته کاهش می‌یابد. این شرایط هنگامی که علف‌هرز در کنار گیاه زراعی رشد می‌کند باعث می‌شود شاخص سطح برگ برای گیاه زراعی کاهش یافته و نهایتاً تجمع ماده خشک مختل شود (صادقی و همکاران، ۱۳۸۲). همچنین کاورو و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند هنگامی که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی شدید است، برگ‌ها نیز با سرعت بیشتری پیر می‌شوند، که این امر می‌تواند باعث کاهش شدید سطح برگ گیاه زراعی هنگام تداخل با علف‌هرز شود. راجکان و سوانتون (۲۰۰۱) دلیل این امر را سایه‌اندازی و کاهش نور قابل دسترس برگ‌های پایین کانوپی گزارش کردند. طبق نظر بوسنیچ و سوانتون (۱۹۹۷) شاخص سطح برگ یکی از صفات مهم در فرآیند رقابت گیاهان زراعی (درون گونه‌ای و برون گونه‌ای) می‌باشد و نشان دهنده توان رقابت است و از آن می‌توان به عنوان ابزاری برای پیشگویی کاهش عملکرد گیاهان زراعی بهره گرفت. همچنین دیجونز و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند شاخص سطح برگ در رقابت گیاه زراعی با گیاه زراعی مجاور در کشت مخلوط یا علف‌های

هرز در کارایی مصرف آب نقش موثری دارد و از این شاخص برای برآورد سرعت جذب خالص مواد و مقدار تعرق در مطالعات فیزیولوژیکی استفاده می‌شود.

تلقیح به وسیله مایکوریزا می‌تواند به دلیل افزایش سطح جذب ریشه گیاه باعث افزایش رشد گیاهان زراعی شود. هیف‌های خارجی مایکوریزا می‌توانند عناصر غذایی بیشتری برای گیاه میزبان جذب کنند (خان و همکاران، ۲۰۰۵). از طرفی، مایکوریزا با تولید اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز منجر به افزایش حلالیت فسفر خاک می‌شود و به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (شنوی و کالاگودی، ۲۰۰۵). نتایج این آزمایش نیز نشان داد هنگام تلقیح بوته‌های سویا با مایکوریزا حداکثر شاخص سطح برگ نسبت به حالت عدم تلقیح افزایش می‌یابد.

به‌طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش بهبود شرایط رشد (افزایش نیتروژن در محیط رشد بوته‌ها و تلقیح با رایزوبیوم و مایکوریزا) برای بوته‌های سویا باعث افزایش حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر ماده خشک تجمعی و سرعت رشد سویا می‌شود. از طرف دیگر با مختل شدن رشد بوته‌های سویا صفت‌های ذکر شده نیز دچار اختلال شده و کاهش می‌یابند (شکل‌های ۴-۱۳ و ۴-۱۴، جداول ۴-۱۳ و ۴-۱۴).

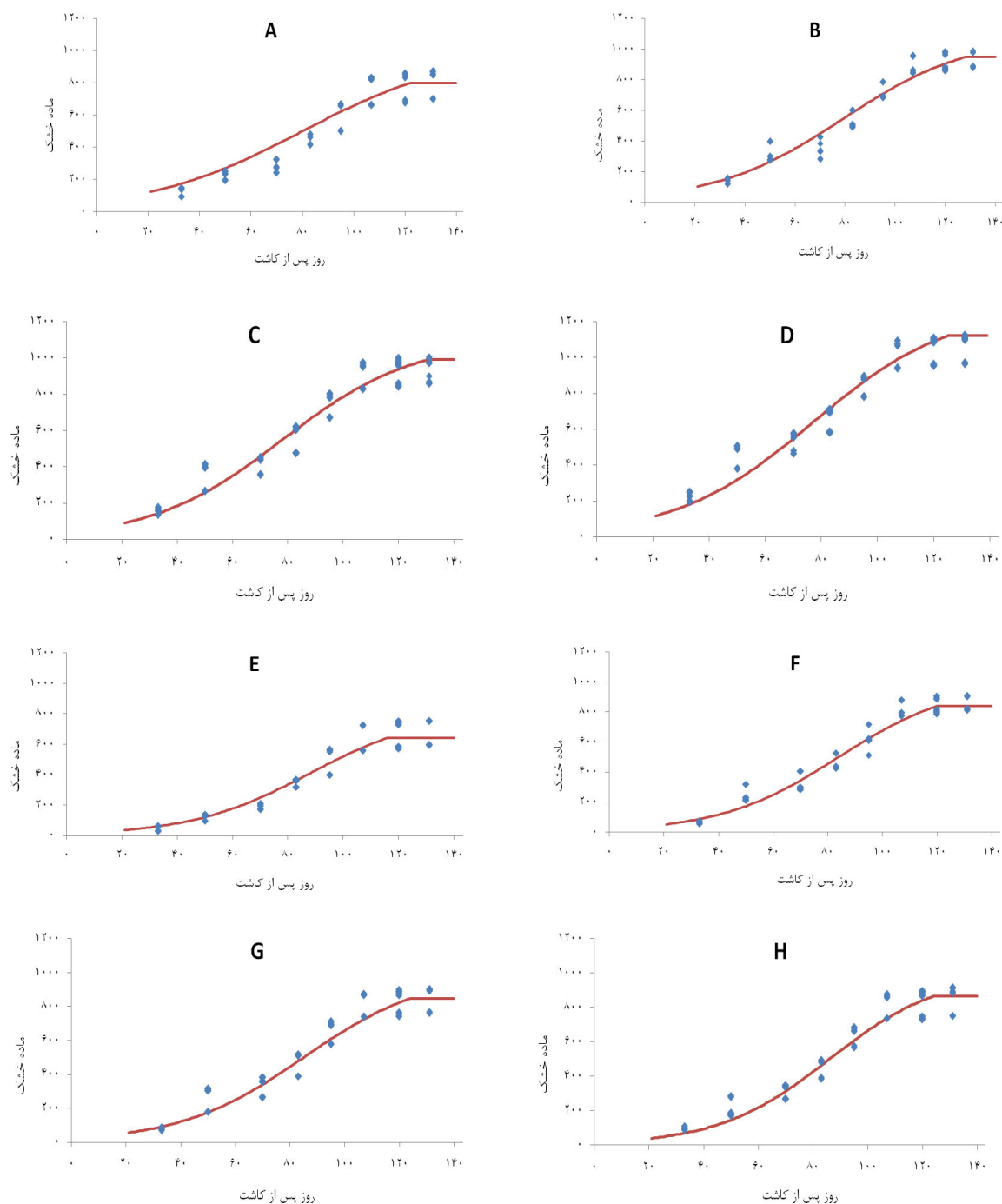
۴-۱۱- روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد

روند تغییرات ماده خشک کل در تمامی تیمارهای این آزمایش به‌صورت سیگموئیدی بود. در ابتدای فصل رشد و اندازه کوچک بوته‌ها روند تجمع ماده خشک با یک شیب ملایم بود و پس از آن به صورت خطی با شیب زیاد افزایش پیدا کرد و در انتهای فصل رشد روند تغییرات تجمع ماده خشک با شیب صفر و به‌صورت خط مستقیم در آمد (شکل ۴-۱۵ و ۴-۱۶).

به‌منظور توصیف تغییرات ماده خشک از مدل رگرسیونی نمایی خطی بریده (ین و همکاران، ۲۰۰۳) استفاده شده است. در این مدل W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک، C_m حداکثر سرعت

رشد محصول در فاز خطی رشد، I_m حداکثر سرعت رشد نسبی در فاز نمایی رشد و t_0 زمان از دست رفته تا شروع فاز خطی رشد می‌باشد. همانند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد، ابتدا مدل نمایی خطی بریده به داده‌های ماده خشک تمام تیمارها به صورت جداگانه برازش داده شد، پس از آن در صورت معنی‌دار نبودن اختلاف ضرایب مدل، مدل به داده‌های اثر متقابل دوگانه (کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی، کود بیولوژیک $\times$ علف هرز و کود شیمیایی $\times$ علف هرز) برازش داده شد و در صورت معنی‌دار نبودن ضرایب مدل نمایی خطی بریده برای اثرات دو گانه مدل نمایی خطی بریده به داده‌های ماده خشک اثرات اصلی برازش داده شد. مقایسه پارامترهای مدل نمایی خطی بریده برای داده‌های ماده خشک فاکتورهای مورد آزمایش نشان داد، ضرایب مدل برای اثر متقابل کود بیولوژیک $\times$ علف هرز و اثر اصلی کود شیمیایی معنی‌دار بود، بنابراین یک مدل نمایی خطی بریده به داده‌های ماده خشک اثر متقابل کود بیولوژیک $\times$ علف هرز و داده‌های ماده خشک سطوح مختلف کود شیمیایی در طول فصل رشد برازش داده شد (شکل ۴-۱۵ و شکل ۴-۱۶).

در جدول پیوست (۴-۱۵) و (۴-۱۶) ضرایب مدل نمایی خطی بریده برای توابع برازش داده شده به داده‌های تجمع ماده خشک در طول فصل رشد آورده شده است. بر اساس نتایج جدول پیوست (۴-۱۵) تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک چه در شرایط وجین علف‌های هرز و چه در شرایط عدم وجین علف‌های هرز باعث افزایش حداکثر وزن خشک بوته‌ها شد. همچنین نتایج جدول پیوست (۴-۱۵) نشان داد در شرایط وجین و عدم وجین بیشترین وزن خشک در هنگام تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم مشاهده شد، به‌طوری‌که حداکثر وزن خشک در تیمار وجین علف‌های هرز و تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم برابر $1124/3$ گرم در متر مربع و در تیمار عدم وجین و تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم حداکثر ماده خشک برابر 865 گرم در متر مربع بود. با تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک حداکثر سرعت رشد (cm) سویا نیز افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که سرعت رشد محصول در شرایط وجین در عدم تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک، تلقیح با



شکل ۴-۱۵ روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) سویا طی فصل رشد در تیمارهای مختلف (علف هرز×کود بیولوژیک). A= وجین علف‌های هرز و عدم تلقیح با کود بیولوژیک، B= وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم، C= وجین علف‌های هرز و تلقیح با مایکوریزا، D= وجین علف‌های هرز و تلقیح با مایکوریزا و رایزوبیوم، E= عدم وجین علف‌های هرز و عدم تلقیح با کود بیولوژیک، F= عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم، G= عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با مایکوریزا و H= عدم وجین علف‌های هرز و تلقیح با رایزوبیوم و مایکوریزا

رایزوبیوم، تلقیح با مایکوریزا و تلقیح همزمان با مایکوریزا و رایزوبیوم به ترتیب برابر ۸/۱۰، ۳/۱۰، ۷/۸

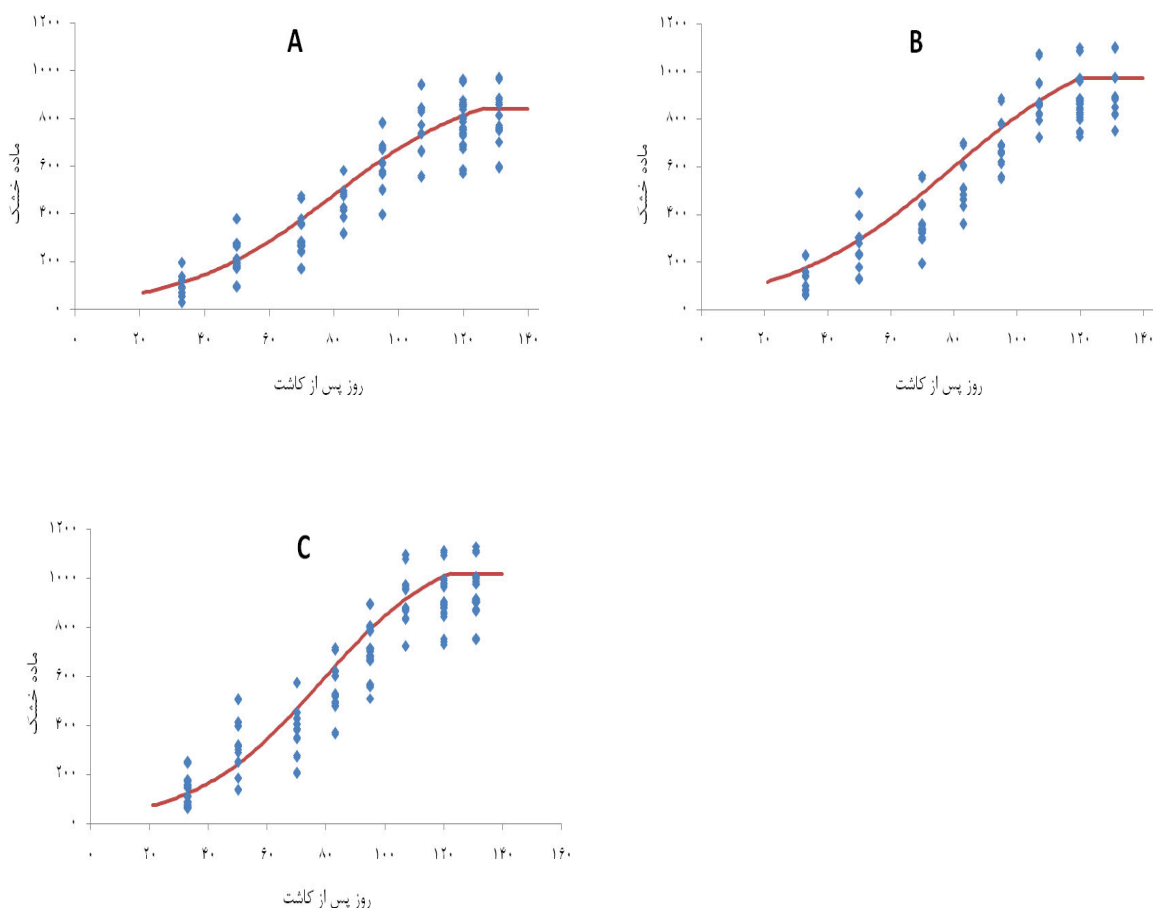
و ۲/۱۱ گرم در روز در متر مربع بود و در شرایط عدم وجین در عدم تلقیح بوته‌های سویا با کود

بیولوژیک، تلقیح با رایزوبیوم، تلقیح با مایکوریزا و تلقیح همزمان با مایکوریزا و رایزوبیوم به ترتیب برابر

۰/۷، ۳/۹، ۹/۹ و ۱/۱۰ گرم در روز در متر مربع بود (جدول پیوست ۴-۱۵). همچنین بر اساس نتایج

جدول پیوست (۴-۱۵) در شرایط عدم وجین علف‌های هرز حداکثر تجمع ماده خشک در تمام سطوح

کود بیولوژیک کمتر از شرایط وجین علف‌های هرز بود.



شکل ۴-۱۶ روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) سویا طی فصل رشد در تیمارهای مختلف (کود شیمیایی).

A= عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) B= کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و C= کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود

شیمیایی.

طبق تحقیقات انجام شده میزان تجمع ماده خشک، مقیاسی مناسب از رشد رویشی گیاهان بوده که به طور مستقیم با درصد تابش خورشیدی کسب شده توسط گیاه مرتبط است (هولشور و وایتکر، ۲۰۰۲). در مورد لوبیا، ورتمن (۱۹۹۳) دریافت که اندازه برگ بزرگ و به دنبال آن شاخص سطح برگ و سرعت رشد بیشتر این گیاه زراعی در نهایت باعث افزایش قابل توجه ماده خشک در گیاه لوبیا شد که در مقابل علف‌های هرز، رشد علف‌هرز را متوقف کرد (آمادور رامیرز و همکاران، ۲۰۰۲). ماده خشک و تسهیم آن به قسمت‌های مختلف گیاه ممکن است در پاسخ به رقابت بین گیاهان زراعی با یکدیگر و یا رقابت با علف‌های هرز تغییر کند (هاکسون، ۲۰۰۳). عملکرد ماده خشک کل نتیجه کارایی جامعه گیاهی از نظر استفاده از تشعشع خورشید در طول فصل رشد است، در این ارتباط جامعه گیاهی نیاز به سطح برگ کافی داشته تا سطح زمین را کاملاً بپوشاند. افزایش سریع سطح برگ و رسیدن به شاخص سطح برگ بحرانی که باعث می‌شود هر چه زودتر میزان فتوسنتز و سرعت رشد گیاه به حداکثر برسد، دارای اهمیت است این عوامل تضمین کننده عملکرد زیاد و کاهش رقابت بین بوته‌ها (گیاهان زراعی یا علف‌های هرز) نیز می‌باشد (باقری و همکاران، ۱۳۹۱).

در آزمایشی قاسم (۲۰۰۹)، کاهش در وزن خشک ساقه و در نتیجه کاهش در عملکرد گیاه زراعی را در نتیجه افزایش طول دوره‌های رقابت علف‌های هرز گزارش کرد. ایشان بیان کردند در هنگام رقابت بین دو بوته بر سر منابع، تجمع ماده خشک در هر دو گیاه کاهش پیدا می‌کند. کاوالیوسکیت و بویناس (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، بیوماس چغندر قند کاهش یافت. حسین و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز با گیاه سیاهدانه اثر معنی‌داری در کاهش عملکرد بیولوژیکی این گیاه داشت. همچنین بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک با ویژگی‌های خاصی که دارند باعث افزایش تجمع ماده خشک در سویا شدند، می‌توان چنین بیان کرد که اصلی ترین دلیل افزایش وزن خشک در هنگام تلقیح بوته‌ها با قارچ میکوریزا افزایش سطح جذب ریشه و افزایش جذب عناصر

غذایی توسط بوته‌ها می‌باشد. احمدی (۲۰۱۱) اظهار داشت که تلقیح بذره‌های ذرت با مایکوریزا سرعت رشد محصول را نسبت به شاهد به میزان ۳۰ درصد افزایش داد. همچنین ویو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تلقیح مایکوریزا باعث افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول ذرت شد. آنان دلیل افزایش سرعت رشد گیاه را بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاه دانستند. فرزانه و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند تلقیح بذور نخود با مایکوریزا وزن خشک کل را به میزان ۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. آنان دلیل این موضوع را افزایش طول تارهای کشنده ریشه و هیف‌های قارچ ذکر کردند که با افزایش رشد ریشه، تجمع ماده خشک با تلقیح مایکوریزا بهبود می‌یابد. در گیاه شبدر برسیم نیز مصرف همزمان کود فسفر و تلقیح مایکوریزا، وزن خشک اندام هوایی را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داد (ریسی و قولاراتا، ۲۰۰۶). انصاری جوینی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند افزایش ماده خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی در تلقیح با قارچ مایکوریزا در مقایسه با عدم تلقیح به احتمال زیاد به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه است که منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتری می‌شود.

روند تجمع ماده خشک در سطوح مختلف کود شیمیایی (۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار) در شکل (۴-۱۶) نشان داده شده است، که دارای روندی سیگموئیدی در طول فصل رشد می‌باشد. بر اساس نتایج جدول پیوست (۴-۱۶) با افزایش کاربرد کود شیمیایی حداکثر تجمع ماده خشک در کانوپی سویا نیز افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که حداکثر تجمع ماده خشک در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار به‌ترتیب برابر ۸۴۴/۷، ۹۷۵/۳ و ۱۰۲۱/۰ گرم در متر مربع بود. همچنین نتایج جدول (۴-۱۶) نشان داد کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش سرعت رشد کانوپی سویا شد، بدین صورت که سرعت رشد محصول در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌ترتیب برابر ۸/۶، ۱۰/۷ و ۱۱/۴ گرم در متر مربع در روز بود. بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد با افزایش کود نیتروژن در دسترس بوته‌های سویا سرعت رشد بوته‌ها افزایش پیدا می‌-

کند. این امر در روز تا رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول نیز مشهود است به طوری که با افزایش کود نیتروژن، روز تا رسیدن به حداکثر سرعت رشد کانوپی سویا نیز کاهش پیدا می کند (جدول پیوست ۴-۱۶). نتایج این آزمایش نیز نشان داد با افزایش کاربرد کود نیتروژن در مرحله اول، شاخص سطح برگ افزایش یافته و این امر در نهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک شده است. محققان بیان کرده اند گیاهان برای تولید بیوماس و عملکرد نیاز به ذخیره مناسب نیتروژن در بافت های خود دارند. با توجه به این نکته، بدیهی است هر عاملی که سبب فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه گردد، عملکرد بیولوژیک گیاه را افزایش می دهد (سالواجیوتی و همکاران، ۲۰۰۸). یافته های این بخش از تحقیق در توافق با گزارش های متعددی می باشد. از جمله گزارش آلبیزارو و همکاران (۲۰۱۰) در گیاه گندم و جو، قیصری و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه ذرت و اهدائی و وینز (۲۰۰۱) نیز حاکی از افزایش عملکرد بیولوژیک گیاهان زراعی به موازات مصرف نیتروژن بیشتر می باشد. بی تردید نقش مهم و اساسی عنصر نیتروژن در ساختار کلروفیل و نقش آن در افزایش رشد گیاه در این تفسیر موثر است. در نتیجه کاربرد بیشتر آن در محدوده نیاز گیاه، سبب تحریک رشد و افزایش عملکرد بیولوژیک می گردد.

۴-۱۲- علف هرز

۴-۱۲-۱- فلور علف های هرز

بررسی نتایج دو سال این آزمایش نشان داد که در طول دوره رشد، ۹ گونه مختلف از علف های هرز در مزرعه حضور داشتند (جدول پیوست ۴-۱۷). این گونه ها عضو ۵ خانواده مختلف شامل Malvaceae، Amaranthaceae، Cucurbitaceae، Poaceae و Solanaceae بودند که در این میان خانواده گندمیان با ۳ گونه غالب بودند. همچنین در بین گونه های مشاهده شده تعداد معدودی دارای چرخه زندگی چند ساله و بیشتر گونه ها به صورت یکساله پهن برگ و یکساله باریک برگ بودند. علاوه بر این، ۳ گونه باریک برگ و ۶ گونه جزو علف های هرز پهن برگ بودند. به نظر می رسد که وجود شرایط

رشد مناسب‌تر و فراهمی منابع برای رشد گونه های یکساله پهن برگ باعث افزایش درصد حضور آنها نسبت به گونه های چند ساله باریک برگ شده است.

به عقیده بسیاری از محققین ویژگی های فیزیوشیمیایی خاک مانند اسیدیته، مواد غذایی، مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی در نحوه توزیع علف های هرز تاثیر دارند. تراکم و توزیع گونه های علف هرز در سویا نتیجه یک اثر متقابل پیچیده مرتبط با مقدار عناصر غذایی خاک، الگوی بارندگی و عملیات زراعی است. این عوامل به طور زیادی تحت تاثیر منطقه رشد سویا قرار می گیرند (ویل کاکس، ۱۹۸۷). علف های هرز تیره گندمیان که در مزارع سویا می رویند تقریباً در تمام کشور مشابه هم هستند و اکثراً شامل سوروف، چسبک و قیاق از تیره گندمیان و علف های هرز پهن برگ مانند توق، تاجریزی، انواع تاج خروس، خرفه، پیچک، گوش بره، قوزک و شیر تیغک از علف های هرز غالب محسوب می شوند (موسوی ۱۳۸۰).

بسیاری از پژوهش ها، جنبه های تداخلی یک گونه علف هرز را با گیاه زراعی مد نظر داشته اند، حال آنکه در مزرعه ترکیب متنوعی از علف های هرز با الگوهای جوانه زنی متفاوت موجود هستند و می توانند تداخل علف های هرز با گیاه زراعی را تحت تاثیر قرار دهند (مارتین و همکاران، ۲۰۰۱). به اعتقاد زیمدال (۱۹۸۰) نیز اکثر مطالعات انجام شده در مورد رقابت علف های هرز با گیاهان زراعی فقط تاثیر یک گونه علف هرز را بر یک گونه زراعی مورد بررسی قرار داده اند. با توجه به این حقیقت وان اکر و همکاران (۱۹۹۳ ب) در تعیین دوره تداخل علف های هرز در سویا اظهار نمودند که پژوهش هایی که در آن مخلوطی از گونه های علف های هرز طبیعی مزرعه مورد بررسی قرار می گیرند، نتایج کاربردی تری به دنبال خواهد داشت.

۴-۱۲-۲- تعداد و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در سال اول آزمایش

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ تحت تاثیر معنی‌دار کود بیولوژیک و اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سال اول آزمایش قرار نگرفت، اما اثر کود شیمیایی بر وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۱۸). همچنین هیچ کدام از اثرات اصلی کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثر متقابل دوگانه کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی در سال اول آزمایش اثر معنی‌داری بر تعداد علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ نداشتند (جدول پیوست ۴-۱۸). نکته قابل توجه در رابطه با جدول تجزیه واریانس اثر کود بیولوژیک و کود شیمیایی ضریب تغییرات بالا برای صفات وزن خشک و تعداد علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ است. بالا بودن ضریب تغییرات در صفات تعداد و وزن خشک علف‌های هرز نشان‌دهنده اختلاف بین بلوک‌های آزمایش می‌باشد. در واقع این اتفاق زمانی رخ می‌دهد که پراکنش علف‌های هرز در مزرعه به صورت لکه‌ای باشد. این امر سبب می‌شود بین تکرارهای یک تیمار و حتی بین کودرات‌های هر تکرار از نظر تعداد و وزن خشک علف‌های هرز اختلاف وجود داشته باشد و در نهایت ضریب تغییرات نیز افزایش پیدا کند. این اتفاق در مزارع دارای پراکنش لکه‌ای علف‌های هرز امری طبیعی می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ نشان داد در علف‌های هرز باریک برگ با افزایش مصرف کود شیمیایی وزن خشک علف‌های هرز کاهش پیدا کرده است (جدول پیوست ۴-۱۹). بدین صورت که وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ در سطوح مختلف کود شیمیایی ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار به ترتیب برابر ۱۳۶/۵۲، ۱۱۶/۲۷ و ۱۰۱/۵۵ گرم در متر مربع بود.

۴-۱۲-۳- شاخص تنوع گونه‌ای شانون و سیمپسون در سال اول آزمایش

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس هر دو شاخص تنوع شانون و سیمپسون تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفتند (جدول پیوست ۴-۱۸). به نظر می‌رسد عدم تاثیر معنی‌دار کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر شاخص‌های تنوع در سال اول آزمایش می‌تواند بر اثر پراکنش لکه‌ای و همچنین یکسان بودن فلور علف‌های هرز مزارع سویا باشد. این‌گونه می‌توان بیان کرد که با توجه به این که هیچ کدام از تیمارهای مورد نظر این آزمایش (کود شیمیایی و کود بیولوژیک) به‌طور خاص بر حضور یا عدم حضور یک گونه از علف‌های هرز اثر نداشتند، تنوع علف‌های هرز نیز در تیمارهای مختلف به‌طور معنی‌داری نسبت به یکدیگر اختلافی نشان نداد.

۴-۱۲-۴- تعداد و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در سال دوم آزمایش

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس در سال دوم نیز همانند سال اول آزمایش اثر کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۴-۲۰). اما بر خلاف سال اول این بار اثر کود شیمیایی تنها بر وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ دیده نشد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با افزایش مقدار مصرف کود شیمیایی در هکتار وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ کاهش معنی‌داری داشت (جدول پیوست ۴-۲۱). به‌طوری‌که وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ در سطوح ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی به‌ترتیب برابر ۷۶، ۶۹/۰۱ و ۵۶/۰۶ گرم در متر مربع بود.

۴-۱۲-۵- شاخص تنوع گونه‌ای شانون و سیمپسون در سال دوم آزمایش

بر اساس نتایج تجزیه واریانس هیچیک از تیمارهای مورد مطالعه (کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثر متقابل کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی) بر شاخص‌های تنوع گونه‌ای سیمپسون و شانون معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۴-۲۰).

۴-۱۲-۶- تعداد و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در دو سال آزمایش (تجزیه مرکب)

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد اثر سال بر تعداد علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ معنی‌دار بود، اما تاثیری معنی‌داری بر صفات وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ نداشت (جدول پیوست ۴-۲۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در سال اول نسبت به سال دوم آزمایش تعداد علف‌های هرز باریک برگ و تعداد علف‌های هرز پهن برگ بیشتر بود (جدول پیوست ۴-۲۳).

این امر نشان‌دهنده وجود شرایط رشد بهتر برای علف‌های هرز در سال اول به نسبت سال دوم است. همچنین این نتایج را می‌توان از جهت دیگر نیز مورد بررسی قرار داد، بدین صورت که در سال دوم شرایط برای رشد گیاه زراعی مناسب‌تر بوده و گیاه زراعی با رشد بهتر و مناسب‌تر خود توانسته باعث کاهش معنی‌دار در تعداد علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ نسبت به سال اول آزمایش شود.

همانند سال اول و دوم اثر کود بیولوژیک و اثر متقابل کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی بر تعداد و وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در تجزیه مرکب معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۴-۲۲). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر کود شیمیایی بر وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این

نتایج نشان می‌دهند که با مصرف بیشتر کود شیمیایی وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ کاهش پیدا کرد (جدول پیوست ۴-۲۳).

دلیل کاهش وزن خشک علف‌های هرز با افزایش در مقدار کود شیمیایی را باید در نحوه کوددهی جستجو کرد. در این آزمایش کود شیمیایی در دو مرحله همزمان با کاشت و در مرحله رشد رویشی به تیمارهای مورد نظر اضافه شد. بدین صورت که در زمان کاشت کود مورد نظر در کنار بذر سویا به صورت دستی و دقیق گذاشته شد و در هنگام کاربرد کود شیمیایی به صورت سرک نیز کود شیمیایی دقیقاً در کنار بوته‌های سویا ریخته شد. این امر باعث می‌شود بوته‌های سویا به صورت موثرتری از کود شیمیایی استفاده کرده و وزن خشک بیشتری را نسبت به علف‌های هرز تولید کنند و در نهایت با تغییر شرایط به نفع خود سبب کاهش دسترسی علف‌های هرز به منابع محیطی شده و باعث بدست آوردن وزن خشک کمتر علف‌های هرز نسبت به بوته‌های سویا شود. نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با استفاده به موقع و صحیح از کود اوره می‌توان تا حد زیادی قدرت رقابت گیاه زارعی را در برای علف‌های هرز افزایش داد و در نهایت با رشد بیشتر گیاه زارعی از یک طرف عملکرد گیاه زارعی بیشتر شود و از طرف دیگر وزن خشک و تنوع در علف‌های هرز مزرعه کاهش پیدا کند.

محققان گزارش کرده‌اند رقابت علف‌های هرز با گیاه زارعی در اکوسیستم‌های کشاورزی یکی از تنش‌های بیولوژیکی مهم به شمار می‌رود که موجب کاهش شدید عملکرد زیست توده در گیاهان زارعی می‌شود و کنترل آن‌ها می‌تواند تأثیر زیادی در افزایش تولید محصول گیاهان زارعی داشته باشد. آزمایش‌های انجام شده توسط شفق کلوانق و همکاران (۱۳۸۸) و ویلیامز و لیندکوئست (۲۰۰۷) نشان داده است که عملیات زارعی توانایی رقابتی گیاهان زارعی و علف‌های هرز را در اکوسیستم‌های کشاورزی تغییر می‌دهد، که در نتیجه آن تأثیر علف‌های هرز بر روی گیاهان زارعی تغییر می‌کند. به طور کلی باید بیان کرد برای اینکه گیاه زارعی بتواند به طور موثری در رقابت با علف‌های هرز برتر باشد باید بتواند در ابتدای فصل رشد سرعت رشد بیشتر داشته باشد و با استفاده بهینه از منابع

محیطی اجازه استفاده بیشتر علف‌های هرز از منابع محیطی را ندهد، در این رابطه بیان شده است که مدیریت‌های مزرعه در طول فصل رشد می‌تواند بسیار راه‌گشا باشد (رافعی و همکاران، ۲۰۱۴؛ حمزه ای و سرمدی، ۲۰۱۰). یکی از مهم‌ترین مدیریت‌ها کاربرد درست و به‌هنگام کودهای شیمیایی به-خصوص نیتروژن می‌باشد که باعث می‌شود در صورت استفاده گیاه زراعی، عاملی برای برتری گیاه زراعی در رقابت با علف‌های هرز شود (محسنی و همکاران، ۲۰۱۵).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی است که در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز عمدتاً افزایش عملکرد گیاه زراعی را به همراه دارد (کامارا و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج بسیاری از آزمایش‌ها (بلک شاو و همکاران، ۲۰۰۳؛ تولیکو و سوگوربو، ۱۹۸۴) نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن خاک، رشد و نمو علف‌های هرز نیز افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش توانایی رقابتی آن با گیاه زراعی است. از طرف دیگر مدیریت صحیح کاربرد نیتروژن می‌تواند شرایط مطلوبی برای گیاه زراعی فراهم نماید که این امر می‌تواند رشد و نمو علف‌های هرز را تحت فشار قرار دهد (محمد دوست، ۱۳۸۵؛ عزیز و ادتونجی، ۲۰۰۷). محققان بیان کردند با کاربرد کود نیتروژن به‌نحوی که بیشترین استفاده از آن را گیاه زراعی برد، باعث افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی نسبت به علف‌هرز شده و در نهایت می‌تواند باعث برتری رشد گیاه زراعی نسبت به علف‌های هرز شود (حمیدی و همکاران، ۲۰۱۰؛ محمد دوست و اصغری، ۱۳۸۸). نتایج این آزمایش نیز نشان داد با مدیریت صحیح نحوه کوددهی می‌توان تا حد زیادی از قدرت رقابتی علف‌های هرز کاسته و به قدرت رقابتی گیاه زراعی (سویا) افزود.

آزمایش‌های بسیاری (چمنی اصغری و همکاران، ۱۳۸۹؛ کانبائو و همکاران، ۲۰۰۷) نشان داده است که کاربرد نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن گیاه زراعی و علف‌های هرز را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، آزمایش چمنی اصغری و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که افزایش مقدار نیتروژن باعث کاهش کارایی مصرف نیتروژن گندم و یولاف وحشی گردید. همچنین تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی کارایی مصرف نیتروژن را کاهش می‌دهد (عزیز و ادتونجی، ۲۰۰۷). این محققان بیان کردند برای عدم کاهش

کارایی کود نیتروژن و افزایش زیست توده گیاه زراعی به وسیله کاربرد کود نیتروژن باید در روش‌ها و زمان‌های کوددهی بازنگری شود و هرچه کود نیتروژن بیشتر در دسترس گیاه زراعی قرار بگیرد به همان نسبت عملکرد وزن خشک گیاه زراعی نیز بیشتر می‌شود. از طرف دیگر در گیاه سویا تثبیت زیستی نیتروژن به تنهایی قادر به رفع تمام نیاز نیتروژنی سویا نمی‌باشد و تامین این ماده غذایی در اوایل فصل رشد می‌تواند تاثیر بسیار معنی‌داری بر زیست توده تولیدی گیاه زراعی داشته باشد. سینگ و ساکسنا (۱۹۷۲) به این نتیجه رسیدند که استفاده از نیتروژن و باکتری ریزوبیوم هر دو سبب بهبود صفات مهم زراعی سویا شدند. آذربورن و ریدل (۲۰۰۶) اعلام کردند افزودن کود نیتروژن به صورت آغازگر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد زیست توده و کیفیت محصول تولیدی می‌گردد. به نظر می‌رسد که با وجود ریزوبیوم‌های کافی در خاک، مصرف نیتروژن در دوره رویشی و زایشی به ویژه اول فصل رشد تاثیر مثبتی بر سویا داشته و سبب غلبه سویا بر علف‌های هرز می‌شود.

۴-۱۲-۷- شاخص تنوع شانون و سیمپسون در دو سال آزمایش (تجزیه مرکب)

نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب نشان می‌دهد که اثر سال بر شاخص تنوع شانون معنی‌دار بود، اما بر شاخص تنوع سیمپسون اثر معنی‌داری نداشت (جدول پیوست ۴-۲۲). همچنین بر خلاف سال اول و دوم اثر کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر شاخص شانون معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها تاثیر معنی‌داری بر شاخص شانون نداشتند. شاخص سیمپسون نیز تحت تاثیر معنی‌دار هیچ‌کدام از اثرات اصلی و متقابل فاکتورهای مورد بررسی در تجزیه مرکب قرار نگرفت (جدول پیوست ۴-۲۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، شاخص تنوع شانون در سال اول آزمایش (۱/۳۵) بیشتر از سال دوم (۱/۰۳) بود (جدول پیوست ۴-۲۳). این مسئله می‌تواند نشات گرفته از تعداد بیشتر علف‌های هرز در سال اول نسبت به سال دوم باشد. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که عدم تلقیح بوته‌های سویا با کودهای بیولوژیک باعث افزایش شاخص تنوع شانون نسبت به حالت تلقیح شد. بدین صورت که شاخص

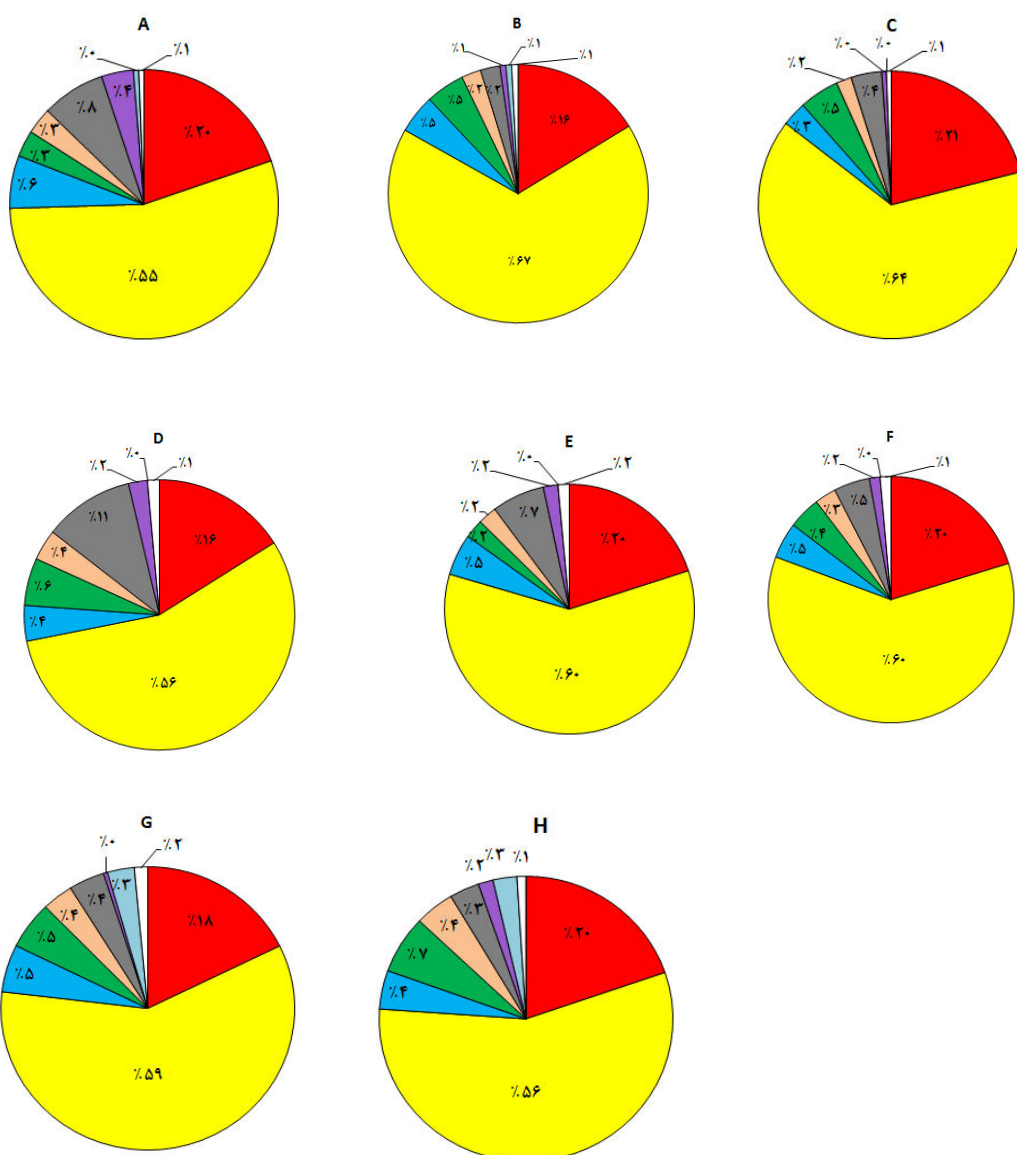
شانون در تیمارهای عدم کاربرد کود بیولوژیک، تلقیح با رایزوبیوم، تلقیح با مایکوریزا و کاربرد تلفیقی رایزوبیوم و مایکوریزا به ترتیب برابر ۱/۳۲، ۱/۱۴، ۱/۱۶ و ۱/۱۴ بود که البته از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین سطوح تلقیح با کود بیولوژیک وجود نداشت (جدول پیوست ۴-۲۳). همچنین با افزایش مصرف کود شیمیایی شاخص تنوع شانون نیز کاهش یافت و از ۱/۳۱ در عدم مصرف کود شیمیایی به ۱/۱۱ با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی رسید. به نظر می‌رسد با کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی و افزایش زیست توده سویا تنها برخی از گونه‌های علف هرز امکان زنده ماندن داشته و بقیه علف‌های هرز که ضعیف‌تر بوده و در زیر کانوپی سویا قرار گرفتند از بین رفته و این امر باعث کاهش شاخص تنوع شانون با افزایش در مصرف کودهای شیمیایی شد.

پوگیو (۲۰۰۴) با بررسی ساختار جوامع تک کشتی و چند کشتی در گیاهان زراعی دریافت که افزایش زیست توده گیاه زراعی باعث سرکوب مناسب‌تر علف‌های هرز می‌شود. در واقع محققان بیان کرده‌اند هر عاملی مانند افزایش تراکم، کشت مخلوط، کود دهی مناسب و ... که سبب افزایش در تولید زیست توده گیاه زراعی در واحد سطح شود باعث می‌شود تنها گونه‌هایی از علف هرز که قدرت رقابتی بالایی دارند تا آخر فصل رشد زنده بمانند و از این جهت تنوع علف‌های هرز در هنگام رشد مناسب گیاه زراعی کاهش پیدا می‌کند (باومن و همکاران، ۲۰۰۰؛ پوگیو، ۲۰۰۵؛ رنه و همکاران، ۲۰۰۴؛ یین و همکاران، ۲۰۰۶).

۴-۱۲-۸- بانک بذر

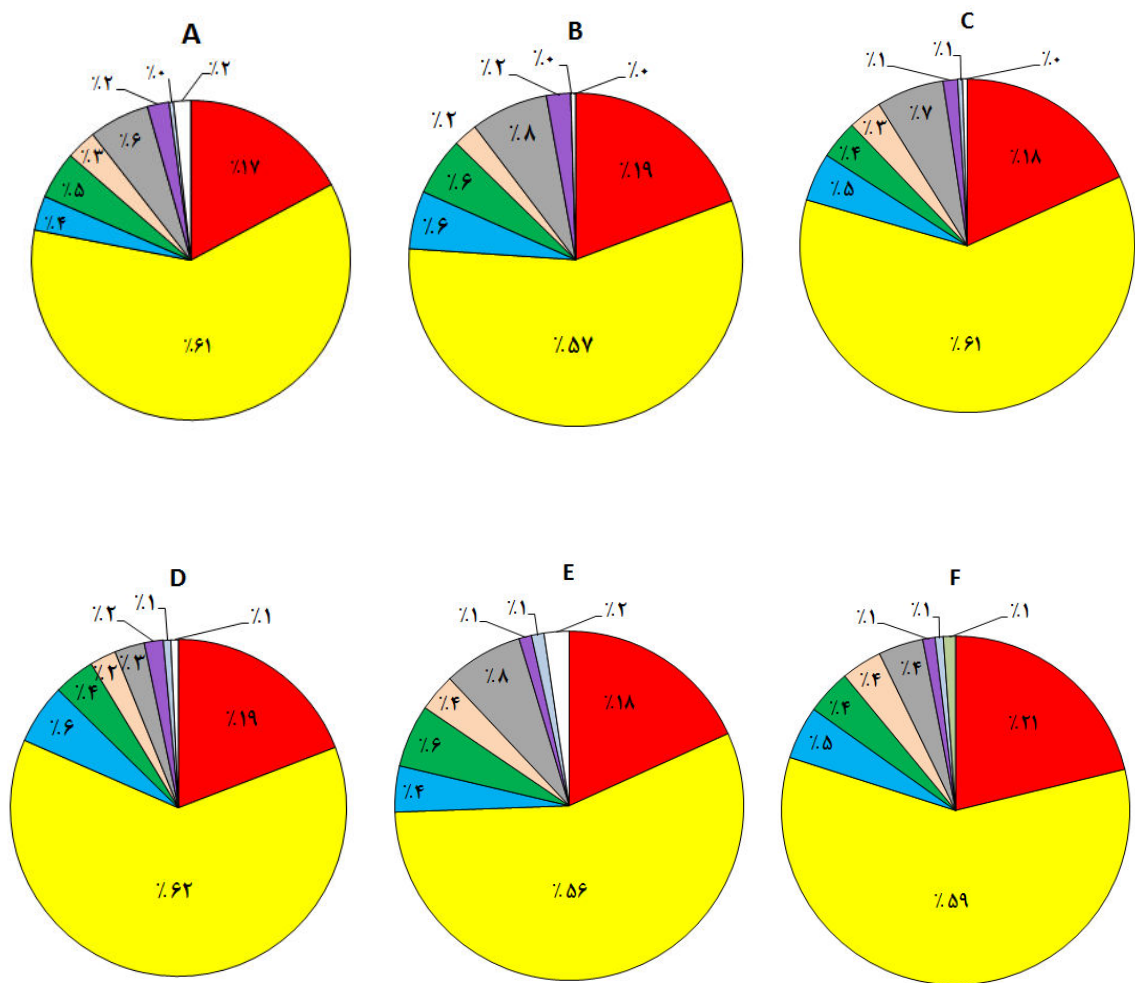
در هر دو سال آزمایش بیشترین تعداد بذرهای مشاهده شده در بانک بذر مربوط به گیاهان سوروف (*Echinochloa crusgalli*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، گندم (*Triticum aestivum*)، خربزه وحشی (*Cucumis melo var. agrestis*)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، قیاق (*Sorghum halepense*)، قوزک (*Hibiscus trionum*)، تاج ریزی (*Solanum nigrum*) و عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi*) بود (جدول پیوست ۴-۲۴ و ۴-۲۵). به‌طور کلی در سال اول

آزمایش بیشترین تعداد بذر در بانک بذر شمارش شده مربوط به سوروف و پس از آن بیشترین تعداد بذر مربوط به تاج خروس بود. کمترین تعداد بذر در تیمارهای مختلف در سال اول آزمایش مربوط به سه علف‌هرز قوزک، تاج‌ریزی و عروسک پشت پرده بود این روند برای بذر موجود در بانک بذر کود بیولوژیک و کود شیمیایی نیز دیده شد (شکل ۴-۱۷ و ۴-۱۸). در تیمار کود بیولوژیک در سال اول آزمایش بیشترین تعداد بذر با ۷۰/۴ عدد بذر مربوط به تیمار تلفیق و کمترین مقدار با ۴۱/۲ عدد بذر مربوط به تلقیح با رایزوبیوم بود (شکل ۴-۱۷). همچنین در تیمار کود شیمیایی در سال اول آزمایش بیشترین تعداد بذر با ۵۷ عدد بذر مربوط به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن و کمترین مقدار با ۵۳/۲ عدد بذر مربوط به مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۴-۱۸). بر اساس نتایج این آزمایش هیچ رابطه‌ای بین سطوح مختلف کود شیمیایی و کود بیولوژیک با تعداد بذر گونه‌های مختلف وجود ندارد. البته این امری بدیهی است زیرا بانک بذر بازتاب بوته‌هایی می‌باشد که در بلند مدت در زمین زراعی رشد کرده و تولید مثل می‌کنند (جدول پیوست ۴-۲۴ و ۴-۲۵).



عروسک پشت پرده □ تاجریزی ■ قوزک ■ قیاق ■ گاوپنبه ■ خربزه وحشی ■ اوبارسلام ■ سوروف

شکل ۴-۱۷: تراکم نسبی بذر علف‌های هرز در عمق ۱۰ سانتی متری خاک در تیمار کود بیولوژیک. A=عدم تلقیح با کود بیولوژیک (سال اول)، B=تلقیح با رایزوبیوم (سال اول) C=تلقیح با مایکوریزا (سال اول)، D=تلقیح رایزوبیوم و مایکوریزا (سال اول)، E=عدم تلقیح با کود بیولوژیک (سال دوم)، F=تلقیح با رایزوبیوم (سال دوم) G=تلقیح با مایکوریزا (سال دوم) و H=تلقیح رایزوبیوم و مایکوریزا (سال دوم).



عروسک پشت پرده □ تاجریزی ■ قوزک ■ قیاق ■ گاوپنبه ■ خربزه وحشی ■ اویارسلام ■ سوروف ■ تاج خرو

شکل ۴-۱۸: تراکم نسبی بذر علف‌های هرز در عمق ۱۰ سانتی متری خاک در تیمار کود شیمیایی. A= عدم مصرف کود نیتروژن (سال اول)، B= مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال اول) C= مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال اول)، D= عدم مصرف کود نیتروژن (سال دوم)، E= مصرف ۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال دوم)، F= مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (سال دوم).

در سال دوم آزمایش نیز همانند سال اول تعداد بذر موجود در بانک بذر مربوط به علف‌های هرز تاج خروس، سوروف، گندم، خربزه وحشی، گاوپنبه، قیاق، قوزک، تاج ریزی و عروسک پشت پرده بود (جدول پیوست ۴-۲۴). در سال دوم نیز همانند سال اول بیشترین تعداد بذر موجود در بانک علف-های هرز مربوط به سوروف و تاج خروس بود و کمترین تعداد بذر نیز مربوط به عروسک پشت پرده، تاج‌ریزی و قوزک بود (جدول پیوست ۴-۲۵). تفاوت بانک بذر در سال دوم نسبت به سال اول به این دلیل بود که در تیمارهایی که وزن خشک و تعداد علف‌های هرز بیشتر بود تعداد بذر موجود در بانک بذر نیز بیشتر بود به‌عنوان مثال در عدم مصرف کود شیمیایی به‌طور کلی تعداد بذر علف‌های هرز بیشتر از سطوح ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی بود (شکل ۴-۱۸). این امر نشان دهنده آنست که در تیمارهایی که علف‌های هرز توانسته اند به مقدار بیشتری رشد کنند در نهایت توانسته‌اند تعداد بذر بیشتری نیز تولید کنند و چون در این آزمایش از ۱۰ سانتی‌متری سطح زمین نمونه‌گیری انجام شده است، تعداد بذر نسبت به سال اول در تیمارهایی که وزن خشک گیاهان زراعی بیشتر بوده افزایش یافته است.

منشاء حضور علف‌هرز در سطح خاک و رشد آن، بذرهای انبارشده درون خاک است که اصطلاحاً به آن بانک بذر می‌گویند. باید به این نکته توجه داشت که وجود علف‌های هرز سبز شده در یک فصل رشد نشان دهنده تمام بذور علف‌های هرز موجود در بانک بذر نمی‌باشد و بذر بسیاری از علف‌های هرز ممکن است با وجود در بانک بذر، برای دوره‌های متوالی جوانه‌زنی و سبز شدن را تجربه نکنند. در این آزمایش، هدف میزان بذر اضافه شده در طی یکسال به بانک بذر بود. نسبت به سال اول در سال دوم آزمایش تعداد بذور علف‌هرز تخصصی سویا بیشتر شد. این امر موید اینست که ورود بذر به بانک بذر بیشتر از خروجی آن بود. اما می‌توان بیان کرد در تیمارهایی که زیست توده و تعداد علف‌های هرز کمتر بوده است یا در تیمارهایی که وزن خشک گیاه زراعی بیشتر بوده است تعداد کمتری بذر به بانک بذر اضافه شده است. این امری بدیهی است که هنگامی که علف‌هرز نتواند به مرحله تولید مثل

برسد و بذری تولید نکند قاعدتاً تعداد بذری که از آن گونه به بانک بذر اضافه می‌شود نیز کاهش پیدا می‌کند. با این حال تفاوت بین تیمارهای مورد آزمایش نشان‌دهنده پراکنش لکه‌ای علف‌های هرز در سطح مزرعه مورد مطالعه می‌باشد (جدول پیوست ۴-۲۴ و ۴-۲۵). بر اساس نتایج شکل‌های (۴-۱۷ و ۴-۱۸) برای تیمارهای کود شیمیایی و کود بیولوژیک در هر دو سال آزمایش به‌طور کلی تعداد بذری-های علف‌های هرز باریک برگ بیشتر از علف‌های هرز پهن برگ بود، در حالی که تعداد گونه‌های علف‌هرز پهن برگ بیشتر از باریک برگ‌ها بود. این امر نشان می‌دهد علف‌های هرز پهن برگ گرچه از نظر گونه‌ای در فلور علف‌های هرز بیشتر بوده‌اند اما کمتر توانسته‌اند بذر تولید کنند و سهم کمتری در بانک بذر علف‌های هرز داشته باشند. همچنین نتایج بانک بذر در دو سال آزمایش نشان داد بیشتر بذری‌های بانک بذر علف‌های هرز مربوط به دو گونه تاج خروس و سوروف می‌باشد، که می‌توان با مبارزه کارآمد در رابطه با این دو علف‌هرز تا حد زیاد از خسارت به مزرعه سویا جلوگیری کرد.

هارپر (۱۹۷۷) خاک را بانک یا مخزنی در نظر گرفت که در آن هر دو عمل واریز و برداشت صورت می‌گیرد. واریز با تولید و انتشار بذر، در حالی‌که برداشت بذر از خاک از طریق جوانه‌زنی، پیری، مرگ و شکار صورت می‌گیرد. بانک بذر متشکل از بذور تازه ریزش یافته و بذور پس انداز شده سال‌های قبل است و جمعیت علف‌های هرز در گذشته و حال را نشان می‌دهد. دست‌ورزی‌های انجام شده توسط بشر در بوم نظام‌های زراعی بر حضور گونه‌های مختلف و بانک بذر آن‌ها تاثیر بسزایی دارد (سیاهمرگونی و همکاران، ۲۰۰۳). به همین دلیل گفته می‌شود، جمعیت علف‌های هرز و بانک بذر آن‌ها، پویاست و پویایی آن‌ها تحت تاثیر شرایط اقلیمی، خاکی، عوامل زیستی و مدیریتی قرار دارد (رائو، ۲۰۰۰). خصوصیات گیاه زراعی، نوع تناوب، زمان و روش کاشت، مدیریت خاک، نوع خاکورزی، زمان برداشت، کوددهی و مدیریت شیمیایی و مکانیکی علف‌های هرز از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر جمعیت علف‌های هرز هستند. در بین موارد اشاره شده در بالا، عواملی که بر رشد گیاه زراعی و علف‌هرز تاثیر می‌گذارند بسیار مهم می‌باشند. بر اساس نتایج این آزمایش کوددهی با کود اوره به‌طوری که گیاه زراعی

بیشترین استفاده را از این کود ببرد، باعث می‌شود تا علف‌های هرز در زیر کانوپی گیاه زراعی خفه شده یا از بین بروند و یا اینکه قدرت کمتری برای تولید مثل داشته باشند. این امر در نهایت باعث کاهش تعداد بذره‌های موجود در بانک بذر می‌شود. در واقع بیان شده که سرعت رشد گیاه زراعی و علف‌های هرز به شرایط محیطی (به‌خصوص درجه حرارت و رطوبت خاک) بستگی دارد و معمولاً این شرایط در طول فصل تغییر می‌کند (گانولوس، ۱۹۹۰). تعادل رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌هرز تنها تابع سرعت رشد گیاه زراعی و علف هرز نیست، بلکه بیشتر تحت تاثیر توانایی و قابلیت تسخیر فضای مزرعه توسط اجتماع گونه‌های زراعی است که باید سریع‌تر از اجتماع علف‌های هرز صورت گیرد. هر عاملی که سبب کاهش توانایی گیاه زراعی در این رابطه شود، باعث می‌شود علف‌های هرز مختلف رشد بیشتری داشته باشند و در نهایت بتوانند بانک بذر خود را تقویت کنند (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). محققان بیان کردند که نیاز سویا به نیتروژن چه در مرحله رشد رویشی و چه در مرحله رشد زایشی زیاد است. از سوی دیگر علف‌های هرز نیز به عنوان رقیب جدی گیاهان زراعی در مصرف مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن هستند، ولی اگر در سویا کانوپی گیاه زراعی به حد کافی گسترش داشته باشد، علف‌های هرز به شدت تحت تاثیر منفی قرار می‌گیرند. بیان شده که ارقامی از سویا که رشد اولیه سریع‌تر، شاخص سطح برگ بیشتر و سرعت رشد بیشتری در اول فصل رشد داشته باشند، انتظار می‌رود از رقم دارای سرعت رشد اولیه و سطح برگ کمتر، قدرت رقابتی بهتری با بسیاری از علف‌های هرز داشته باشند (کولاتر و همکاران، ۲۰۰۷). استفاده دقیق از کود نیتروژن به‌منظور استفاده گیاه زراعی، قادر است به‌طور معنی‌داری عملکرد زیست توده گیاه زراعی را افزایش داده و رقابت با علف هرز را به حداقل برساند. به‌طوری که در شرایط استفاده نادرست از کود نیتروژن برای گیاه زراعی، کود نیتروژن موجب رشد بیشتر علف‌های هرز شده و نقش بسیار کمی در افزایش عملکرد گیاه زراعی دارد (کولاتر و همکاران، ۲۰۰۷).

۴-۱۳- تعداد غلاف در بوته

سال اول: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۴-۲۶) در سال اول آزمایش، تنها اثر اصلی تیمارهای علف‌هرز و کود شیمیایی بر تعداد غلاف در بوته سویا معنی‌دار بود. سایر اثرات اصلی و اثرات متقابل بر تعداد غلاف در بوته تاثیر معنی‌داری نداشتند. بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات ساده بر تعداد غلاف در بوته در سال اول (جدول پیوست ۴-۲۷) در هنگام وجین و عدم وجین علف‌های هرز تعداد غلاف در بوته سویا به‌ترتیب برابر $49/51$ و $38/97$ عدد غلاف در بوته بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر داشتند. تعداد غلاف در بوته هنگام کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار اختلاف کمی نسبت به یکدیگر داشتند، اما این اختلاف نسبت به عدم کاربرد کود نیتروژن در هکتار به‌طور معنی‌داری در سال اول آزمایش بیشتر بود. تعداد غلاف در بوته در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به‌ترتیب برابر $39/98$ ، $46/19$ و $46/75$ عدد بود (جدول پیوست ۴-۲۷).

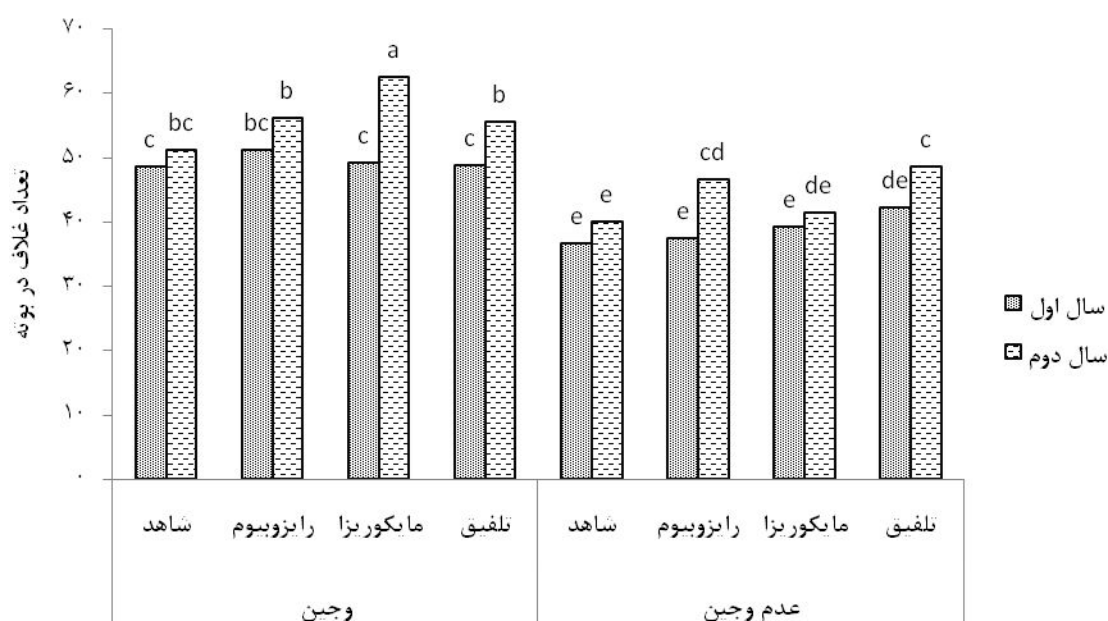
سال دوم: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سال دوم نشان داد تمام اثرات ساده و اثرات متقابل دوگانه علف‌هرز و کود بیولوژیک و سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد غلاف در بوته سویا معنی‌دار بودند (جدول پیوست ۴-۲۸).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد غلاف در بوته سویا در سال دوم آزمایش (جدول پیوست ۴-۳۴)، در بیشتر تیمارها با مصرف کود شیمیایی در سطوح مختلف کود بیولوژیک تعداد غلاف در بوته سویا افزایش پیدا کرد. بر همین اساس بیشترین تعداد غلاف در بوته سویا در هنگام وجین در کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تلقیح با مایکوریزا ($67/29$ عدد غلاف در بوته) مشاهده شد و در تیمار عدم وجین علف‌های هرز بیشترین تعداد غلاف در بوته سویا در هنگام تلقیح همزمان با رایزوبیوم و مایکوریزا و مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود

شیمیایی (۵۷/۴۲ عدد غلاف در بوته) بدست آمد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر سه گانه کود شیمیایی، کود بیولوژیک و علف‌هرز در هر دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های هرز، به‌طور کلی هنگام عدم تلقیح بوته‌ها با کود بیولوژیک و عدم مصرف کود شیمیایی تعداد غلاف در بوته نسبت به هنگام تلقیح بوته‌های سویا با کود بیولوژیک و مصرف کود شیمیایی کمتر می‌باشد، این امر اهمیت تلقیح گیاه با کودهای بیولوژیک و استفاده از کودهای شیمیایی را نشان می‌دهد که با تلقیح سویا با رازیوبوم یا مایکوریزا یا تلقیح همزمان و مصرف کودهای شیمیایی می‌توان تعداد غلاف در بوته سویا که یکی از اصلی‌ترین اجزای عملکرد دانه سویا است را افزایش داد.

تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر اصلی سال، اثر متقابل سه گانه سال، علف‌هرز و کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۳۰). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تعداد غلاف در بوته در سال دوم (۵۰/۳۲) بیشتر از سال اول (۴۴/۲۴) بوده است، که این اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۳۱).

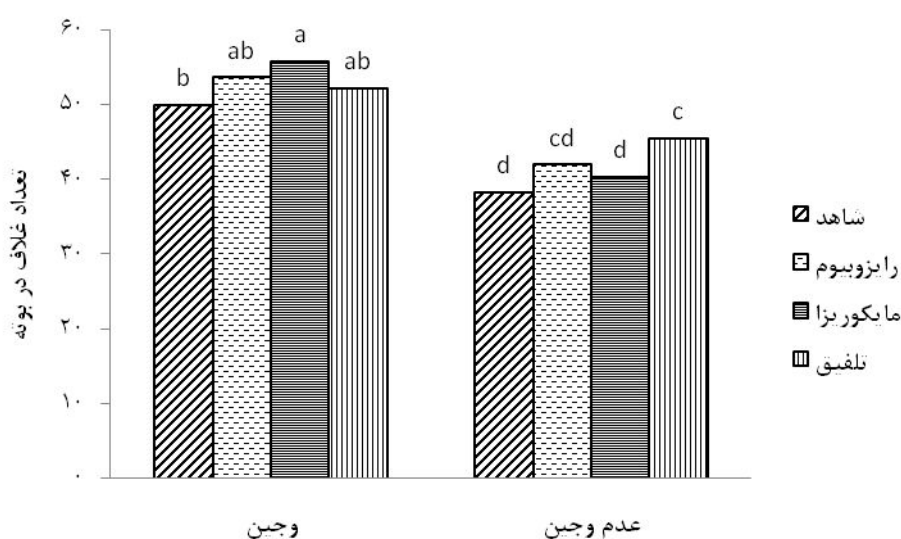
معنی‌دار نبودن اثر سال در اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی برای این صفت نشان می‌دهد که تغییرات تعداد غلاف در بوته سویا در سطوح مختلف تیمارهای علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی مستقل از سال بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر متقابل سه گانه سال، علف‌هرز و کود بیولوژیک بر این صفت معنی‌دار بوده، و این نشان می‌دهد که تغییرات تعداد غلاف در بوته سویا در سال‌های متعدد در حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز با کودهای مختلف بیولوژیک یکسان نبوده و مستقل از یکدیگر نمی‌باشد (شکل ۴-۱۹).



شکل ۴-۱۹: اثر متقابل سال × علف هرز × کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه علف هرز و کود بیولوژیک نشان داد که در هر دو شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز، تلقیح با کودهای بیولوژیک سبب افزایش تعداد غلاف در بوته سویا شد (شکل ۴-۲۰). بر این اساس بیشترین تعداد غلاف در بوته سویا در حالت وجین علف‌های هرز از تیمار تلقیح با مایکوریزا و در حالت عدم وجین علف‌های هرز از تیمار تلقیح همزمان حاصل شد و کمترین تعداد غلاف در بوته در هر دو شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز از تیمارهای عدم تلقیح با کود بیولوژیک حاصل شد. اما نکته قابل توجه این است که در تمامی تیمارها در حالت وجین تعداد غلاف در بوته نسبت به حالت عدم وجین بیشتر بوده اما در کل اختلاف تعداد غلاف در بوته بین تلقیح کود بیولوژیک و عدم تلقیح در حالت عدم وجین بیشتر بود.

بر اساس نتایج حاصله از تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد غلاف در بوته سویا می‌توان بیان کرد برای رسیدن به تعداد غلاف در بوته بالاتر حتماً باید وجین علف‌های هرز به‌طور کامل در دستور کار قرار گیرد و همچنین استفاده از کودهای شیمیایی و کود بیولوژیک برای افزایش تعداد غلاف در بوته در زمان کاشت



شکل ۴-۲۰: اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در بوته

انجام شود تا بوته‌های سویا بتوانند با استفاده حداکثری از منابع محیطی تعداد غلاف در بوته بیشتری را تولید کنند.

اگونگ و همکاران (۲۰۰۴) و محdal و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در گیاهان لگوم بوده و بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارا می‌باشد. به عبارت دیگر تغییرات در تعداد غلاف در بوته به‌طور مستقیم بر عملکرد دانه اثر می‌گذارد، به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد بهبود شرایط برای رشد بوته‌های سویا باعث افزایش تعداد غلاف در بوته سویا شده است، وجین علف‌های هرز، کاربرد کود شیمیایی و تلقیح با کودهای بیولوژیک باعث بهبود شرایط رشدی برای سویا شد، که نهایتاً تعداد غلاف در بوته افزایش یافت.

کاظمی و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی تأثیر تلقیح بذر با باکتری برادی رازوبیوم ژاپونیکوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا گزارش کردند که تلقیح این باکتری سبب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد نهایی سویا گردید. شهاب‌آباد و الخواز (۲۰۰۳) تأثیر کود زیستی را بر گیاه آفتابگردان مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد

کود زیستی صفات کمی را در مقایسه با تیمار کنترل (عدم تلقیح) بهبود می‌بخشد، به طوری که باعث افزایش تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه آفتابگردان گردید. محققان بسیاری در تحقیقات خود اثر مستقیم و مخرب علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی را گزارش کردند (سیدی و همکاران، ۱۳۹۱؛ مارتین و همکاران، ۲۰۰۱). در تحقیقی میزان افت عملکرد سویا با افزایش تراکم علف‌هرز تاج خروس افزایش یافت (بنج و همکاران، ۲۰۰۳). در آزمایشی بر روی کلزا افزایش عملکرد دانه به واسطه تیمارهای کنترل علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد کلزا، به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف گزارش شد (به‌داروندی و مدح، ۱۳۸۴).

۴-۱۴- تعداد دانه در بوته

سال اول: نتایج تجزیه واریانس در سال اول برای صفت تعداد دانه در بوته نشان داد اثرات اصلی تیمارهای علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر صفت تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر این صفت اثر معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده بر صفت تعداد دانه در بوته سویا (جدول پیوست ۴-۲۷) عدم کاربرد کود شیمیایی باعث کاهش معنی‌دار در تعداد دانه در بوته سویا می‌شود، بدین صورت که تعداد دانه در بوته سویا با مصرف ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کاربرد کود نیتروژنه در هکتار به ترتیب برابر ۹۶/۳۰، ۱۰۷/۴۲ و ۱۱۳/۶۹ عدد می‌باشد. همچنین مقایسه میانگین اثر کود بیولوژیک بر صفت تعداد دانه در بوته سویا نشان داد با تلقیح گیاه سویا با کود بیولوژیک تعداد دانه در بوته سویا به‌طور معنی‌داری نسبت به حالت عدم تلقیح افزایش پیدا کرد. در میان سطوح تلقیح با کود بیولوژیک نیز تلقیح با رایزوبیوم و همچنین تلقیح همزمان رایزوبیوم و مایکوریزا دارای بیشترین تعداد دانه در بوته سویا بودند. وجین علف‌های هرز تعداد دانه در بوته سویا را به‌طوری معنی‌داری نسبت به حالت عدم وجین افزایش داد، تعداد دانه در بوته سویا در حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز به‌ترتیب برابر ۱۱۵/۸۶ و ۹۵/۷۵ عدد بود.

سال دوم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سال دوم آزمایش، اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی، اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد دانه در بوته سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۲۸).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی در سال دوم آزمایش (جدول پیوست ۴-۳۴) در حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز در بیشتر سطوح کود بیولوژیک با افزایش میزان کاربرد کود شیمیایی در هکتار تعداد دانه در بوته سویا افزایش پیدا کرد. به‌نظر می‌رسد که در هر دو شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز، کاربرد کود شیمیایی اثر مستقیم بر تعداد دانه در بوته سویا داشته باشد. در واقع می‌توان بیان کرد افزایش در کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود، که این امر در نهایت می‌تواند عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش دهد، زیرا تعداد دانه در واحد سطح یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در سویا می‌باشد (والر و همکاران، ۲۰۰۵).

تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر اصلی سال، علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی، اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود شیمیایی و اثر متقابل سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد دانه در بوته سویا معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۳۰). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در سال دوم تعداد دانه در بوته ۹/۳ درصد نسبت به سال اول افزایش پیدا کرد.

نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر تعداد دانه در بوته سویا (جدول پیوست ۴-۳۴) نشان داد که در هنگام وجین کردن علف‌های هرز تقریباً در تمام سطوح کود بیولوژیک و کود شیمیایی نسبت به شرایط عدم وجین علف‌های هرز تعداد دانه در بوته بیشتر می‌باشد. تعداد دانه در بوته تقریباً نشان‌دهنده میزان مواد فتوسنتزی می‌باشد که یک بوته به تولید دانه اختصاص داده است، به‌طور کلی تعداد دانه در بوته سویا در صورت ثابت بودن تراکم بوته در واحد

سطح نشان دهنده این امر است که آیا بوته دارای شرایط رشدی مناسبی بوده است یا خیر. بدین صورت که در تراکم ثابت بوته‌ای که تعداد دانه بیشتر داشته باشد شرایط رشدی مناسب‌تر و رقابت کمتری با بوته‌ها مجاور داشته است. در این رابطه می‌توان بیان کرد رقابت بین علف‌های هرز و گیاه زراعی بسیار می‌تواند به ضرر گیاه زراعی تمام شود، زیرا مقداری از منابع در دسترس گیاه زراعی توسط علف‌های هرز استفاده می‌شوند و گیاه زراعی نمی‌تواند از تمام منابع به‌خوبی استفاده کند. این رقابت در ابتدا باعث کاهش در اجزای عملکرد گیاه زراعی می‌شود و در نهایت عملکرد اقتصادی گیاه زراعی را کاهش می‌دهد (حبیبی سوادکوهی و همکاران، ۱۳۸۷).

حمزه‌ای و همکاران (۱۳۸۴) در آزمایشی روی گیاه کلزا بیان کردند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا شد. این محققان بیان کردند علف‌های هرز ابتدا اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام را کاهش دادند و در مرحله بعد باعث کاهش عملکرد دانه کلزا شدند. احتشامی و همکاران (۱۳۸۴) نیز گزارش کردند که در گیاه سویا با افزایش تداوم رقابت علف‌های هرز از آغاز تا مرحله رسیدگی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف کاهش می‌یابد به‌طوری که در مرحله رسیدگی نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز عملکرد دانه ۳۱ درصد کاهش یافت. عدم وجین علف‌های هرز در مراحل انتهایی رشد این فرصت را به علف‌های هرز می‌دهد تا در پایان فصل رشد وزن خشک بیش‌تری تولید نمایند و به این صورت فشار رقابتی خود را به جامعه گیاهی تحمیل کنند.

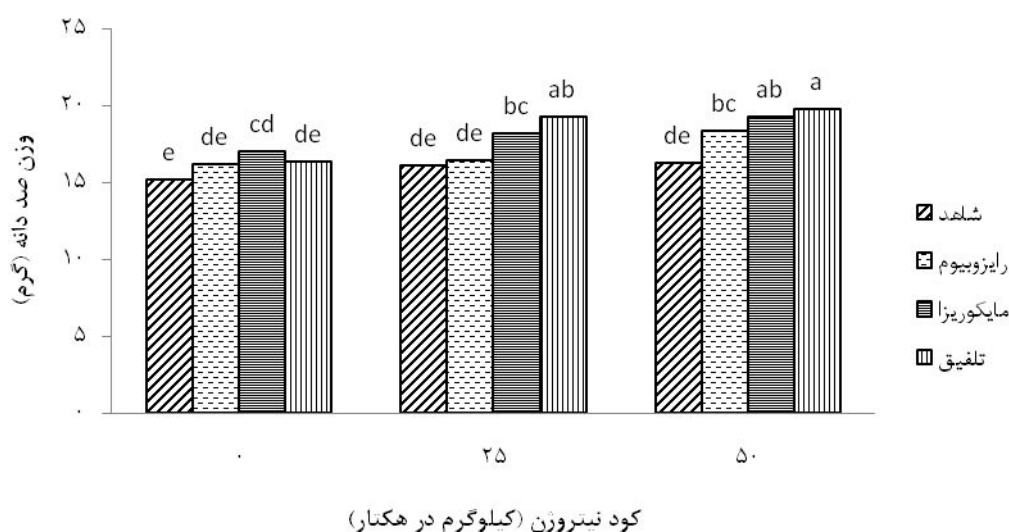
ماهشابو و همکاران (۲۰۰۸) نیز با بررسی کاربرد تلفیقی کود آلی در سویا دریافتند که عملکرد دانه با مصرف تلفیقی قارچ مایکوریزا و کود دامی نسبت به کاربرد هرکدام به تنهایی افزایش معنی‌داری دارد. سوجاتا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که کاربرد قارچ مایکوریزا با سایر کودهای آلی نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها روی گیاه ذرت نقاط ضعف موجود در هر یک از دو نوع کود را جبران می‌کند و با تأمین بهتر عناصر غذایی همراه با بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک شرایط را برای افزایش

جذب، بهبود تولید و عرضه مواد پرورده به بلال و در نهایت افزایش میزان عملکرد و اجزای عملکرد دانه در واحد سطح فراهم می‌کند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی عناصر غذایی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، کنترل عوامل بیماری‌زا، تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان در نظام زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (بالیان و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج این آزمایش نیز نشان داد تلقیح بوته‌های سویا با قارچ میکوریزا و رایزوبیوم باعث افزایش اجزای عملکرد سویا می‌شود که این امر می‌تواند در نهایت عملکرد دانه را افزایش دهد.

۴-۱۵- وزن صد دانه

سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک، کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن صد دانه سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰ دانه سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، عدم وجین علف‌های هرز از مزرعه سویا در سال اول باعث کاهش ۸/۳ درصدی وزن صد دانه سویا شد (جدول پیوست ۴-۲۷).

نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن صد دانه سویا نشان داد در تمام سطوح کود بیولوژیک با افزایش کاربرد کود شیمیایی وزن صد دانه سویا افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۲۱).



شکل ۴-۲۱: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر وزن صد دانه

نکته قابل توجه دیگر در رابطه با اثر متقابل کود شیمیایی و کود بیولوژیک بر وزن صد دانه سویا این است که بیشترین وزن صد دانه سویا هنگامی مشاهده شد که بوته‌های سویا با کود بیولوژیک تلقیح شده بودند، به طوری که بیشترین وزن صد دانه سویا در تلقیح همزمان رایزوبیوم و مایکوریزا و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی (۱۹/۸۵ گرم) مشاهده شد. کمترین وزن صد دانه سویا (۱۵/۲۳ گرم) نیز در تیمار عدم تلقیح با کود بیولوژیک و عدم کاربرد کود شیمیایی بدست آمد. در واقع می‌توان بر اساس نتایج این آزمایش بیان کرد که کود بیولوژیک و کود شیمیایی در صورت کاربرد همزمان اثر هم‌افزایی بر وزن صد دانه سویا دارند و باعث می‌شوند وزن صد دانه سویا نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام، بیشتر افزایش پیدا کند.

سال دوم: نتایج تجزیه واریانس اثر علف‌هرز، کود شیمیایی، کود بیولوژیک و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن صد دانه سویا در سال دوم نشان داد تنها اثرات اصلی کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر وزن صد دانه سویا معنی‌دار می‌باشد و اثر اصلی علف‌های هرز و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۸). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده بر وزن صد دانه سویا عدم کاربرد کود شیمیایی باعث کاهش ۱۱/۵ درصدی در وزن صد

دانه سویا نسبت به شرایط کاربرد ۵۰ کیلوگرمی کود شیمیایی می‌شود (جدول پیوست ۴-۲۹). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر کود بیولوژیک بر وزن صد دانه سویا نشان داد بیشترین وزن صد دانه سویا (۱۷/۸ گرم) در هنگام تلقیح گیاه با مایکوریزا بدست آمد و کمترین وزن صد دانه سویا (۱۶/۱ گرم) در هنگام عدم تلقیح با کود بیولوژیک مشاهده شد (جدول پیوست ۴-۲۹). به‌طور کلی بر اساس نتایج سال دوم می‌توان بیان کرد عدم تلقیح با کود بیولوژیک و عدم مصرف کود شیمیایی باعث کاهش در وزن صد دانه سویا می‌شود.

تجزیه مرکب: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب تنها اثرات اصلی علف‌هرز، کود شیمیایی و کود بیولوژیک بر وزن صد دانه سویا معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه، سه‌گانه و چهار گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۳۰). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی (جدول پیوست ۴-۳۱) نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین دو سال آزمایش در وزن صد دانه مشاهده نشد. همچنین نتایج تاثیر کود بیولوژیک بر وزن صد دانه سویا نشان داد عدم تلقیح با کود بیولوژیک باعث کاهش معنی‌دار در وزن صد دانه سویا نسبت به زمان تلقیح سویا با کود بیولوژیک می‌شود. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده کود شیمیایی بر وزن صد دانه سویا نشان داد با عدم کاربرد کود شیمیایی وزن صد دانه سویا به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که وزن صد دانه سویا در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کاربرد کود شیمیایی در هکتار به‌ترتیب برابر ۱۶/۱، ۱۷/۲ و ۱۸/۲ گرم بود. نتایج مقایسه میانگین اثر ساده علف‌هرز بر وزن صد دانه سویا نشان داد، وجین علف‌های هرز باعث افزایش ۶/۴ درصدی در وزن صد دانه سویا نسبت به حالت عدم وجین علف‌های هرز می‌شود.

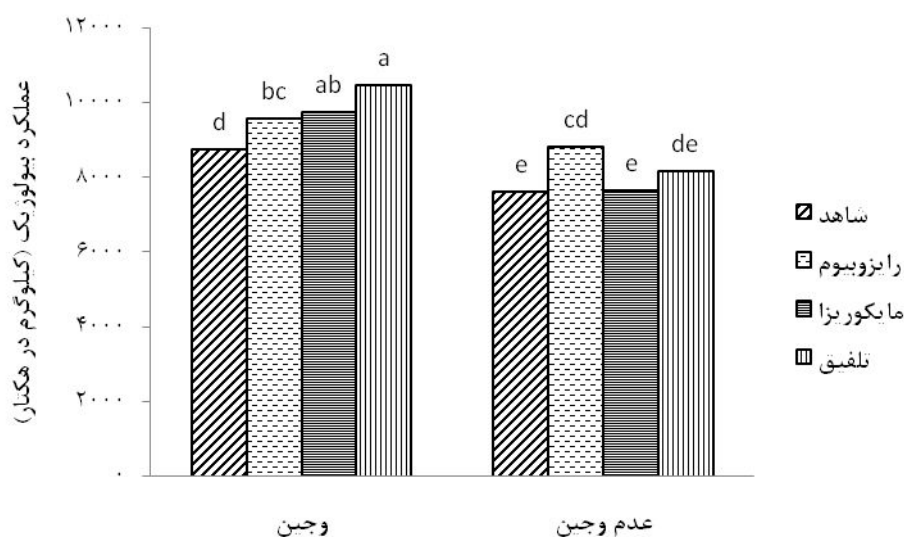
محققان بیان کرده‌اند صفت وزن دانه همبستگی بسیار بالایی با مدت زمان دوره پر شدن دانه دارد (والر و همکاران، ۲۰۰۵؛ اسبورن و ریدل، ۲۰۰۶). در واقع هر عاملی که باعث شود طول دوره پر شدن دانه بیشتر شود باعث افزایش در وزن دانه نیز می‌شود. نیتروژن یکی از اصلی‌ترین عوامل افزایش سبز مانی برگ‌های گیاهان زراعی می‌باشد که با افزایش نیتروژن در دسترس گیاه طول دوره سبز ماندن

برگ‌ها بیشتر شده و نهایتاً با افزایش تولید مواد فتوسنتزی وزن دانه نیز افزایش پیدا می‌کند. نتایج این آزمایش نیز نشان داد با افزایش کاربرد کود نیتروژن، تلقیح با قارچ مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم و وجین علف‌های هرز مقدار نیتروژن در دسترس بوته‌های سویا افزایش پیدا می‌کند که این امر در نهایت باعث افزایش وزن صد دانه سویا شد.

۴-۱۶- عملکرد بیولوژیک

سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک سویا در سال اول معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک با افزایش کاربرد کود شیمیایی عملکرد بیولوژیک سویا افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیک در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی به‌ترتیب برابر با ۸۰۹۲/۹، ۹۰۹۶/۳ و ۹۴۱۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول پیوست ۴-۲۷).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک در سال اول آزمایش (شکل ۴-۲۲) در هر دو حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز با استفاده از کودهای بیولوژیک، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر دوگانه نشان داد به‌طورکلی در حالت وجین در تمام سطوح کود بیولوژیک بجز شاهد، عملکرد بیولوژیک نسبت به حالت عدم وجین بیشتر بود. این امر نشان‌دهنده آن است که وجین علف‌های هرز می‌تواند منابع محیطی بیشتری را در اختیار سویا قرار دهد و در این شرایط گیاه سویا ماده خشک بیشتری را تولید کند و در انتهای فصل رشد عملکرد بیولوژیک بیشتری نسبت به شرایط عدم وجین علف‌های هرز داشته باشد.

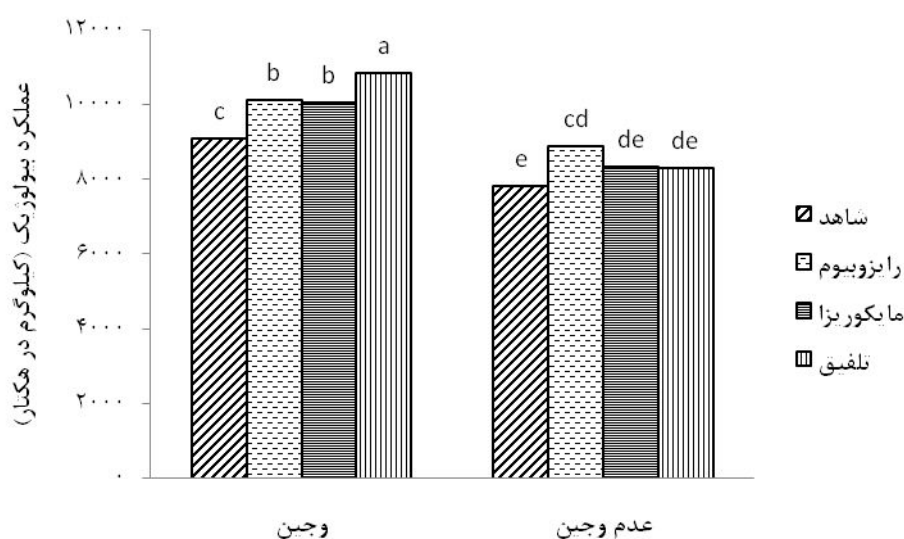


شکل ۴-۲۲: اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک

سال دوم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد در سال دوم تنها اثرات اصلی علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک سویا معنی دار بود و هیچ یک از اثرات متقابل دوگانه و سه گانه اثر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک سویا نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۸). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اگرچه تلقیح گیاه سویا با کود بیولوژیک باعث افزایش معنی دار در عملکرد بیولوژیک نسبت به حالت عدم کاربرد کود بیولوژیک شد، اما بین هیچکدام از سطوح تلقیح گیاه سویا با کود بیولوژیک (تلقیح با رازوبیوم، تلقیح با مایکوریزا و تلقیح همزمان با مایکوریزا و رازوبیوم) در سطح احتمال ۵ درصد از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول پیوست ۴-۲۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک سویا در سال دوم، با افزایش کاربرد کود شیمیایی عملکرد بیولوژیک سویا نیز افزایش پیدا کرد، بدین صورت که بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی در هکتار (۱۰۲۳۱/۹ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین عملکرد بیولوژیک از عدم کاربرد کود شیمیایی (۸۷۱۷/۹ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین اثر علف هرز بر عملکرد بیولوژیک سویا نشان داد عدم وجین علف های هرز باعث کاهش ۲۰/۶ درصدی عملکرد بیولوژیک سویا نسبت به حالت وجین علف های هرز شد (جدول پیوست ۴-۲۹).

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد بیولوژیک نشان داد اثر اصلی سال، علف‌هرز، کود بیولوژیک، کود شیمیایی و اثر متقابل علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک سویا معنی‌دار بود اما سایر اثرات متقابل دوگانه، سه‌گانه و چهارگانه تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۴-۳۰). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در سال دوم آزمایش عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری نسبت به سال اول بیشتر بود، به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیک در سال اول و دوم به‌ترتیب برابر ۸۸۶۶/۷ و ۹۵۴۴/۸ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد کود شیمیایی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار توانست ۱۶ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف کود شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک سویا شود (جدول پیوست ۴-۳۱).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک سویا در تجزیه واریانس مرکب (شکل ۴-۲۳) نشان داد در هر دو حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز بیشترین عملکرد بیولوژیک در زمان تلقیح با کود بیولوژیک مشاهده شد. این وضعیت بیان می‌کند که تلقیح با باکتری رایزوبیوم و قارچ مایکوریزا می‌تواند تاثیر مناسبی در افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه سویا نسبت به حالتی که کود بیولوژیک استفاده نشود، داشته باشد.



شکل ۴-۲۳: اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک

به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش می توان بیان کرد با ایجاد شرایط مطلوب برای رشد بوته های سویا از جمله افزایش نیتروژن در محیط رشد، تلقیح بوته ها با کودهای بیولوژیک و وجین علف های هرز عملکرد بیولوژیک سویا نیز افزایش پیدا کرد. در واقع هر کدام از فاکتورهای اعمال شده در این آزمایش با توجه به شرایطی که برای رشد گیاه به وجود می آورند باعث افزایش عملکرد وزن خشک بخش هوایی می شوند.

حضور علف هرز در کنار گیاه زراعی باعث کاهش منابع مصرفی برای گیاه زراعی شده و این امر باعث می شود گیاه زراعی مواد فتوسنتزی کمتری در طول فصل رشد تولید کند و در نهایت عملکرد بیولوژیک کمتری داشته باشد. حبیبی سوادکوهی و همکاران (۱۳۸۷) نیز عنوان داشتند که با طولانی شدن دوره تداخل علف های هرز، عملکرد بیولوژیک ذرت کاهش معنی داری نشان داد. آن ها هم چنین کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به سایه اندازی علف های هرز، شدت کاهش در میزان سطح برگ، تراکم علف های هرز رقابت کننده و زمان سبز شدن علف های هرز نسبت دادند. ایشان همچنین بیان کردند افت عملکرد دانه و بیولوژیک در صورت عدم کنترل علف های هرز در مراحل اولیه رشد بالاتر خواهد بود. نتایج این آزمایش نیز نشان داد گیاه سویا در مراحل اولیه رشد دارای قدرت رقابتی ضعیفی

در مقابل علف‌های هرز می‌باشد. کند بودن رشد اندام‌های هوایی در گیاهان زراعی در ابتدای فصل رشد، قابلیت رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز را کاهش داده، لذا حضور علف‌های هرز در اوایل فصل رشد موجب کاهش عملکرد می‌گردد (مارتین و همکاران، ۲۰۰۱). نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۰) بیان کردند که قطر ساقه ذرت با افزایش تراکم (چه گیاه زراعی و چه علف‌هرز) کاهش می‌یابد. این تغییر مورفولوژیکی باعث می‌گردد، گرچه ارتفاع بوته افزایش پیدا کند اما وزن تک بوته کاهش پیدا کرده و در شرایط وجود علف‌های هرز بیومس گیاه زراعی در واحد سطح کاهش یابد. همچنین محققین گزارش دادند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح قطر ساقه تغییر می‌کند. هر چه تعداد بوته افزایش یابد نوری که به کف کانوپی می‌رسد کاهش یافته و رقابت بین اندام‌های گیاه و بوته‌ها برای جذب تشعشع زیاد شده که این عوامل می‌تواند باعث افزایش طول میانگره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گردد، که این عوامل در مجموع باعث کاهش وزن خشک بخش هوایی می‌شوند.

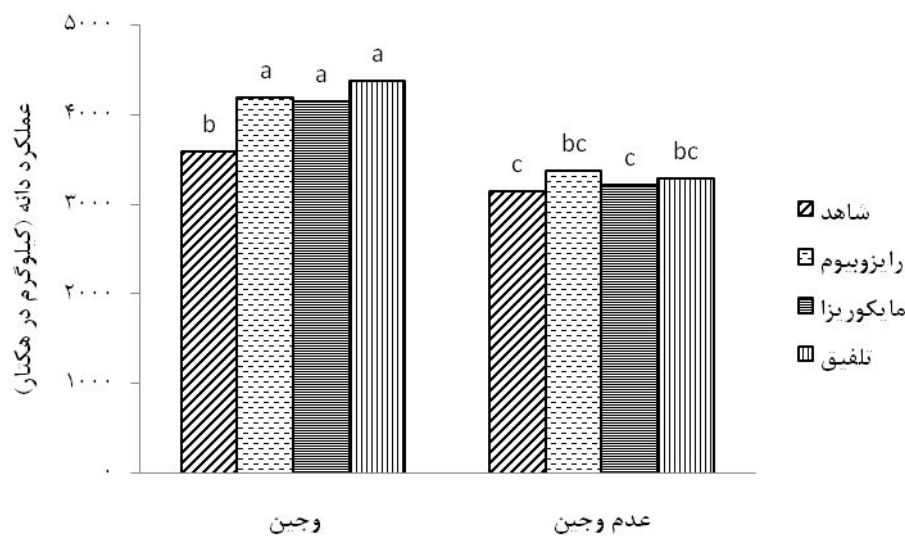
در رابطه با همزیستی مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد با گیاهان زراعی، والر و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند تلقیح گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) با قارچ مایکوریزا باعث افزایش ۱۱ درصدی عملکرد دانه و ۲۴ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به گیاهان شاهد گردید. همچنین گزارش شده است همزیستی بقولات با رایزوبیوم به میزان زیادی تحت تأثیر قارچ‌های مایکوریزا قرار می‌گیرد، که در شرایط مطلوب تا ۳۰ درصد تلقیح بقولات با قارچ مایکوریزا و وجود گره‌های تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش وزن بخش‌هوائی نسبت به حالت شاهد می‌شود (پائولیتز، ۱۹۹۱). محققان اظهار نمودند که یکی از مهم‌ترین آثار کاربرد قارچ‌های مایکوریزا، افزایش عملکرد گیاهان خصوصاً در خاک‌های با حاصلخیزی پایین است که به دلیل افزایش سطح جذب ریشه‌ها از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و بالطبع دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک می‌باشد (کارلینگ، ۱۹۸۲).

بر اساس نتایج این آزمایش افزایش در کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک سویا شد. در واقع نیتروژن به دلیل نقش موثری که در فتوسنتز و سبزمانی گیاه دارد باعث می‌شود در

طول فصل رشد مواد فتوسنتزی بیشتری تولید شود که در نهایت عملکرد بیولوژیک سویا را افزایش دهد. همچنین برخی تحقیقات نشان می‌دهد که تثبیت نیتروژن اتمسفری نمی‌تواند نیتروژن کافی برای عملکرد مناسب سویا فراهم سازد (وسلی و همکاران، ۱۹۹۷؛ وبر، ۱۹۶۶). آذربون و ریدل (۲۰۰۶) اعلام کردند افزودن کود نیتروژن به صورت آغازگر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد و کیفیت آن می‌گردد. با وجود رایزوبیوم‌های کافی در خاک، مصرف نیتروژن در سویا، باعث افزایش عملکرد می‌شود. راعی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش نیتروژن در خاک سبب زیاده‌تر شدن ارتفاع، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف) و عملکرد دانه و دیررس‌تر شدن سویا شد.

۴-۱۷- عملکرد دانه

سال اول: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد دانه سویا معنی‌دار بود اما سایر اثرات دوگانه و سه‌گانه تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۶). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده کود شیمیایی بر عملکرد دانه سویا نشان داد که عدم کاربرد کود شیمیایی سبب کاهش معنی‌دار ۱۶/۲ درصدی در عملکرد دانه سویا نسبت به حالت کاربرد ۵۰ کیلوگرمی کود شیمیایی شد (جدول پیوست ۴-۲۷). مطابق نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌هرز و کود بیولوژیک بر عملکرد دانه در سال اول (شکل ۴-۲۴) در هر دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های هرز سویا بیشترین عملکرد دانه در هنگام تلقیح سویا با کودهای بیولوژیک مشاهده شد. بر این اساس بیشترین عملکرد دانه در تیمار وجین و تلقیح همزمان مایکوریزا و رایزوبیوم (۳/۴۳۷۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین عملکرد دانه در تیمار عدم وجین علف‌های هرز و عدم کاربرد کود بیولوژیک (۵/۳۱۴۵ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.



شکل ۴-۲۴: اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد دانه

سال دوم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس در سال دوم تنها اثرات اصلی علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر عملکرد دانه سویا معنی دار بود و سایر اثرات متقابل تاثیر معنی داری نداشتند (جدول پیوست ۴-۲۸). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که عدم وجین علف های هرز باعث کاهش ۲۲/۱ درصدی عملکرد دانه نسبت به حالت وجین علف های هرز شد. با افزایش مصرف کود شیمیایی، عملکرد دانه در سال دوم نسبت به حالت عدم مصرف افزایش یافت به طوری که با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد کود شیمیایی عملکرد دانه به ترتیب ۴۳۳۳/۷۶ و ۳۷۲۴/۹۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین عدم کاربرد کود بیولوژیک و عدم تلقیح گیاه سویا باعث کاهش ۱۴ درصدی عملکرد دانه سویا نسبت به حالت تلقیح همزمان با رابزوبیوم و مایکوریزا در سویا در سال دوم آزمایش شد (جدول پیوست ۴-۲۹).

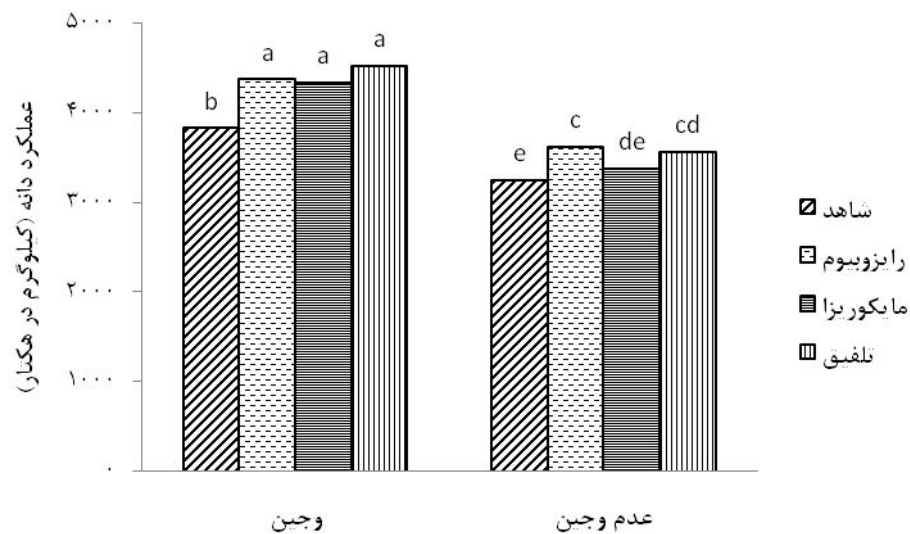
تجزیه مرکب: نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثرات اصلی سال، علف هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی و همچنین اثر متقابل دوگانه علف هرز و کود بیولوژیک و اثر سه گانه سال، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر عملکرد دانه سویا معنی دار شد (جدول پیوست ۴-۳۰). نتایج مقایسه میانگین نشان

داد عملکرد دانه در سال اول نسبت به سال دوم آزمایش کاهش ۱۰/۳ درصدی داشت (جدول پیوست ۴-۳۱). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر ساده کود شیمیایی بر عملکرد دانه، عدم استفاده از کود شیمیایی می‌تواند به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه سویا را کاهش دهد. به‌طوری‌که عملکرد دانه در ۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌ترتیب برابر ۳۵۳۱/۸۹، ۳۹۴۸/۶۲ و ۴۱۰۶/۸۰ کیلوگرم در هکتار بود که به‌طور معنی‌داری با یکدیگر اختلاف داشتند (جدول پیوست ۴-۳۱).

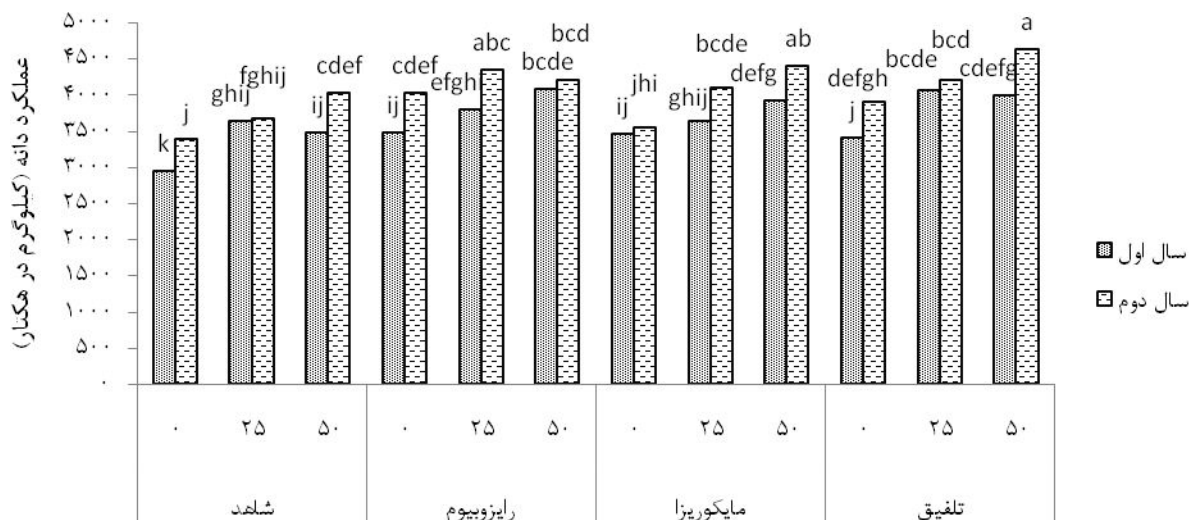
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه علف‌هرز و کود بیولوژیک نشان داد، عملکرد دانه سویا در حالت وجین در تمام سطوح کود بیولوژیک بیشتر از حالت عدم وجین بود (شکل ۴-۲۵). همچنین کاربرد کود بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه نسبت به حالت عدم کاربرد کود بیولوژیک در هر دو حالت وجین و عدم وجین علف‌های هرز شد، در واقع می‌توان این گونه بیان کرد که وجین علف‌های هرز و کاربرد کودهای بیولوژیک باعث شد گیاه سویا بتواند عملکرد دانه بیشتری را نسبت به حالتی که علف‌های هرز وجین نشده باشند یا کود بیولوژیکی به کار نرفته باشد تولید کند. همچنین اثر متقابل سه‌گانه سال، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر این صفت معنی‌دار بود. می‌توان گفت تغییرات عملکرد در سال‌های متعدد و در سطوح مختلف کود بیولوژیک و کود شیمیایی یکسان نبوده و مستقل از یکدیگر نمی‌باشد. همچنین اثر متقابل سه جانبه سال $\times$ کود بیولوژیک $\times$ کود شیمیایی بر این صفت معنی‌دار بوده، پس تغییرات عملکرد در سال‌های متعدد و در سطوح مختلف کود بیولوژیک با مصرف مقادیر متفاوت کود شیمیایی یکسان نبوده و مستقل از یکدیگر نمی‌باشد (شکل ۴-۲۶).

اسدوزمان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزایش زمان تداخل علف‌های هرز موجب کاهش نزولی تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در ماش شد. کاورماسی و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایش خود نشان دادند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف باقلا و در نهایت عملکرد دانه باقلا شد. سیدی و همکاران (۱۳۹۱) اظهار داشتند که

افزایش دوره حضور و رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش تعداد دانه در بوته سیاه‌دانه شد. آن‌ها دلیل کاهش تعداد دانه را به افزایش سایه‌اندازی و نیز تخلیه مواد غذایی و آب به دلیل حضور و رقابت علف‌های هرز نسبت دادند. نتایج این آزمایش نیز نشان داد وجود علف‌هرز اثر نامطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سویا دارد، هر چند کاربرد کود



شکل ۴-۲۵: اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک بر عملکرد دانه



شکل ۴-۲۶: اثر متقابل سال × کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر عملکرد دانه

بیولوژیک و شیمیایی باعث کاهش اثر مخرب علف‌هرز شده است اما در هر صورت حضور علف‌هرز باعث کاهش عملکرد دانه سویا شد. زرفانی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند تداخل تمام فصل علف-های هرز عملکرد دانه کنجد را ۲۷ درصد کاهش داد.

تیمار کود بیولوژیک علاوه بر اینکه فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، همچنین با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد را فراهم می‌آورد (سجادی نیک و همکاران، ۱۳۹۰). موهانتی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که مصرف کودهای زیستی در گیاه بادام زمینی باعث افزایش چشمگیر فعالیت‌های زیستی در محیط رشد و پیامد آن بهبود جذب عناصری چون نیتروژن و فعالیت میکروبی خاک، سبب افزایش بیوماس گیاهی و در نهایت افزایش تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه می‌شود. محققان در بررسی کود آلی و زیستی در تولید لوبیا بیان کردند که افزایش فعالیت ریز موجودات زنده خاک در شرایط آبیاری می‌تواند روی تعداد غلاف در بوته و در نهایت عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشته باشد (توسلی و همکاران، ۱۳۸۸). افزایش تعداد غلاف در بوته ماش در تلقیح با قارچ مایکوریزا آربسکولار توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (کومار و همکاران، ۲۰۱۲).

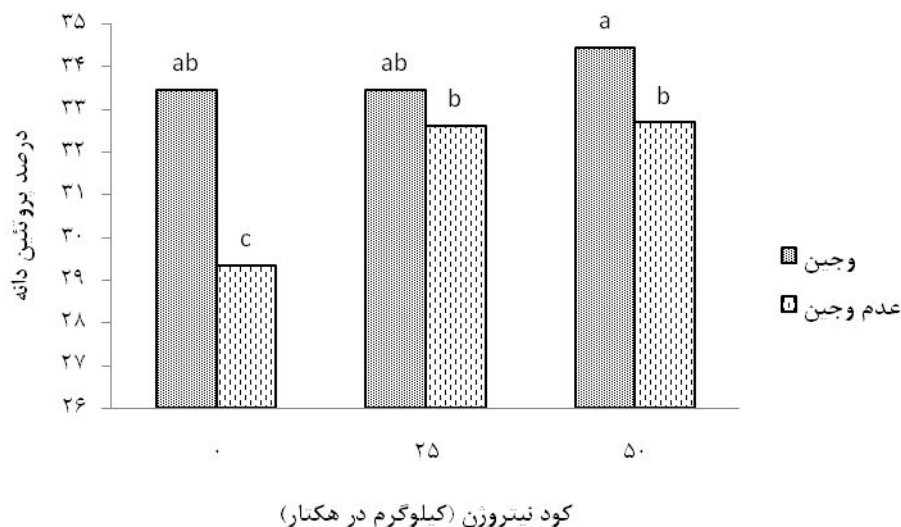
۴-۱۸- شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در سال اول، دوم و تجزیه مرکب (جداول ۴-۲۶، ۴-۲۸ و ۴-۳۰) هیچ یک از اثرات اصلی و دوگانه و سه‌گانه بر شاخص برداشت سویا تاثیر معنی‌داری نداشتند.

۴-۱۹- پروتئین دانه

سال دوم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی علف‌هرز، کود شیمیایی، کود بیولوژیک و اثرات متقابل دوگانه علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه

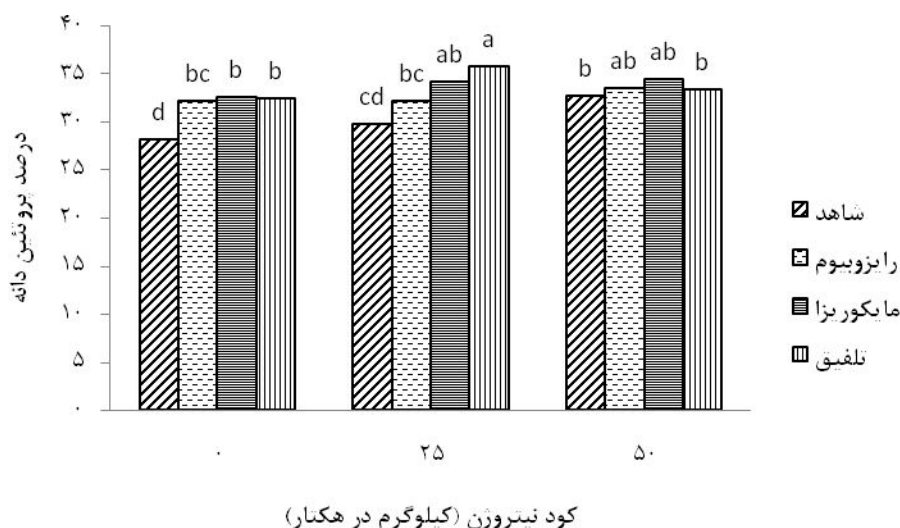
معنی‌دار بود (جدول پیوست ۴-۳۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف هرز و کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه در هر دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های هرز با کاربرد کود شیمیایی درصد پروتئین دانه نسبت به حالت شاهد افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۲۷). همچنین وجین علف‌های هرز باعث شد در تمام سطوح کود شیمیایی درصد پروتئین دانه نسبت به حالت عدم وجین بالاتر باشد. بر این اساس بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار وجین علف‌های هرز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی (۳۴/۴۵ درصد) و کمترین درصد پروتئین دانه در تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی و عدم وجین علف‌های هرز (۲۹/۳۵ درصد) مشاهده شد (شکل ۴-۲۷).



شکل ۴-۲۷: اثر متقابل علف هرز × کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی و کود بیولوژیک نشان داد به‌طور کلی تقریباً در تمام سطوح کود بیولوژیک (بجز تیمار تلفیق) با افزایش کاربرد کود شیمیایی درصد پروتئین دانه افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۲۸ اثر bc سال دوم). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد در هنگام عدم کاربرد کود بیولوژیک بجز سطح کودی ۵۰ کیلوگرم، درصد پروتئین دانه کمتر از سطوح تلفیق با کود بیولوژیک می‌باشد، به عبارت دیگر می‌توان اینگونه بیان کرد که تلفیق با کود بیولوژیک باعث اثر هم‌افزایی بین کود بیولوژیک و کود شیمیایی شده و تاثیر مثبتی بر درصد پروتئین دانه سویا داشته

است (شکل ۴-۲۸). علاوه بر موارد ذکر شده نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود شیمیایی و کود بیولوژیک نشان داد کمترین درصد پروتئین دانه در هنگام عدم مصرف کود شیمیایی در هکتار مشاهده می شود، که البته با سطح ۲۵ کیلوگرم در هکتار کاربرد نیتروژن اختلاف معنی داری ندارد. به عبارت دیگر عدم کاربرد کود نیتروژن باعث کاهش درصد پروتئین دانه های سویا می شود. هر چند این کاهش به دلیل اضافه شدن نیتروژن کودی در اول فصل ممکن است بیش از ۲ یا ۳ درصد نباشد اما همین مقدار کم نیز اهمیت کاربرد کود نیتروژن برای گیاه سویا را نشان می دهد (شکل ۴-۲۸). به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش می توان بیان کرد، کودهای بیولوژیک و شیمیایی به دلیل ویژگی های مثبتی که بر پیکره گیاه میزبان می گذارند می توانند درصد پروتئین دانه را افزایش دهند.



شکل ۴-۲۸: اثر متقابل کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر درصد پروتئین دانه

محققان بیان کرده اند انشعابات میسیلیومی قارچ های میکوریزا می توانند به درون خاک و روزه-هایی که برای ریشه و تارهای کشنده گیاه در دسترس نیستند، راه یابند و به این ترتیب از حجم بیشتری از خاک استفاده کنند. این ریز جانداران با فراهم کردن سطح اضافی برای جذب، باعث افزایش جذب عنصرهای غذایی به ویژه فسفر (محمدی و همکاران، ۲۰۱۴) و نیتروژن (حیدری و کریمی، ۲۰۱۴) می شوند و به این ترتیب تولید آسیمیلات در گیاه را افزایش می دهند. نیتروژن با شرکت در

ترکیب‌های پروتئینی و آمینی افزون بر اهمیت حفاظتی برای برخی آنزیم‌ها و پایداری pH یاخته‌ای، در جابه‌جایی عناصر دیگر از راه آوند چوبی نیز اهمیت به سزایی دارد و به افزایش درصد نیتروژن در اندام مختلف گیاه کمک می‌کند. بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش همزیستی گیاه با این ریز جانداران افزایش پروتئین دانه سویا را در پی داشت. در نتایج یک پژوهش، کاربرد رایزوبیوم و مایکوریزا درصد پروتئین دانه و مقدار جذب نیتروژن را در بوته لوبیا به‌طور معنی‌داری افزایش داد (صفرپور و همکاران، ۲۰۱۰). این در حالی است که خالق‌زمان و حسین (۲۰۰۷) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، سویه‌های مختلف رایزوبیوم و کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر درصد نیتروژن بخش هوایی لوبیا نداشتند.

در آزمایشی برای بررسی تأثیر کود نیتروژن و تلقیح برادی‌رایزوبیوم ژاپونیکوم بر ارقام مختلف سویا گزارش شد که تلقیح با رایزوبیوم نسبت به کاربرد کود شیمیایی ۳۰ کیلوگرم در اول فصل رشد، درصد پروتئین دانه، درصد نیتروژن برگ و عملکرد دانه بیشتری را تولید کرد (سوقت، ۲۰۰۶). از سویی محققان بیان کردند برای به بیشینه رساندن ظرفیت تولید در سویا، کاربرد نیتروژن استارتر از راه کودهای شیمیایی ضروری است (داکورا، ۲۰۰۳). در این تحقیق نیز کاربرد کود استارتر در سطح ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم تأثیر مثبتی بر درصد پروتئین دانه‌ها داشت ولی کاربرد نیتروژن بیشتر ممکن است باعث درصد پروتئین دانه شود، چراکه ممکن است این نیتروژن اضافی اثر بازدارنده بر همزیستی گیاه با رایزوبیوم داشته باشد. این نتایج با یافته‌های والی و همکاران (۲۰۰۸) همسو است. نکته دیگر اینکه بر اساس نتایج این آزمایش در سطح ۲۵ کیلوگرم نیتروژن، کاربرد مایکوریزا به تنهایی نیز درصد پروتئین در سطح آماری ترکیب مایکوریزا و برادی رایزوبیوم تولید کرده است که این مسئله گویای نقش مهم مایکوریزا در بهبود جذب عنصرهای غذایی به ویژه نیتروژن و فسفر می باشد (رایان و گراهام، ۲۰۰۲).

گزارش ها گویای آن است که کاربرد نیتروژن تا پیش از برقراری رابطه همزیستی گیاه با رایزوبیوم به‌عنوان کود استارتر برای گیاه ضرورت دارد (استرلینگ و همکاران، ۱۹۹۸) اما کاربرد زیاد

نیتروژن با کاهش فعالیت زیستی ریشه باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود (شیری و راعی، ۲۰۱۴؛ الشراوی و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین محققان زیادی بیان کرده‌اند که رابطه میان باکتری‌های محرک رشد و قارچ‌های مایکوریزا به صورت هم‌افزایی می‌باشد. در واقع برقراری یک رابطه همزیستی سه جانبه بین گیاه، رایزوبیوم و مایکوریزا موجب بهبود رشد، جذب عناصر غذایی بخصوص نیتروژن و فسفر و در نهایت درصد پروتئین گیاه می‌شود. قارچ‌های مایکوریزا با افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود شرایط رطوبتی گیاه، افزایش فتوسنتز و افزایش غلظت هورمون‌های گیاهی (رایان و گراهام، ۲۰۰۲؛ کاردوسو و کایپر، ۲۰۰۶) تأثیر مثبتی بر همزیستی گیاه با رایزوبیوم دارد. بر پایه یافته‌های زیمر و همکاران (۲۰۱۶) تلقیح بذرهای سویا با رایزوبیوم موجب افزایش ۵۷ درصدی عملکرد دانه و ۸ درصدی پروتئین دانه شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های ارمان و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر تأثیر مثبت کاربرد همزمان رایزوبیوم و مایکوریزا در نخود همخوانی دارد. ازکون و اترچ (۱۹۹۷) بیان داشتند که قارچ‌های مایکوریزا آربوسکولار می‌توانند به عنوان یک عامل مهم جهت بهبود کمی و کیفی محصول بر حفظ سلامت گیاه موثر باشند. موت و همکاران (۱۹۸۷) مشاهده نمودند که هر جا رایزوبیوم به همراه مایکوریزا و لگوم‌ها باشد، افزایش قابل توجهی در وزن خشک، محتوای نیتروژن و فسفر در گیاه وجود دارد.

۴-۲۰- درصد روغن دانه

سال دوم: نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی علف‌هرز، کود بیولوژیک و کود شیمیایی بر درصد روغن دانه سویا نشان داد، هیچ کدام از اثرات ساده علف‌هرز، کود شیمیایی و کود بیولوژیک و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه آن‌ها بر درصد روغن دانه سویا معنی‌دار نبود (جدول پیوست ۴-۳۲). نتایج جدول مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه بر صفت درصد روغن دانه در جدول پیوست (۴-۳۳) نشان داده شده است.

نظر به اهمیت تغذیه مناسب گیاهی برای رسیدن به عملکرد مطلوب در گیاهان زراعی و تأثیر این فاکتور بر عملکرد کمی و کیفی محصول باید حد مناسب کودهای شیمیایی برای تعیین مناسب-ترین درصد روغن و درصد پروتئین دانه در گیاهان روغنی مشخص شود. بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش کاربرد کود شیمیایی و تلقیح با کودهای بیولوژیک، درصد پروتئین دانه افزایش یافت اما درصد روغن دانه کاهش یافت.

مرادی تلاوت و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که نیتروژن عملکرد دانه کلزا را از طریق افزایش تعداد غلاف و وزن هزار دانه زیاد می‌نماید و همچنین درصد پروتئین دانه کلزا را نیز افزایش می‌دهد. از آنجاییکه افزایش میزان پروتئین دانه رابطه مستقیم با افزایش مصرف نیتروژن دارد، به نظر می‌رسد که با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش زمینه‌های پروتئینی نیتروژن دار، بیشتر شده و بنابراین تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر گشته و مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد، در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید روغن کاهش خواهد یافت. این عامل به‌طور مشخص در کلزا باعث کاهش میزان درصد روغن دانه می‌گردد.

لانیسته و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده نمودند که افزایش نیتروژن، پروتئین کلزا را افزایش ولی درصد روغن آن را کاهش داد. آزمایش اسلام و همکاران (۲۰۰۵) بر روی خصوصیات گیاه کلزا نشان داد که به کارگیری ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، باعث کاهش در تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در غلاف، وزن خشک دانه‌ها و کاهش درصد روغن دانه شد. احمد و همکاران (۲۰۰۷) و امان اله و همکاران (۲۰۰۲) نیز دریافتند که به کارگیری نیتروژن بیشتر، باعث کاهش درصد روغن دانه کلزا گردید.

۴-۲۱- ضرایب همبستگی

ضریب همبستگی عددی است که بین ۱- تا ۱+ تغییر می‌کند اگر ضریب همبستگی + (مثبت) باشد، نشان دهنده آنست که انحراف از میانگین صفات مورد نظر همسو هستند و اگر این عدد - (منفی) باشد نشان دهنده آنست که انحراف از میانگین صفات مورد نظر همسو نیستند. ضرایب همبستگی بین صفات صرفاً رابطه خطی بین آنها را نشان می‌دهند و پایین بودن قدر مطلق ضریب همبستگی تنها نشان‌دهنده عدم رابطه خطی بین دو متغیر می‌باشد (سلطانی و ترابی، ۱۳۹۳). بر اساس نتایج جدول پیوست (۴-۳۵) بالاترین ضریب همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته (۰/۷۳)، عملکرد بیولوژیک (۰/۷۱)، تعداد غلاف در بوته (۰/۶۳) و وزن صد دانه (۰/۴۳) بود. کمترین همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع اولین غلاف (۰/۰۳-) و تعداد گره در ساقه اصلی (۰/۰۷) مشاهده شد. همبستگی بالا بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه در سویا نشان‌دهنده رابطه مستقیم و خطی بین اجزای عملکرد دانه به خصوص تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته با عملکرد دانه سویا می‌باشد. بالا بودن ضریب همبستگی بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته با عملکرد دانه، نشان‌دهنده اینست برای افزایش عملکرد سویا باید توجه ویژه به عواملی داشت که باعث افزایش یا کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته می‌شوند. به عبارت دیگر افزایش یا کاهش در تعداد غلاف در بوته یا تعداد دانه در بوته سویا باعث افزایش یا کاهش عملکرد دانه سویا می‌شود. همچنین بر اساس نتایج جدول ضرایب همبستگی (جدول پیوست ۴-۳۵) عملکرد بیولوژیک نیز همبستگی بسیار بالایی با عملکرد دانه سویا دارد. بر اساس نتایج این آزمایش بهبود شرایط رشدی گیاه سویا با وجین علف‌های هرز، تلقیح با کود بیولوژیک و کاربرد کود شیمیایی با افزایش در عملکرد بیولوژیک باعث افزایش عملکرد دانه سویا می‌شود.

افیونی و محلوچی (۱۳۸۵) بیان کردند عملکرد دانه صفتی پیچیده است که با سایر صفات همبستگی نشان می‌دهد. عملکرد دانه ناشی از اثر تجمعی اجزای متشکله آن می‌باشد. زینلی و

همکاران (۱۳۹۲) نیز همبستگی بالا و معنی‌داری بین اجزای عملکرد و سطح برگ با عملکرد دانه باقلا گزارش کردند. سوزا و همکاران (۲۰۱۱) در ذرت گزارش نمودند عملکرد دانه با وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته رابطه معنی‌داری دارد. پالتا و همکاران (۲۰۱۰) در نخود بیان کردند اثر گذارترین جزء عملکرد بر عملکرد دانه نخود تعداد غلاف در بوته می‌باشد که نتایج این آزمایش با نتایج این محققین مطابقت دارد.

نتیجه گیری کلی

می‌توان از مدیریت عناصر غذایی به عنوان شاه کلیدی برای مدیریت علف‌های هرز نام برد. رقابت علف‌های هرز برای نیتروژن یکی از تأثیرگذارترین فاکتورها در تولید محصولات کشاورزی است که می‌توان با درک صحیح این رابطه کنترل بهتر و مؤثرتری بر علف‌های هرز داشت. نتایج حاکی از تأثیر زیاد علف‌های هرز بر خصوصیات کمی و کیفی سویا بود که پیامد آن کاهش عملکرد دانه سویا شد. در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ سویا تحت تأثیر معنی‌دار وجین علف‌های هرز، کاربرد کود شیمیایی و تلقیح با قارچ مایکوریزا و باکتری رایزوبیوم قرار گرفت. بر این اساس با افزایش کاربرد کود شیمیایی هم در شرایط وجین علف‌های هرز و هم در شرایط عدم وجین علف‌های هرز حداکثر شاخص سطح برگ افزایش پیدا می‌کند. همچنین با تلقیح بوته‌های سویا با مایکوریزا و رایزوبیوم حداکثر شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرد. بعلاوه نتایج این آزمایش نشان داد با بهبود شرایط رشد برای بوته‌های سویا از طریق کاربرد کود نیتروژن بیشتر، تلقیح با قارچ مایکوریزا و رایزوبیوم و همچنین وجین علف‌های هرز اجزای عملکرد سویا (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه) افزایش پیدا کرد. در واقع این افزایش اجزای عملکرد دانه در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه سویا شد. این‌طور به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک و شیمیایی به همراه وجین علف‌های هرز با تأثیر بر صفاتی همانند حجم بخش‌های فتوسنتز کننده (زیست توده گیاه) و به‌علاوه افزایش طول دوره رشد، سبب افزایش ظرفیت و مقدار تولید اسیمیلات در منابع شده که

نهایتاً منجر به افزایش عملکرد گردیده است. این مسئله نشان دهنده نامناسب بودن حضور علف‌های هرز در کنار گیاه زراعی و مطلوبیت مصرف توام رایزوبیوم و مایکوریزا به همراه مصرف کودهای شیمیایی، در ایجاد شرایط مناسب جهت رسیدن به حداکثر رشد و نزدیک شدن به عملکرد پتانسیل در سویا است.

همچنین نتایج نشان داد که استفاده از رایزوبیوم و مایکوریزا بطور همزمان نه تنها منجر به بروز هیچگونه اثرات آنتاگونیستی و نتیجتاً کاهش در خصوصیات عملکردی نشد، بلکه از کاربرد جداگانه‌شان در بیشتر موارد موثرتر واقع شد. ارزیابی صفات مطالعه شده حکایت از تاثیر بهتر رایزوبیوم نسبت به مایکوریزا بر روی این صفات داشت. در مجموع می‌توان اظهار داشت ریزموجوداتی همچون باکتری‌های رایزوبیوم و قارچ‌های مایکوریزا در صورت وجود و بقا در خاک قادر به تامین نیاز کودی سویا در حد قابل قبول جهت نیل به عملکرد حداکثری می‌پردازند. همچنین به نظر می‌رسد که قطعه زمین مورد آزمایش در این پژوهش در طی چندین سال متمادی تحت تاثیر اثرات سوء مدیریتی همچون مصرف بیش از حد کودها و سموم شیمیایی، عدم رعایت تناوب زراعی مناسب و انجام پی‌درپی عملیات خاکورزی نادرست قرار گرفته که در نتیجه آن، بقا و فعالیت قارچ‌های مایکوریزا تا حدودی دچار اختلال شده باشد. در کل می‌توان این طور بیان کرد که با ایجاد شرایط مناسب همانند کاهش خاکورزی و اعمال مدیریت مناسب در زمینه خاکورزی و استفاده مستمر از کودهای بیولوژیک برای سالیان متوالی و ایجاد شرایط برای بروز فعالیت حداکثری ریزموجودات، می‌توان سلامت خاک را بهبود بخشید و علاوه بر حفاظت از محیط زیست، خلاء عملکرد سویا را کاهش داد.

پیشنهادهات

با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه پیشنهادهات زیر توصیه می‌شود:

۱- این آزمایش به صورت چندین سال پیاپی و در شرایط اقلیمی متفاوت اجرا شود تا نتایج دقیق‌تر و متنوع‌تری حاصل شود.

۲- با ایجاد مزارع نمایشی و برگزاری کلاس‌های آموزشی و نشان دادن تاثیرات مفید کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی سویا و آشنا نمودن کشاورزان با خطرات انسانی و زیست محیطی استفاده از کودهای شیمیایی و علفکش‌ها سعی بر تشویق و ترغیب کشاورزان در جایگزین کردن کودهای بیولوژیک به جای کودهای شیمیایی و یا استفاده تلفیقی از کودهای بیولوژیک و شیمیایی شود.

۳- برای دستیابی به حداکثر پتانسیل کودهای بیولوژیک و بررسی اثرات سینرژیستی و آنتاگونیستی آن‌ها با یکدیگر، سایر گونه‌های قارچی و باکتریایی در آزمایش‌های متفاوت در ترکیب با هم سنجیده شوند.

۴- با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه ارقام مختلفی از گیاهان متفاوت کشت می‌شوند، پیشنهاد می‌گردد که این آزمایش بر روی گیاهان متفاوت و ارقام مختلف نیز انجام شود.

۵- این پژوهش در سیستم بی‌خاکورزی و در تناوب سویا و گندم انجام گردید. با توجه به این مطلب که هنوز هم بطور کامل سیستم‌های بی‌خاکورزی در بین کشاورزان مرسوم نشده، پیشنهاد می‌گردد که مقایسه‌ای بین نظام‌های تناوبی مختلف و سیستم‌های خاکورزی متفاوت انجام شود.

۶- با استناد به گفته سایر محققین که بیان داشته‌اند میکوریزا تاثیر بسزایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان در شرایط دیم دارد و با توجه به مشکل پیش رو در مورد وضعیت کم آبی در منطقه پیشنهاد می‌شود که این آزمایش در شرایط دیم و در منطقه ترکمن صحرا نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۸- مطالعه توان بقای رایزوبیوم و میکوریزا در خاک‌های مختلف پس از برداشت محصول و نیز پس از یک دوره تناوبی.

۹- تهیه بانک اطلاعات GIS از میزان حضور و فعالیت گونه‌های مختلف علف هرز در منطقه و استان.

۱۰- بررسی مشکلات ایجاد شده توسط علف‌های هرز در زمان برداشت در مزرعه و افت کیفیت محصول پس از برداشت سویا در مراکز فرآوری بذر به‌خصوص در مزارع تکثیری استان گلستان که نقش بسیار مهمی در تهیه بذر کشور دارند.

فهرست جداول

جدول پیوست ۱-۲ - درصد مواد تشکیل دهنده دانه سویا (آلیاری، ۱۳۷۹).

درصد	ترکیب/ماده
۳۵-۴۵	پروتئین
۱۶-۲۴	روغن
۸	پوسته
۱۴-۲۴	هیدرات های کربن
۳۶	خاکستر (مواد معدنی)
۷-۱۱	رطوبت

جدول پیوست ۲-۲ - سطح زیر کشت و میزان تولید سویا سال ۱۳۹۳ (فائو استیت ۲۰۱۴):

ردیف	کشور	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان تولید (تن)	میزان تولید در هکتار (تن)	درصد
۱	آمریکا	۳۳۴۲۳۷۵۰	۱۰۶۷۸۸۸۷۰	۳/۱۹۵	۳۴/۸۳
۲	برزیل	۳۰۲۷۳۷۶۳	۸۶۷۶۰۵۲۰	۲/۸۶۶	۲۸/۳۰
۳	آرژانتین	۱۹۲۵۲۵۵۲	۵۳۳۹۷۷۱۵	۲/۷۷۴	۱۷/۴۲
۴	چین	۶۷۹۹۹۰۰	۱۲۱۵۴۰۰۰	۱/۷۸۷	۳/۹۶
۵	هندوستان	۱۰۹۰۸۰۰۰	۱۰۵۲۸۰۰۰	۰/۹۶۵	۳/۴۳
۶	پاراگوئه	۳۵۰۰۰۰۰	۹۹۷۵۰۰۰	۲/۸۵۰	۳/۲۵
۷	کانادا	۲۲۳۵۱۰۰	۶۰۴۸۶۰۰	۲/۷۰۶	۱/۹۷
۸	اکراین	۱۷۹۲۹۰۰	۳۸۸۱۹۳۰	۲/۱۶۵	۱/۲۶
۹	اوروگوئه	۱۳۲۱۴۰۰	۳۱۶۲۸۰۰	۲/۳۹۴	۱/۰۳

جدول پیوست شماره ۲-۳- برآورد سطح، میزان تولید و عملکرد در هکتار محصول سویا به تفکیک استان در سال

زراعی ۹۴-۱۳۹۳ (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۵)

نام استان	سطح (هکتار)		میزان تولید (کیلوگرم)		عملکرد (کیلوگرم)	
	آبی	دیم	جمع	آبی	دیم	جمع
اردبیل	۱۳۱۷۵	-	۱۳۱۷۵	۲۹۰۰۴	-	۲۹۰۰۴
گلستان	۴۱۷۲۹	-	۴۱۷۲۹	۹۶۹۲۲	-	۹۶۹۲۲
گیلان	-	۴۰	۴۰	-	۴۱	۴۱
لرستان	۱۶۷	-	۱۶۷	۴۴۶	-	۴۴۶
مازندران	۱۲۶۲	۵۱۶۵	۶۴۲۷	۴۱۵۰	۹۴۰۹	۱۳۵۹۹
کل	۵۶۳۳۲	۵۲۰۵	۶۱۵۳۷	۱۳۰۵۲۲	۹۴۵۰	۱۳۹۹۷۲

جدول پیوست ۲-۴- درصد توزیع سطح و درصد توزیع میزان تولید محصول سویا در استان‌های کشور در سال زراعی

۹۴-۱۳۹۳.

استان	سطح زیر کشت		میزان تولید
	(درصد)	(درصد)	
اردبیل	۲۱/۴	۲۰/۷	
گلستان	۶۷/۸	۶۹/۲	
مازندران	۱۰/۴	۹/۷	
سایر استان‌ها	۰/۳	۰/۳	

جدول پیوست ۳-۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

۲۵	مواد خنثی شونده (درصد)
۷/۷	اسیدیته
۱/۵	کربن آلی (درصد)
۰/۱۴	نیتروژن کل (درصد)
۱۲/۶	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)
۲۸۰	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)
۴۲	رس (درصد)
۴۲	سیلت (درصد)
۱۶	شن (درصد)
رسی سیلتی	بافت خاک

جدول پیوست ۴-۱ - نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره ساقه اصلی	قطر ساقه
تکرار	۲	۲۴/۵۰ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۱۴۷۰/۳۹ ^{**}	۸/۰۲ ^{**}	۷۴/۷۲ ^{**}	۱/۸۰ [*]
کود بیولوژیک (b)	۳	۱۳۲/۱۹ ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	۳/۲۸ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۱۱۴/۶۷ ^{ns}	۲/۶۰ ^{**}	۱۱/۷۷ ^{**}	۱/۰۵ ^{ns}
a × b	۳	۱۸/۵۴ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۱ ^{ns}	۰/۲۳ ^{ns}
a × c	۲	۲۲۳/۸۶ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}	۴/۵۷ [*]	۰/۶۷ ^{ns}
b × c	۶	۹/۴۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۸۲ ^{ns}
a × b × c	۶	۱۰/۷۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۴۱ ^{ns}	۰/۸۱ ^{ns}
خطا	۴۶	۱۰۷/۵۹	۰/۱۷	۱/۳۷	۰/۳۶
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۳۹	۱۰/۸۰	۸/۷۳	۷/۰۷

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره ساقه اصلی	قطر ساقه (میلی متر)
وجین	۸۶/۴۸b	۴/۲۲a	۱۲/۳۸b	۸/۷۴a
عدم وجین	۹۵/۵۲a	۳/۵۵b	۱۴/۴۲a	۸/۴۲b
شاهد	۸۷/۴۹a	۳/۶۹a	۱۲/۹۷a	۸/۳۷a
رایزوبیوم	۹۰/۲۸a	۳/۸۳a	۱۳/۱۵a	۸/۸۲a
مایکوریزا	۹۳/۵۲a	۳/۹۵a	۱۳/۵۶a	۸/۵۹a
تلفیق	۹۲/۷۰a	۴/۰۶a	۱۳/۹۳a	۸/۵۳a
۰	۸۸/۴۸a	۳/۵۱b	۱۳/۰۲b	۸/۳۶a
۲۵	۹۲/۰۸a	۳/۹۸a	۱۲/۹۸b	۸/۵۹a
۵۰	۹۲/۴۳a	۴/۱۵a	۱۴/۲۱a	۸/۷۸a

بیولوژیک

بیولوژیک

کود شیمیایی
(kg/ha)

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۳- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره ساقه اصلی	قطر ساقه
تکرار	۲	۱۳/۶۰ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۸۵ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۲۱۳۲/۳۷ ^{**}	۱/۳۹ [*]	۰/۳۹ ^{ns}	۵/۰۱ [*]
کود بیولوژیک (b)	۳	۸۹/۰۸ ^{ns}	۰/۷۲ [*]	۰/۳۶ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۵۶۱/۵۲ ^{**}	۳/۹۳ ^{**}	۰/۷۴ ^{ns}	۲/۴۶ ^{ns}
a × b	۳	۱۵/۲۱ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۵/۷۲ ^{ns}	۱/۱۵ ^{ns}
a × c	۲	۱۶۹/۰۸ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۵۲ ^{ns}
b × c	۶	۴/۱۴ ^{ns}	۰/۵۹ [*]	۰/۸۵ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}
a × b × c	۶	۲۲/۷۶ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۲/۲۴ ^{ns}	۲۴ ^{ns}
خطا	۴۶	۱۰۲/۲۴	۰/۲۴	۲/۵۴	۰/۸۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۹۷	۱۶/۶۱	۱۰/۶۹	۱۰/۸۲

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (میلی متر)
علف سبز	۷۹/۰۲b	۳/۱۲a	۸/۹۶a
عدم وجین	۸۹/۹۱a	۲/۸۵b	۸/۴۳b
شاهد	۸۱/۲۷a	۲/۷۱b	۸/۵۹a
رایزوبیوم	۸۵/۱۰a	۳/۱۲a	۸/۷۵a
مایکوریزا	۸۵/۰۴a	۲/۹۴ab	۸/۵۹a
تلفیق	۸۶/۴۵a	۳/۱۵a	۸/۸۵a
۰	۷۹/۱۰b	۲/۶۱c	۸/۳۳a
۲۵	۸۵/۸۱a	۲/۹۱b	۸/۸۲a
۵۰	۸۸/۴۹a	۳/۴۱a	۸/۹۳a

کود نیولوژیک

کود شیمیایی
(kg/ha)

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۵- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره در ساقه اصلی	قطر ساقه
سال (Y)	۱	۱۵۳۵/۱۱ ^{**}	۲۹/۳۴ ^{**}	۸۱/۹۷ ^{**}	۰/۴۷ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۱۹/۰۵ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۳۵۷۲/۰۹ ^{**}	۸/۰۴ ^{**}	۴۲/۹۵ ^{**}	۶/۴۲ ^{**}
کود بیولوژیک (b)	۳	۲۰۳/۸۹ ^{ns}	۱/۰۲ ^{**}	۱/۷۷ ^{ns}	۰/۶۳ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۵۸۶/۸۷ ^{**}	۶/۱۷ ^{**}	۸/۱۵ [*]	۳/۳۰ ^{**}
y × a	۱	۳۰/۶۶ ^{ns}	۱/۳۶ [*]	۳۲/۱۵ ^{**}	۰/۴۰ ^{ns}
y × b	۳	۱۷/۳۸ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۱/۸۸ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}
y × c	۲	۸۹/۳۲ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۴/۳۶ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}
a × b	۳	۲۴/۴۱ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۳/۰۸ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}
a × c	۲	۲۸۱/۱۱ ^{ns}	۱/۰۱ [*]	۰/۹۱ ^{ns}	۱/۰۱ ^{ns}
b × c	۶	۱۰/۳۴ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}
y × a × b	۳	۹/۳۴ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۳/۶۳ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}
y × a × c	۲	۱۱۱/۸۳ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۴/۲۷ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}
y × b × c	۶	۳/۲۷ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۱/۰۶ ^{ns}	۰/۷۳ ^{ns}
a × b × c	۶	۱۲/۴۸ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۹۷ ^{ns}	۰/۵۹ ^{ns}
y × a × b × c	۶	۲۱/۰۷ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۱/۶۸ ^{ns}	۰/۴۵ ^{ns}
خطا	۹۲	۱۰۴/۹۱	۰/۲۱	۱/۹۵	۰/۶۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۶۷	۱۳/۳۷	۹/۸۸	۹/۱۶

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۶- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره ساقه اصلی	قطر ساقه (میلی متر)
سال	اول	۹۱a	۳/۸۸a	۱۳/۴۰b
	دوم	۸۴/۴۷b	۳b	۱۴/۹۰a
علف هرز	وجین	۸۲/۷۵b	۳/۶۷a	۱۳/۶۱b
	عدم وجین	۹۲/۷۱a	۳/۲۰b	۱۴/۷۰a
کود نیولوز بزرگ	شاهد	۸۴/۳۸a	۳/۲۰b	۱۳/۸۸a
	رایزوبیوم	۸۷/۷۰a	۳/۴۷a	۱۴/۱۲a
	مایکوریزا	۸۹/۲۸a	۳/۴۴a	۱۴/۱۹a
	تلفیق	۸۹/۵۷a	۳/۶۰a	۱۴/۴۲a
کود نیولوز کوچک (kg/ha)	۰	۸۳/۷۹b	۳/۰۶c	۱۳/۸۶b
	۲۵	۸۸/۹۵a	۳/۴۵b	۱۳/۹۷b
	۵۰	۹۰/۴۶a	۳/۷۸a	۱۴/۶۲a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۷- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع اولین غلاف	طول غلاف	تعداد غلاف خالی در بوته	تعداد گره باکتری	وزن گره باکتری
تکرار	۲	^{ns} ۲/۱۶	^{ns} ۰/۹۴	^{ns} ۰/۰۵۵	^{ns} ۸۳/۶۸	^{**} ۲۸/۸۵
علف هرز (a)	۱	^{**} ۸۵/۹۷	^{ns} ۱/۱۲	^{ns} ۰/۰۵	^{ns} ۱۶۵/۷۷	^{ns} ۰/۹۸
کود بیولوژیک (b)	۳	^{ns} ۰/۷۵	^{ns} ۰/۵۳	^{ns} ۰/۰۳	^{**} ۱۲۴۵/۸۳	^{**} ۵۰/۶۳
کود شیمیایی (c)	۲	[*] ۲۳/۱۰	^{ns} ۰/۲۱	^{ns} ۰/۰۱	^{**} ۷۰۲/۹۵	^{**} ۵۰/۳۰
a × b	۳	^{ns} ۶/۸۸	^{ns} ۰/۳۳	^{ns} ۰/۰۲	^{ns} ۴۴/۱۷	^{ns} ۲/۳۷
a × c	۲	^{ns} ۲/۸۵	^{ns} ۰/۳۰	^{ns} ۰/۰۰۴	^{ns} ۲۵۹/۶۵	^{ns} ۴/۳۸
b × c	۶	^{ns} ۱/۳۶	^{ns} ۰/۶۹	^{ns} ۰/۰۳۹	^{ns} ۱۱۰/۱۷	^{ns} ۴/۶۱
a × b × c	۶	^{ns} ۱/۲۰	^{ns} ۰/۳۵	^{ns} ۰/۰۱۴	^{ns} ۱۱۳/۱۸	^{ns} ۲/۶۷
خطا	۴۶	۶/۷۶	۰/۳۲	۰/۰۱۹	۸۶/۵۴	۲/۹۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۲۰	۱۲/۶۹	۲۵/۱	۲۶/۴۶	۱۸/۵۱

^{**} و ^{*} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۸- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش

تیمار	ارتفاع اولین غلاف (سانتی متر)	تعداد گره باکتری	وزن گره باکتری (میلی گرم)
علف هرز			
وحین	۱۴/۰۳b	۳۶/۶۷a	۹/۴۷a
عدم	۱۶/۲۱a	۳۳/۶۴a	۹/۲۳a
کود بیولوژیک			
شاهد	۱۴/۹۲a	۲۳/۸۲c	۷/۲۶c
رایزوبیوم	۱۵/۰۷a	۴۳/۰۸a	۱۰/۹۰a
مایکوریزا	۱۵/۱a	۳۴/۵۸b	۸/۷۲b
تلفیق	۱۵/۴۱a	۳۹/۱۴ab	۱۰/۴۹a
کود شیمیایی (Kg/ha)			
۰	۱۴/۲۰b	۳۷/۳۹a	۱۱a
۲۵	۱۵ab	۳۹/۰۹a	۸/۶۸b
۵۰	۱۶/۱۵a	۲۸/۹۸b	۸/۳۵b

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۹- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع اولین غلاف	طول غلاف	تعداد غلاف خالی در بوته	تعداد گره باکتری	وزن گره باکتری
تکرار	۲	۷/۴۹ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۸۶/۷۴ ^{ns}	۳/۳۶ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۳۳/۸۳ *	۰/۷ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۲۰/۶۷ ^{ns}	۱/۳۰ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۲/۳۴ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۲۷۹۴/۴۰ **	۲۱/۳۱ *
کود شیمیایی (c)	۲	۳/۸۴ ^{ns}	۰/۵ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۲۵۲/۷۵ **	۹/۷۸ ^{ns}
a × b	۳	۳/۸۹ ^{ns}	۱/۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۱۶۰/۱۱ ^{ns}	۵/۰۷ ^{ns}
a × c	۲	۰/۶۴ ^{ns}	۱/۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۲۵۹/۰۵ *	۰/۲۲ ^{ns}
b × c	۶	۷/۲۳ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۰۲/۳۱ ^{ns}	۱۰/۱۱ ^{ns}
a × b × c	۶	۲/۵۰ ^{ns}	۱/۳۴ *	۰/۰۲۳ ^{ns}	۷۶/۱۸ ^{ns}	۶/۱۶ ^{ns}
خطا	۴۶	۵/۸۹	۰/۴۶	۰/۰۱	۷۸/۴۸	۵/۷۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۶۰	۱۴/۶۳	۱۶/۳۸	۲۰/۰۵	۲۳/۵۲

*** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۱۰- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش

تیمار	ارتفاع اولین غلاف (سانتی متر)	طول غلاف (سانتی متر)	تعداد گره باکتری	وزن گره باکتری (میلی گرم)
وجین	۱۵/۹۲b	۴/۵۵a	۴۴/۷۱a	۱۰/۳۲a
عدم	۱۷/۲۹a	۴/۷۵a	۴۳/۶۴a	۱۰/۰۵a
شاهد	۱۶/۱۴a	۴/۶۵a	۲۸/۴۹c	۸/۸۱b
رایزوبیوم	۱۷/۰۲a	۴/۹۷a	۵۸/۶۹a	۱۰/۵۲a
مایکوریزا	۱۶/۵۹a	۴/۳۴a	۴۲/۷۲b	۱۰ab
تلفیق	۱۶/۶۷a	۴/۶۴a	۴۶/۷۹b	۱۱/۴۲a
۰	۱۶/۲۷a	۴/۵۰a	۵۱/۶۳a	۱۰/۹۲a
۲۵	۱۶/۵۰a	۴/۶۷a	۴۳/۶۹b	۹/۹۰a
۵۰	۱۷/۰۵a	۴/۸۰a	۳۷/۲۰c	۹/۷۵a

کود بیولوژیک

کود شیمیایی

(kg/ha)

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۱۱ - نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع اولین غلاف	طول غلاف	تعداد غلاف خالی در بوته	تعداد گره باکتری	وزن گره باکتری
سال (y)	۱	۷۹/۳۵ ^{**}	۰/۷۰ ^{ns}	۰/۱۷۳ ^{**}	۲۹۲۷/۵۰ ^{**}	۲۵/۷۵ [*]
تکرار (سال)	۴	۴/۸۲ ^{ns}	۰/۷۲ ^{ns}	۰/۰۳۶ [*]	۸۵/۲۲ ^{ns}	۱۶/۱۱ ^{**}
علف هرز (a)	۱	۱۱۳/۸۴ ^{**}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۵۴ [*]	۱۵۱/۷۳ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۲/۰۹ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۰/۰۳۰ ^{ns}	۳۸۴۵/۴۹ ^{**}	۶۵/۴۳ ^{**}
کود شیمیایی (c)	۲	۲۲/۸۲ [*]	۰/۶۸ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}	۱۶۷۰/۸۴ ^{**}	۵۲/۲۲ ^{**}
y × a	۱	۵/۹۶ ^{ns}	۱/۸۱ [*]	۰/۰۰۶ ^{ns}	۳۴/۶۷ ^{ns}	۲/۲۷ ^{ns}
y × b	۳	۱/۰۱ ^{ns}	۱/۳۰ [*]	۰/۰۰۶ ^{ns}	۱۹۴/۸۶ ^{ns}	۶/۵۱ ^{ns}
y × c	۲	۴/۱۲ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۸۴/۶۶ [*]	۷/۸۵ ^{ns}
a × b	۳	۱۰/۳۵ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۱۶۱/۳۵ ^{ns}	۵/۲۱ ^{ns}
a × c	۲	۲/۳۱ ^{ns}	۱/۱۰ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۴۶۱/۸۸ ^{**}	۲/۷۱ ^{ns}
b × c	۶	۵/۹۷ ^{ns}	۰/۷۷ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۱۸۹/۴۵ [*]	۹/۹۸ [*]
y × a × b	۳	۰/۴۲ ^{ns}	۰/۳۷ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۴۲/۹۴ ^{ns}	۲/۲۳ ^{ns}
y × a × c	۲	۱/۱۹ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۵۶/۶۶ ^{ns}	۱/۸۸ ^{ns}
y × b × c	۶	۲/۶۲ ^{ns}	۰/۸۰ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۲۳/۰۱ ^{ns}	۴/۷۵ ^{ns}
a × b × c	۶	۳/۰۹ ^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۱۳۱/۲۴ ^{ns}	۳/۸۸ ^{ns}
y × a × b × c	۶	۰/۶۱ ^{ns}	۰/۹۴ [*]	۰/۰۱۶ ^{ns}	۵۸/۱۲ ^{ns}	۴/۹۴ ^{ns}
خطا	۹۲	۶/۳۳	۰/۳۹	۰/۰۱۴	۸۲/۵۰	۴/۳۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۸۶	۱۳/۷۲	۲۰/۶۵	۲۲/۸۹	۲۱/۴۰

*** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۱۲ - مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا

وزن گره باکتری (میلی گرم)	تعداد گره باکتری	تعداد غلاف خالی در بوته	طول غلاف (سانتی متر)	ارتفاع اولین غلاف (سانتی متر)	تیمار	
۹/۳۴b	۳۵/۱۵b	۰/۵۵b	۴/۶۵a	۱۵/۱۲b	اول	۳
۱۰/۱۹a	۴۴/۱۷a	۰/۶۳a	۴/۵۱a	۱۶/۶۰a	دوم	
۹/۷۸a	۴۰/۶۹a	۰/۵۷b	۴/۶۰a	۱۴/۹۷b	وجین	۴
۹/۷۶a	۳۸/۶۴a	۰/۶۱a	۴/۵۷a	۱۶/۷۵a	عدم وجین	
۸/۰۴c	۲۶/۱۵d	۰/۶۱a	۴/۴۷a	۱۵/۵۳a	شاهد	۵
۱۰/۷۱a	۵۰/۸۹a	۰/۵۹a	۴/۷۰a	۱۶/۰۴a	رایزوبیوم	
۹/۳۶b	۳۸/۶۵c	۰/۶۰a	۴/۵۰a	۱۵/۸۳a	مایکوریزا	
۱۰/۹۵a	۴۲/۹۶b	۰/۵۵a	۴/۶۴a	۱۶/۰۴a	تلفیق	
۱۰/۹۶a	۴۴/۵۱a	۰/۶۱a	۴/۴۶a	۱۵/۲۳b	۰	۶
۹/۲۹b	۴۱/۳۹a	۰/۵۷a	۴/۵۸a	۱۵/۷۵ab	۲۵	
۹/۰۵b	۳۳/۰۹b	۰/۵۸a	۴/۷۰a	۱۶/۶۰a	۵۰	

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۱۳- ضرایب مدل لجستیک، a و c ضرایب ثابت مدل، b زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (روز) می باشد و LAI_{max} (حداکثر شاخص سطح برگ) با حل عددی به دست آمده است. R^2 نیز ضریب تبیین را نشان می دهد.

کنترل علف هرز	کود شیمیایی	LAI_{max}	$a \pm SE$	$b \pm SE$	$c \pm SE$	R^2
	۰	۴/۷۳	$۰/۰۷۰ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۱/۶ \pm ۱/۳$	$۲۶۳/۲ \pm ۱۱/۵$	۸۴/۷
وجین	۲۵	۵/۹۷	$۰/۰۷۲ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۰/۱ \pm ۰/۹$	$۲۳۹/۷ \pm ۹/۷$	۸۶/۸
	۵۰	۶/۳۵	$۰/۰۷۱ \pm ۰/۰۰۱$	$۷۹/۵ \pm ۱/۶$	$۳۶۶/۸ \pm ۱۲/۸۷$	۷۶/۵
	۰	۳/۹۸	$۰/۰۷۷ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۲/۹ \pm ۰/۹$	$۲۳۰/۳ \pm ۵/۸$	۸۴/۰
عدم وجین	۲۵	۵/۱۲	$۰/۰۷۰ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۱/۸ \pm ۱/۰$	$۲۹۶/۹ \pm ۵/۵$	۸۸/۵
	۵۰	۵/۶۹	$۰/۰۶۷ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۰/۳ \pm ۱/۱$	$۳۷۴/۹ \pm ۷/۲$	۸۷/۷

جدول پیوست ۴-۱۴- ضرایب مدل لجستیک، a و c ضرایب ثابت مدل، b زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (روز) می باشد و LAI_{max} (حداکثر شاخص سطح برگ) با حل عددی به دست آمده است. R^2 نیز ضریب تبیین را نشان می دهد.

کود بیولوژیک	LAI_{max}	$a \pm SE$	$b \pm SE$	$c \pm SE$	R^2
عدم کود دهی	۴/۹۸	$۰/۰۷۲ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۲/۲ \pm ۱/۱$	$۲۷۷/۱ \pm ۱۱/۷$	۸۳/۱
رایزوبیوم	۵/۹۱	$۰/۰۷۷ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۱/۰ \pm ۰/۷$	$۳۳۳/۱ \pm ۱۰/۱$	۷۹/۵
مایکوریزا	۵/۸۶	$۰/۰۸۱ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۰/۷ \pm ۱/۱$	$۳۳۵/۵ \pm ۱۱/۸$	۸۵/۲
تلفیق	۶/۲۳	$۰/۰۸۲ \pm ۰/۰۰۱$	$۸۰/۵ \pm ۱/۲$	$۲۹۰/۴ \pm ۱۳/۱$	۸۱/۶

جدول پیوست ۴-۱۵- ضرایب مدل نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک (گرم در متر مربع) برای اثر متقابل علف هرز و کود بیولوژیک. W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک در واحد سطح (گرم در متر مربع)، cm حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در فاز خطی رشد، rm حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) در فاز نمایی رشد، t_0 زمان تا شروع فاز خطی رشد و R^2 ضریب تبیین را نشان می‌دهد.

کنترل علف هرز	کود بیولوژیک	$W_{max} \pm SE$	$rm \pm SE$	$cm \pm SE$	$T_0 \pm SE$	R^2
وجین	عدم کود دهی	$798/5 \pm 10/4$	$0/03 \pm 0/005$	$8/7 \pm 1/14$	$81/4 \pm 3/9$	$68/8$
	رایزوبیوم	$945/5 \pm 15/1$	$0/03 \pm 0/005$	$10/3 \pm 1/14$	$80/1 \pm 3/4$	$74/6$
	مایکوریزا	$1006/2 \pm 18/0$	$0/03 \pm 0/006$	$10/8 \pm 1/30$	$80/4 \pm 4/3$	$69/3$
	تلفیق	$1124/3 \pm 20/3$	$0/03 \pm 0/007$	$11/2 \pm 1/10$	$79/9 \pm 4/1$	$73/1$
عدم وجین	عدم کود دهی	$640/3 \pm 9/12$	$0/03 \pm 0/006$	$7/0 \pm 0/76$	$82/0 \pm 3/7$	$62/6$
	رایزوبیوم	$837/5 \pm 14/06$	$0/03 \pm 0/005$	$9/3 \pm 1/14$	$81/1 \pm 3/1$	$68/9$
	مایکوریزا	$843/8 \pm 10/11$	$0/03 \pm 0/006$	$9/9 \pm 0/80$	$81/1 \pm 3/8$	$76/4$
	تلفیق	$865/0 \pm 15/03$	$0/03 \pm 0/007$	$10/1 \pm 0/97$	$80/6 \pm 3/9$	$75/5$

جدول پیوست ۴-۱۶- ضرایب مدل نمایی خطی بریده در توصیف روند تجمع ماده خشک تجمعی در سطوح مختلف کود شیمیایی. W_{max} حداکثر مقدار تجمع ماده خشک گرم در متر مربع، cm حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در فاز خطی رشد، rm حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) در فاز نمایی رشد، t_0 زمان تا شروع فاز خطی رشد و R^2 ضریب تبیین

کود شیمیایی	$W_{max} \pm SE$	$rm \pm SE$	$cm \pm SE$	$T_0 \pm SE$	R^2
عدم کود دهی	$844/7 \pm 13/4$	$0/03 \pm 0/005$	$8/6 \pm 0/9$	$82/3 \pm 3/9$	$61/1$
۲۵	$975/3 \pm 14/2$	$0/03 \pm 0/006$	$10/7 \pm 0/7$	$81/3 \pm 3/8$	$63/4$
۵۰	$1021/0 \pm 15/5$	$0/03 \pm 0/007$	$11/4 \pm 1/1$	$81/1 \pm 93$	$66/5$

جدول پیوست ۴-۱۷- فهرست نام علف های هرز موجود در کرت های آزمایشی در دو سال آزمایش.

ردیف	نام فارسی	نام علمی	نام خانواده	نوع برگ	سیکل رویشی	مسیر فتوسنتزی
۱	گاوپنبه	<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	پهن برگ	یکساله	C3
۲	تاج خروس	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	پهن برگ	یکساله	C4
۳	خربزه وحشی	<i>Cucumis mello var.</i>	Cucurbitaceae	پهن برگ	یکساله	C3
۴	سوروف	<i>Echinochloa crusgali</i>	Poaceae	باریک	یکساله	C4
۵	قوزک	<i>Hibiscus trionum</i>	Malvaceae	پهن برگ	یکساله	C3
۶	عروسک پشت پرده	<i>Physalis alkekengi</i>	Solanaceae	پهن برگ	چند ساله	C3
۷	تاجریزی	<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	پهن برگ	یکساله	C3
۸	قیاق	<i>Sorghum halopence</i>	Poaceae	باریک	چند ساله	C4
۹	گندم	<i>Triticum aestivum</i>	Poaceae	باریک	یکساله	C3

جدول پیوست ۴-۱۸- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه علف های هرز در سال اول آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن باریک برگ	وزن پهن برگ	تعداد باریک برگ	تعداد پهن برگ	شاخص شانون	شاخص سیمپسون
تکرار	۲	۱۵۳۹/۷۳ ^{ns}	۴۴/۶۲ ^{ns}	۲/۶۵ ^{ns}	۵/۳۴ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۲۸۰۰/۵۱ ^{ns}	۸۲۱/۶۱ ^{ns}	۴/۱۰ ^{ns}	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۳۶۹۹/۳۲ [*]	۱۰۵۱/۶۲ ^{ns}	۲۸/۰۰ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}
b × c	۶	۱۱۱۹/۶۹ ^{ns}	۲۹۸/۹۴ ^{ns}	۱۶/۸۴ ^{ns}	۲/۹۴ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
خطا	۲۲	۱۰۳۱/۰۹	۳۲۴/۹۵	۲۱/۶۸	۴/۹۱	۰/۰۶	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۲۷/۱۸	۲۵/۰۳	۲۲/۷۸	۲۶/۱۶	۲۴/۲۶	۱۱/۳۱

*** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۱۹- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده علف های هرز در سال اول آزمایش

وزن باریک	تیمار	برگ (گرم در متر مربع)
۱۱۴/۴۳ a	شاهد	
۹۴/۶۷ a	رایزوبیوم	کود بیولوژیک
۱۳۲/۶۴ a	مایکوریزا	
۱۳۰/۷۲ a	تلفیق	
۱۳۶/۵۲ a	۰	کود شیمیایی (kg/ha)
۱۱۶/۲۷ ab	۲۵	
۱۰۱/۵۵ b	۵۰	

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۲۰- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه علف های هرز در سال دوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن باریک برگ	وزن پهن برگ	تعداد باریک برگ	تعداد پهن برگ	شاخص شانون	شاخص سیمپسون
تکرار	۲	۴۸۷/۵۱ ^{ns}	۴/۰۵ ^{ns}	۱۲/۳۱ ^{ns}	۳/۶۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۱۰۴۴/۸۱ ^{ns}	۱۶۱/۳۱ ^{ns}	۵/۵۳ ^{ns}	۱/۴۷ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۲۳۲۵/۶۳ ^{ns}	۱۱۹۴/۷۹ ^{**}	۱۳/۰۴ ^{ns}	۳/۲۱ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}
b × c	۶	۹۰۰/۰۶ ^{ns}	۱۴۸/۲۱ ^{ns}	۳/۰۴ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}
خطا	۲۲	۷۰۸/۳۲	۲۰۶/۱۸	۱۰/۸۱	۱/۷۸	۰/۰۳	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲۴/۸	۲۱/۴۵	۲۰/۵۹	۱۸/۴۲	۱۳/۹۴	۱۵/۰۱

*** و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۲۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده علف های هرز در سال دوم آزمایش

وزن باریک	وزن پهن برگ	تیمار
برگ (گرم در متر مربع)	برگ (گرم در متر مربع)	
شاهد	۱۰۸/۵۸ a	۶۰/۷۶ a
رایزوبیوم	۱۰۵/۲۷ a	۶۷/۵۲ a
مایکوریزا	۶۷/۹۴ a	۶۹/۵۸ a
تلفیق	۱۲۰/۸۳ a	۶۹/۸۲ a
۰	۱۱۸/۴۰ a	۷۶ a
۲۵	۱۱۱/۹۱ a	۶۹/۰۱ a
۵۰	۹۱/۷۱ a	۵۶/۰۶ b

کود بیولوژیک (kg/ha)

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۲۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن باریک برگ	وزن پهن برگ	تعداد باریک برگ	تعداد پهن برگ	شانون	سیمپسون
سال (y)	۱	۲۰۹۰/۲۴ ns	۴۶۵/۴۳ ns	۳۶۰/۸۶ **	۲۷/۱۹ **	۱/۸۴ **	۰/۰۱ ns
تکرار (سال)	۴	۱۰۱۳/۶۲ ns	۲۴/۳۳ ns	۷/۴۸ ns	۴/۵۱ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۶ ns
کود بیولوژیک (b)	۳	۲۰۱۲/۵۲ ns	۶۰۰/۵۶ ns	۴/۱۷ ns	۱/۱۶ ns	۰/۱۳ *	۰/۰۰۷ ns
کود شیمیایی (c)	۲	۵۷۳۶/۸۸ **	۲۲۴۲/۱۲ **	۳۷/۰۰ ns	۴/۰۸ ns	۰/۲۸ **	۰/۰۲ ns
y × b	۳	۱۸۳۲/۸۰ ns	۳۸۲/۳۶ ns	۵/۴۵ ns	۰/۷۷ ns	۰/۰۴ ns	۰/۰۱ ns
y × c	۲	۲۸۸/۰۷ ns	۴/۲۹ ns	۴/۰۵ ns	۰/۵۰ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۰۰۴ ns
b × c	۶	۱۳۸۱/۲۱ ns	۳۱۰/۶۰ ns	۱۳/۷۸ ns	۱/۲۹ ns	۰/۰۸ ns	۰/۰۰۶ ns
y × b × c	۶	۶۳۸/۵۴ ns	۱۳۶/۵۵ ns	۶/۱۰ ns	۲/۰۱ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۴ ns
خطا	۹۲	۸۶۹/۷۰	۳۸۲	۱۶/۲۴	۳/۳۵	۰/۰۴	۰/۰۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۲۶/۱۶	۲۸	۲۲/۱۴	۲۳/۲۸	۱۸/۵	۱۳/۲۰

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۲۳- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا

شاخص	تعداد پهن	تعداد باریک	وزن پهن برگ (گرم در متر مربع)	وزن باریک برگ (گرم در متر مربع)	تیمار	
۱/۳۵ a	۸/۴۷ a	۲۰/۴۴ a	۷۲/۰۱ a	۱۱۸/۱۱ a	اول	نر
۱/۰۳ b	۷/۲۴ b	۱۵/۹۶ b	۶۶/۹۲ a	۱۰۷/۳۳ a	دوم	
۱/۳۲ a	۸/۱۱ a	۱۸/۷۳ a	۶۵/۹۵ a	۱۱۱/۵۰ a	شاهد	کود بیولوژیک
۱/۱۴ b	۷/۷۶ a	۱۸/۱۲ a	۶۳/۱۸ a	۹۹/۹۶ a	رایزوبیوم	
۱/۱۶ b	۸/۰۱ a	۱۸/۳۵ a	۷۴/۶۷ a	۱۱۳/۶۵ a	مایکوریزا	
۱/۱۴ b	۷/۵۵ a	۱۷/۵۸ a	۷۴/۰۶ a	۱۲۵/۷۷ a	تلفیق	
۱/۳۱ a	۸/۳۳ a	۱۹/۵۵ a	۷۸/۱۶ a	۱۲۷/۴۶ a	۰	شیمیایی (kg/ha)
۱/۱۳ b	۷/۵۸ a	۱۷/۱۰ a	۷۱/۱۷ a	۱۱۴/۰۹ a	۲۵	
۱/۱۱ b	۷/۶۶ a	۱۷/۹۵ a	۵۹/۰۶ b	۹۶/۶۳ b	۵۰	

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۲۴- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال اول آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳/۶۹ ^{ns}	۱۶۹/۵۰ ^{ns}	۴/۱۳*	۵۸۲۶۶۹/۸۸ ^{ns}	۲۸۷۰۳۴/۸۶*	۲/۶۰ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۱۹۹۸/۷۵**	۷۲۷۵/۷۲**	۳۵/۰۸**	۴۴۴۱۴۲۹۱/۴۶**	۱۲۰۷۷۹۴۰/۷۹**	۳۱/۵۳
کود بیولوژیک (b)	۳	۲۵/۶۱ ^{ns}	۹۲۸/۹۱**	۲۶/۲۸**	۴۸۷۶۴۵۷/۵۰**	۸۱۵۳۷۳/۱۳**	۹/۴۸ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۳۲۸/۴۸*	۱۸۶۰/۳۳**	۲۸/۴۰**	۱۱۳۷۱۸۰۸/۰۹**	۲۰۳۹۳۶۰/۴۵**	۲/۹۴ ^{ns}
a × b	۳	۴۳/۴۹ ^{ns}	۳۸/۶۱ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۲۴۳۱۵۹۹/۲۲*	۳۳۱۲۷۷/۶۸*	۳۲/۲۷
a × c	۲	۱۹/۴۹ ^{ns}	۲۶۶/۹۵ ^{ns}	۲/۴۱ ^{ns}	۴۹۴۷۳۹/۷۹ ^{ns}	۸۰۴۲۶/۶۸ ^{ns}	۲۵/۴۷ ^{ns}
b × c	۶	۴۲/۵۰ ^{ns}	۲۰۳/۵۵ ^{ns}	۳/۴۰*	۱۴۵۱۰۶۳/۰۳ ^{ns}	۱۲۱۴۵۳/۳۴ ^{ns}	۶۰/۶۶ ^{ns}
a × b × c	۶	۴۵/۴۲ ^{ns}	۱۷۶/۹۴ ^{ns}	۱/۷۰ ^{ns}	۱۵۱۴۰۶۴/۱۸ ^{ns}	۹۳۶۳۲/۲۲ ^{ns}	۳۱/۶۶ ^{ns}
خطا	۴۶	۵۰/۶۷	۱۹۲/۲۴	۱/۳۰	۶۸۰۳۴۵/۵	۸۲۵۲۸/۳	۳۴/۳۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۰۸	۱۳/۱۰	۶/۵۴	۹/۳۰	۷/۸۲	۱۴/۰۱

*** و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۲۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال اول آزمایش

تیمار	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
ولف	وجین	۴۹/۵۱a	۱۱۵/۸۶a	۱۸/۱۱a	۹۶۵۲/۱a
هرز	عدم	۳۸/۹۷b	۹۵/۷۵b	۱۶/۷۱b	۸۰۸۱/۳b
کود بیولوژیک	شاهد	۴۲/۷۲a	۹۵/۳۵b	۱۵/۸۸c	۸۱۹۱/۲c
	رایزوبیوم	۴۴/۳۳a	۱۱۰/۱۸a	۱۷/۰۲b	۹۲۱۱/۶ab
	مایکوریزا	۴۴/۳۰a	۱۰۶/۸۵a	۱۸/۲۱a	۸۷۲۹/۷bc
	تلفیق	۴۵/۶۳a	۱۱۰/۸۳a	۱۸/۵۳a	۹۳۳۴/۳a
کود شیمیایی (kg/ha)	۰	۳۹/۹۸b	۹۶/۳۰b	۱۶/۲۹c	۸۰۹۲/۹b
	۲۵	۴۶/۱۹a	۱۰۷/۴۲a	۱۷/۴۸b	۹۰۹۶/۳a
	۵۰	۴۶/۵۷a	۱۱۳/۶۹a	۱۸/۴۶a	۹۴۱۰/۹a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۲۶- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۹/۸۱ ^{ns}	۲۱/۷۶ ^{ns}	۸/۶۲ ^{ns}	۵۸۵۶۸۵/۳۶ ^{ns}	۱۹۹۹۵۰/۵۹ ^{ns}	۵۷/۴۶ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۲۷۰۹/۶۰ ^{**}	۱۰۸۷۸/۳۷ ^{**}	۱۰/۸۸	۵۷۵۰۰۸۳۶/۸۷ ^{**}	۱۱۷۵۱۶۹۷/۴۴ ^{**}	۱/۱۰ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۱۷۳/۹۲ ^{**}	۱۳۹۴/۵۵ ^{**}	۹/۷۰ [*]	۴۹۹۲۹۷۷/۹۸ ^{**}	۱۱۰۶۳۱۳/۸۱ ^{**}	۱۶/۷۷ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۷۵۴/۲۰ ^{**}	۲۸۰۲/۵۲ ^{**}	۲۰/۷۶ ^{**}	۱۴۱۰۶۳۳۱/۴۵ ^{**}	۲۲۶۳۳۱۱/۱۸ ^{**}	۰/۵۱ ^{ns}
a × b	۳	۱۶۷/۶۵ ^{**}	۸۵/۴۹ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}	۲۰۴۴۵۱۹/۹۰ ^{ns}	۷۳۵۳۸/۹۴ ^{ns}	۴۸/۳۸
a × c	۲	۱۳/۳۵ ^{ns}	۲۳۰/۰۶ [*]	۳/۸۵ ^{ns}	۳۱۷۱۶۸۸/۹۵ ^{ns}	۱۸۳۱۸۷/۶۶ ^{ns}	۱۶/۶۲ ^{ns}
b × c	۶	۲۵/۷۳ ^{ns}	۶۰/۵۰ ^{ns}	۲/۳۳ ^{ns}	۱۴۵۷۳۸۶/۰۵ ^{ns}	۱۶۶۵۵۷/۰۶ ^{ns}	۴۴/۷۲ ^{ns}
a × b × c	۶	۵۱/۸۹ [*]	۳۱۸/۲۵ ^{**}	۰/۴۹ ^{ns}	۱۱۰۳۱۲۶/۰۳ ^{ns}	۱۷۴۹۷۲/۷۲ ^{ns}	۲۸/۵۲ ^{ns}
خطا	۴۶	۲۲/۳۲	۸۸/۰۳	۲/۸۴	۱۰۸۹۰۰۷/۷	۱۱۹۱۱۳/۱۷	۳۳/۳۴
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۳۸	۸/۱۰	۹/۹۱	۱۰/۹۳	۸/۵۱	۱۳/۴۶

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۲۷- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش

تیمار	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن ۱۰۰	عملکرد	عملکرد	
	در بوته	در بوته	دانه (گرم)	بیولوژیک	دانه	
وجین	۵۶/۴۶a	۱۲۸/۰۳a	۱۷/۴۰a	۱۰۴۳۸/۴a	۴۴۵۶/۸۷a	۱۰۰
عدم	۴۴/۱۹b	۱۰۳/۴۵b	۱۶/۶۲a	۸۶۵۱/۱b	۳۶۴۸/۸۶b	۱۰۰
شاهد	۴۵/۶۹b	۱۰۳/۸۷c	۱۶/۱۰b	۸۷۶۰/۵b	۳۷۱۱/۷c	۱۰۰
رایزوبیوم	۵۱/۴۳a	۱۲۲/۱۱a	۱۶/۹۰ab	۹۸۴۱/۱a	۴۲۰۴/۳ab	۱۰۰
مایکوریزا	۵۲/۰۱a	۱۱۴/۲۶b	۱۷/۸۶a	۹۷۱۷/۴a	۴۰۳۱/۴b	۱۰۰
تلفیق	۵۲/۱۷a	۱۲۲/۷۱a	۱۷/۲۰ab	۹۸۶۰/۲a	۴۲۶۴/۱a	۱۰۰
۰	۴۳/۹۶b	۱۰۳/۳۹b	۱۶/۰۹b	۸۷۱۷/۹b	۳۷۲۴/۹۹c	۱۰۰
۲۵	۵۲/۴۹a	۱۲۰/۴۰a	۱۶/۹۸ab	۹۶۸۴/۵a	۴۰۹۹/۸۵b	۱۰۰
۵۰	۵۴/۵۲a	۱۲۳/۴۴a	۱۷/۹۵a	۱۰۲۳۱/۹a	۴۳۳۳/۷۶a	۱۰۰

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۲۸- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه (MS) سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۹/۸۱ ^{ns}	۲۱/۷۶ ^{ns}	۸/۶۲ ^{ns}	۵۸۵۶۸۵/۳۶ ^{ns}	۱۹۹۹۵۰/۵۹ ^{ns}	۵۷/۴۶ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۲۷۰۹/۶۰ ^{**}	۱۰۸۷۸/۳۷ ^{**}	۱۰/۸۸ ^{ns}	۵۷۵۰۰۸۳۶/۸۷ ^{**}	۱۱۷۵۱۶۹۷/۴۴ ^{**}	۱/۱۰ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۱۷۳/۹۲ ^{**}	۱۳۹۴/۵۵ ^{**}	۹/۷۰ [*]	۴۹۹۲۹۷۷/۹۸ ^{**}	۱۱۰۶۳۱۳/۸۱ ^{**}	۱۶/۷۷ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۷۵۴/۲۰ ^{**}	۲۸۰۲/۵۲ ^{**}	۲۰/۷۶ ^{**}	۱۴۱۰۶۳۳۱/۴۵ ^{**}	۲۲۶۳۳۱۱/۱۸ ^{**}	۰/۵۱ ^{ns}
a × b	۳	۱۶۷/۶۵ ^{**}	۸۵/۴۹ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}	۲۰۴۴۵۱۹/۹۰ ^{ns}	۷۳۵۳۸/۹۴ ^{ns}	۴۸/۳۸ ^{ns}
a × c	۲	۱۳/۳۵ ^{ns}	۲۳۰/۰۶ [*]	۳/۸۵ ^{ns}	۳۱۷۱۶۸۸/۹۵ ^{ns}	۱۸۳۱۸۷/۶۶ ^{ns}	۱۶/۶۲ ^{ns}
b × c	۶	۲۵/۷۳ ^{ns}	۶۰/۵۰ ^{ns}	۲/۳۳ ^{ns}	۱۴۵۷۳۸۶/۰۵ ^{ns}	۱۶۶۵۵۷/۰۶ ^{ns}	۴۴/۷۲ ^{ns}
a × b × c	۶	۵۱/۸۹ [*]	۳۱۸/۲۵ ^{**}	۰/۴۹ ^{ns}	۱۱۰۳۱۲۶/۰۳ ^{ns}	۱۷۴۹۷۲/۷۲ ^{ns}	۲۸/۵۲ ^{ns}
خطا	۴۶	۲۲/۳۲	۸۸/۰۳	۲/۸۴	۱۰۸۹۰۰۷/۷	۱۱۹۱۱۳/۱۷	۳۳/۳۴
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۳۸	۸/۱۰	۹/۹۱	۱۰/۹۳	۸/۵۱	۱۳/۴۶

** و * به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۲۹- مقایسه میانگین تجزیه مرکب صفات اندازه گیری شده سویا

تیمار	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
س	اول	۴۴/۲۴b	۱۰۵/۸۰b	۸۸۶۶/۷b	۳۶۷۲/۰۱b
	دوم	۵۰/۳۲a	۱۱۵/۷۴a	۹۵۴۴/۸a	۴۰۵۲/۸۷a
ع	وجین	۵۲/۹۹a	۱۲۱/۹۴a	۱۰۰۴۵/۳a	۴۲۶۹/۲۳a
	عدم	۴۱/۵۸b	۹۹/۶۰b	۸۳۶۶/۲b	۳۴۵۵/۶۵b
کود بیولوژیک	شاهد	۴۴/۲۰b	۹۹/۶۱c	۸۴۷۵/۸b	۳۵۳۹/۴۱c
	رایزوبیوم	۴۷/۸۸a	۱۱۶/۱۵a	۹۵۲۶/۳a	۳۹۹۸/۹۹ab
	مایکوریزا	۴۸/۱۵a	۱۱۰/۵۶b	۹۲۲۳/۵a	۳۸۵۹/۸۷b
	تلفیق	۴۸/۹۰a	۱۱۶/۷۷a	۹۵۹۷/۳a	۴۰۵۱/۴۸a
	.	۴۱/۹۷b	۹۹/۸۴b	۸۴۰۵/۴c	۳۵۳۱/۸۹c
کود شیمیایی (kg/ha)	۲۵	۴۹/۳۴a	۱۱۳/۹۱a	۹۳۹۰/۴b	۳۹۴۸/۶۲b
	۵۰	۵۰/۵۵a	۱۱۸/۵۶a	۹۸۲۱/۴a	۴۱۰۶/۸۰a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۳۰- نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه سویا در سال دوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد پروتئین	درصد روغن
تکرار	۲	۱۰/۶۳ ^{ns}	۱/۲۰ ^{ns}
علف هرز (a)	۱	۹۰/۴۰ ^{**}	۱/۸۶ ^{ns}
کود بیولوژیک (b)	۳	۵۱/۳۶ ^{**}	۲/۰۹ ^{ns}
کود شیمیایی (c)	۲	۳۰/۷۹ ^{**}	۲/۷۲ ^{ns}
a × b	۳	۲/۶۱ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}
a × c	۲	۱۶/۹۱ [*]	۰/۰۵ ^{ns}
b × c	۶	۹/۶۲ [*]	۱/۲۸ ^{ns}
a × b × c	۶	۴/۸۴ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}
خطا	۴۶	۴/۱۵	۱/۱۰
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۲۳	۵/۳۴

*** و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار.

جدول پیوست ۴-۳۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده سویا در سال دوم آزمایش

تیمار	درصد پروتئین
۱. وچین	۳۳/۸۰a
۲. عدم وچین	۳۱/۵۵b
شاهد	۳۰/۲۹b
کود بیولوژیک	
رایزوبیوم	۳۲/۶۸a
مایکوریزا	۳۳/۷۸a
تلفیق	۳۳/۹۶a
کود شیمیایی (kg/ha)	
۰	۳۱/۴۰b
۲۵	۳۳/۰۵a
۵۰	۳۳/۵۸a

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول پیوست ۴-۳۲- مقایسه میانگین اثر متقابل علف هرز × کود بیولوژیک × کود شیمیایی بر

صفات مورد مطالعه				
تیمار	سال دوم	تجزیه مرکب		
علف هرز × کود بیولوژیک × کود شیمیایی	طول غلاف (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در بوته
شاهد	۰	۳/۹۲ ^{cdef}	۴۷/۶۶ ^{ghij}	۱۰۶/۲۳ ^{ghij}
	۲۵	۵/۱۷ ^{ab}	۴۹/۵۹ ^{fgh}	۱۱۳/۷۸ ^{def}
	۵۰	۴/۷۶ ^{abcd}	۵۶/۷۳ ^{cdef}	۱۱۵/۳۵ ^{de}
رایزوبیوم	۰	۴/۷۷ ^{abcd}	۵۰/۹۷ ^{efgh}	۱۱۲/۸۶ ^{def}
	۲۵	۴/۷۹ ^{abcd}	۵۸/۵۰ ^{cde}	۱۳۲/۷۱ ^{abc}
	۵۰	۴/۹۵ ^{abc}	۵۹/۲۸ ^{bcd}	۱۴۲/۹۷ ^a
مایکوریزا	۰	۴/۴۱ ^{bcde}	۵۳/۳۶ ^{cdefg}	۱۱۳/۵۴ ^{efgh}
	۲۵	۴/۱۵ ^{bcdef}	۶۶/۹۶ ^{ab}	۱۲۶/۶۲ ^{cde}
	۵۰	۴/۹۸ ^{abc}	۶۷/۲۹ ^a	۱۳۳/۰۲ ^{bcd}
تلفیق	۰	۴/۵۷ ^{abcde}	۵۱/۲۸ ^{efgh}	۱۰۴/۸۶ ^{efgh}
	۲۵	۳/۲۴ ^f	۵۶/۴۱ ^{cdef}	۱۴۰/۶۳ ^{ab}
	۵۰	۴/۹۲ ^{abc}	۵۹/۴۸ ^{bc}	۱۳۹/۳۴ ^{ab}
شاهد	۰	۵/۱۱ ^{ab}	۳۰/۱۰ ^l	۶۹/۷۴ ⁱ
	۲۵	۴/۶۶ ^{abcd}	۴۱/۶۷ ^{ijk}	۹۳/۴۸ ^h
	۵۰	۴/۲۷ ^{bcdef}	۴۸/۳۷ ^{hig}	۱۰۴/۰۹ ^{efgh}
رایزوبیوم	۰	۴/۵۶ ^{abcde}	۳۹/۷۱ ^k	۹۹/۰۴ ^{gh}
	۲۵	۵/۱۰ ^{ab}	۴۸/۴۴ ^{hig}	۱۰۴/۵۶ ^{efgh}
	۵۰	۵/۶۶ ^a	۵۱/۶۹ ^{defgh}	۱۰۴/۷۵ ^{efgh}
مایکوریزا	۰	۳/۵۱ ^{ef}	۳۸/۲۳ ^k	۹۷/۹۳ ^{gh}
	۲۵	۵/۲۶ ^{ab}	۴۰/۹۷ ^{ijk}	۹۸/۴۸ ^{gh}
	۵۰	۳/۷۳ ^{def}	۴۵/۲۵ ^{hijk}	۱۰۷/۳۱ ^{defg}
تلفیق	۰	۵/۱۴ ^{ab}	۴۰/۳۶ ^{jk}	۱۰۲/۶۱ ^{efgh}
	۲۵	۴/۹۶ ^{abc}	۵۷/۴۲ ^{cde}	۱۰۷/۴۵ ^{defg}
	۵۰	۵/۰۳ ^{abc}	۴۸/۱۰ ^{ghij}	۱۰۵/۷۴ ^{efgh}

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD)

در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با هم ندارند.

منابع

- ابراهیمی م، پوریوسف م، راستگو م. و قنبری مطلق م، (۱۳۸۹) "بررسی صفات فنولوژیکی عملکرد در تاریخ کاشت و تراکم های مختلف بر روی سویا (*Glycine max L.*) و جامعه علف هرز آن" همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی. دانشگاه بجنورد.
- احتشامی س.م.ر. و چایی چی م.ر، (۱۳۸۰) "تاثیر زمان وجین بر ترکیب گونه ای، تراکم و وزن خشک علفهای هرز در سویا (*Glycine max L.*)" **مجله علوم کشاورزی ایران**، ۳۱: ص ۱۱۹-۱۰۷.
- احتشامی س.م.ر.، چاییچی م.ر.، گالشی س. و خالصرو ش، (۱۳۸۴) "تأثیر زمان وجین علفهای هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max L.*)" **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی**، ۱۲(۶): ص ۷۹-۷۱.
- احمدی، م. ر. و دانشیان، ج، (۱۳۷۷) "چکیده نتایج سه دهه تحقیقات به نژادی و به زراعی سویا در ایران" **بخش تحقیقات دانه های روغنی. موسسه تحقیقات اطلاق و تهیه نهال و بذر**، ۱۹۴ صفحه.
- احمدی ج، (۱۳۹۰)، پایان نامه ارشد: "ارزیابی تاثیر کاربرد ورمی کمپوست، قارچ های میکوریزا و نیتروکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴"، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- اردکانی م.ر، (۱۳۷۸) "قارچ های میکوریزا و اهمیت همزیستی آنها با گیاهان" **فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی اراک**، سال اول، شماره ۳ و ۴.
- اسکندری تربقان م. صفری ص. و عامری، ع.ا، (۱۳۸۹) "مطالعه توزیع و مصرف کود (شیمیایی و دامی) در استان خراسان شمالی"، اولین کنگره چالش های کود در ایران، ۱۲ صفحه، تهران، موسسه تحقیقات.
- اسماعیل پور ب، جلیوند پ. و هادیان ج، (۱۳۹۲) "تاثیر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis L.*)" **بوم شناسی کشاورزی**، ۵ (۲): ص ۱۶۹-۱۷۷.
- اسماعیلی ح، (۱۳۸۹)، پایان نامه ارشد "تاثیر آبیاری و نیتروژن مصرفی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین سویا" دانشگاه آزاد گرگان.

افتخاری ع، شیرانی راد ا.ح، رضایی ع، صالحیان ح. و اردکانی م.ر، (۱۳۸۴) "تعیین دوره بحرانی کنترل علف های هرز در منطقه ساری" **مجله علوم زراعی ایران**، جلد ۷، شماره ۴.

افیونی د. و محلوچی م، (۱۳۸۵) "تجزیه همبستگی برخی صفات زراعی در ژنوتیپ های گندم در تنش شوری) **مجله نهال و بذر**، ۲۲: ص ۱۹۹-۱۸۶.

امینی، ا، (۱۳۸۱)، پایان نامه ارشد: "بررسی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی 576 رقم لوبیا بانک ژن دانشکده کشاورزی کرج با استفاده از روشهای آماری چند متغیره"، دانشکده کشاورزی کرج، دانشگاه تهران، ۲۳۰ صفحه.

آلیاری ه، (۱۳۷۹) "**دانه های روغنی زراعت و فیزیولوژی**" انتشارات عمیدی، تبریز، ۱۸۲ صفحه.

آمارنامه کشاورزی، (۱۳۹۵) "آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳: محصولات زراعی" جلد اول، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۶۴ صفحه.

باقری، م، زعفریان، ف، اسدی، ق،، بیچرانلو، ب. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص های رشد سویا، ریحان رویشی و گاوزبان اروپایی در نسبت های مختلف کشت مخلوط مجله پژوهش های تولید گیاهی. ۱۹(۳):۲۶-۱.

برومندان پ، جلدلی هنرمند س، خدابنده ن. و طالعی ع، (۱۳۷۹) "اثرات تراکم ها و ارقام مختلف در سطوح متفاوت کود ازته استارتر روی عملکرد، صفات زراعی و برخی پارامترهای آنالیز رشد سویا در منطقه کرمانشاه" ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ص ۳۳۱-۳۳۰.

بهداروندی ب. و مدح ع، (۱۳۸۴) "کنترل تلفیقی شیمیایی و فیزیکی علف های هرز گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط خوزستان" موسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی، اولین همایش علوم علف های هرز ایران، ص ۱۰-۶.

پور رضا ج، سلطانی ا، راحمی کاریزکی ع، گالشی س. و زینلی ا، (۱۳۸۶) "روابط آلومتریک میان ارتفاع بوته و صفات رویشی در گیاه نخود (*Cicer arietinum*)" **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی**. جلد چهارم. شماره ۵.

توسلی ا.ا، قنبری م، احمدی م. و حیدری م، (۱۳۸۸) "اثر کود دامی بر علوفه و عملکرد دانه ارزن (*Panicum miliaceum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت مخلوط" **مجله علوم زراعی ایران**. ۲۸: ص ۱۱-۱.

ثانی ب، لیاقتی ه، شریفی م. و حسینی نژاد ز، (۱۳۸۶) "مقایسه اثر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ مایکوریزا بر روی تولید بهینه ذرت دانهای رقم SC 704" خلاصه مقالات دومین همایش ملی بومی شناختی ایران. ص ۵-۹.

چمنی‌اصغری ت، محمودی س، راشدمحصل م.ح. و زمانی غ، (۱۳۸۹) "بررسی اثر رقابت یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن در مرحله رویشی گندم (*Teriticum aestivum*)" **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی**، ۳ (۲): ص ۸۱-۹۶.

حاجباشی پ، (۱۳۸۴)، پایان‌نامه ارشد "بررسی اثرات ریزوبیوم بر صفات کمی و کیفی لوبیا" دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی اراک، ۲۲۰ صفحه.

حبیبی سوادکوهی م، پیردشتی ه، امینی ا، عباسیان ا. و کرامتی س، (۱۳۸۷) "تاثیر زمان وجین بر ترکیب گونه ای، تراکم بوته، وزن خشک و خصوصیات فیزیولوژیکی علفهای هرز ذرت" **مجله دانش علفهای هرز ایران**، ۴ (۲): ۹-۲۰.

حسن پور ر، پیر دشتی ه.ا، اسماعیلی م.ع. و عباسی ا، (۱۳۸۹) "واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (*Sesame indicum* L.) به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس" **نشریه بوم شناسی کشاورزی**، ۳ (۱): ص ۹-۱۶.

حمزه‌ای ج، دباغ محمدی نسبت ع، رحیم زاده خویی ف، جوانشیر ع. و مقدم م، (۱۳۸۴) "اثرات دوره های مختلف تداخل علف های هرز بر روی عملکرد کمی و کیفی سه رقم کلزای پائیزه (*Brassica napus* L.) اولین همایش علوم علف های هرز ایران ۵-۶ بهمن، موسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی، ص ۱۴-۱۷.

خسروی ه، (۱۳۸۰) "تثبیت ازت توسط میکروارگانیسم های آزادزی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور" **مجموعه مقالات تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور**، نشر آموزش کشاورزی، کرج. ص ۱۹۵-۲۱۳.

خواجه پور م، (۱۳۸۳) "**اصول و مبانی زراعت**" انتشارات جهاد دانشگاهی، اصفهان، ۳۸۷ صفحه.

راحمی‌کاریزکی ع، سلطانی، پور رضا ج، زینلی ا. و سرپرست ر، (۱۳۸۵) "روابط آلومتریک بین سطح برگ و اجزای رویشی در گیاه نخود" **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی**. ۱۳ (۵): ص ۵۹-۴۹.

رجالی ف. و خاوازی ک، (۱۳۷۸) "کرم‌های خاکی و نقش آن‌ها در افزایش باروری خاک" نشریه فنی شماره سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. ۳۳: ص ۱۶-۲۶.

رحیمی ل، اردکانی م.ر، پاک نژاد ف. و رجالی ف، (۱۳۸۸) "بررسی نقش همزیستی مایکوریزایی در افزایش مقاومت به خشکی دو رقم سورگوم دانه‌ای" *مجله زراعت و اصلاح نباتات*. ۵ (۱): ص ۴۳-۵۷.

رضوانی مقدم پ. و نصیری محلاتی م، (۱۳۸۲) "مطالعه اثر زمان های مختلف برداشت بر عملکرد و خصوصیات زراعی سه رقم سورگوم علوفه ای" *مجله کشاورزی ایران*، (۳) ۳۴: ص ۵۴۹-۵۵۸.

زرفانی ه، نظامی ا، خواجه حسینی م. و ایزدی دربندی ا، (۱۳۹۲) "تاثیر زمان وجین علفهای هرز بر عملکرد و اجزا عملکرد کنگد (*Sesamum indicum*)" *مجله پژوهشهای زراعی ایران*، ۱۰: ۶۹۰-۶۹۸.

زینلی ا، سلطانی ا، خادم‌پیر م، تورانی م. و شیخ ف، (۱۳۹۲) "مطالعه واکنش اجزای عملکرد دانه و غلاف سبز دو رقم باقلا به فاصله بین ردیف در کشت به موقع و دیر هنگام" *نشریه به‌زراعی کشاورزی*، ۱۵ (۴): ص ۱۹۵-۲۱۰.

سجادی‌نیک ر، یدوی ع.ر، بلوچی ح.ر. و فرجی ه، (۱۳۹۰) "مقایسه کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی‌کمپوست)، و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنگد (*Sesamum indicum* L.)" *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۱ (۲): ص ۸۷-۱۰۱.

سلطانی ا، ترابی ب، (۱۳۹۳) "اصول طرح‌های آزمایشی همراه با برنامه‌های SAS" انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۶۴ صفحه.

سلطانی، ا. (۱۳۸۶) "کاربرد SAS در تحلیل آماری" جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ صفحه.

سمایی م، اکبری غ.ر. و زند ا. (۱۳۸۵) "بررسی اثرات تراکم و رقابت تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا (*Glycine max* L.)" *مجله علوم کشاورزی*، ۴۱: ۵۶-۱۲.

سید شریفی ر، راعی ی. و سید شریفی ر. (۱۳۸۸) "تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر بیوماس تولیدی سورگوم علوفه ای اسپیدفید در تراکم‌های مختلف بوته" *مجله علوم گیاهان زراعی ایران*، ۲ (۴۰): ۱۱۵-۱۲۳.

سیدی س.م، رضوانی مقدم پ، قربانی ر. و نصیری محلاتی م. (۱۳۹۱) "اثر دوره بحرانی رقابت علفهای هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)" **نشریه علوم باغبانی**، ۲۶ (۲): ص ۱۱۳-۱۲۲.

شفق کلوانق ج، زهتاب سلماسی س، جوانشیر ع، مقدم م. و دباغ محمدی نسب ع. (۱۳۸۸) "تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و تداخل علفهای هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان کلروفیل برگ در سویا" **مجله دانش کشاورزی پایدار**، ۱ (۱): ص ۱-۲۴.

صابرعلی ف، سادات نوری ا، حجازی ا، زند ا. و باغستانی م.ع. (۱۳۸۶) "تاثیر تراکم و آرایش کاشت بر روند رشد و عملکرد ذرت تحت شرایط رقابت با سلمه تره (*Chenopodium album* L.)" **مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی**، ۷۴: ص ۱۴۳-۱۵۲.

صادقی ح، باغستانی م.ع، اکبری غ. و حجازی ا، (۱۳۸۲) "ارزیابی شاخصهای رشد سویا (*Glycine max* L. و چند گونه علف هرز در شرایط رقابت" **مجله آفات و بیماریهای گیاهی**، ۷۱ (۲): ص ۸۷-۱۰۶.

صالح راستین ن، (۱۳۷۷) "کودهای بیولوژیک" سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج، موسسه تحقیقات خاک و آب. **نشریه علمی خاک و آب**، ۱۲ (۳): ص ۱-۳۶.

طاهرخانی م، نورمحمدی ق، میرهادی م. و محمدی ر، (۱۳۸۶) "بررسی قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در ارقام مختلف لوبیا با کاربرد سه نوع مایه تلقیح حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن" **دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران**.

عرب عامری ر. (۱۳۸۷)، پایان نامه ارشد: "پیش بینی تعداد دانه و انتقال مجدد زیست توده در گندم (*Triticum aestivum* L.)"، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۸۹ صفحه.

عربی م. و صفاری م، (۱۳۹۳) "مطالعه اثر کنترل علف های هرز و تراکم بوته بر عملکرد و صفات ارقام سورگوم (*Sorghum bicolor* L.)" **نشریه دانش زراعت**، ۱۰: ص ۳۹-۵۲.

علیزاده ا. و علیزاده ا، (۱۳۸۶) "اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت" **مجله پژوهش در علوم کشاورزی**، سال سوم، شماره اول، ص ۱۰۸-۱۰۱.

علیزاده ی، کوچکی ع. و نصیری محلاتی م، (۱۳۸۹) "بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف هرز دو گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان وحشی

(*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت مخلوط "نشریه بوم شناسی کشاورزی ۲ (۳): ص ۳۷۹-۳۸۳

غدیریان ر، سلطانی ا، زینلی ا، کلاته عربی م. و بخشنده ا، (۱۳۹۰) "ارزیابی مدل های رگرسیون غیرخطی برای استفاده در آنالیز رشد" **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی**، ۴ (۳): ص ۷۷-۵۵.

فرجی ا، ریسی س، محمدزاده ج، رضی نتاج م، فتحی م. و محمدپورزیدی ل، (۱۳۹۵) "سویا، اصلاح، فیزیولوژیک عملکرد و مدیریت مزرعه" **جلد اول، ترجمه، چاپ اول، انتشارات نوروزی، گرگان، ص ۳.**

کاظمی پشت مساری ح، پیردشتی ه. و بهمن یار م.ع، (۱۳۸۶) "مقایسه اثرات کودهای فسفره معدنی و زیستی بر ویژگی های زراعی دو رقم باقلا" **فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**. ۱۴ (۴): ص ۲۱-۳۲.

کاظمی ش، گالشی س، قنبری ا. و کیانوش غ.ع، (۱۳۸۴) "بررسی اثرات تاریخ کاشت و تلقیح بذر با باکتری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم سویا" **مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی**، ۱۲ (۴): ص ۲۰-۲۶.

کریمی نژاد م. و نادیان ح، (۱۳۸۲) "بررسی جذب عناصر فسفر، روی و کادمیوم توسط شبدر تلقیح شده با قارچ های مایکوریزا و زیکولار آرباسکولار گونه *Glomus interaradices*" **مجموعه هشتمین کنگره علوم خاک ایران، جلد اول، ۵۵۲ صفحه.**

کوچکی ع. و سرمندیا غ.ج، (۱۳۸۴) "فیزیولوژی گیاهان زراعی". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۱۶۵-۱۷۰ و ص ۱۸۸-۱۹۲.

لک م.ر، دری ح.ر، رضانی م.ک، و هادیزاده م.ج، (۱۳۸۴) "تعیین دوره بحرانی کنترل علف های هرز لوبیا چیتی" **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**، ۳: ص ۱۶۸-۱۶۱.

مجنون حسینی ن، (۱۳۷۵) "حبوبات در ایران" **موسسه نشر جهاد، تهران، ۲۴۰ صفحه.**
محمد دوست چمن آباد ح.ر، و تولیکف ا.م، (۱۳۸۵) "بررسی تاثیر عملیات زراعی در کنترل علف های هرز و عملکرد دانه در اکوسیستم های کشاورزی" **مجله علوم و صنایع کشاورزی**، ۲۰ (۶): ص ۸۷-۹۶.

محمد دوست ح.ر. و اصغری ع، (۱۳۸۸) "تاثیر تناوب زراعی، کاربرد کود شیمیایی و علفکش بر کنترل علف‌های هرز چاودار زمستانه" *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳ (۴۷): ص ۶۱۲-۶۰۱.

مستأجران ا. و ضوئی ف، (۱۳۷۸) "همزیستی مایکوریزا" انتشارات دانشگاه اصفهان، ۲۱۱ صفحه.
ملکوتی م، (۱۳۷۵) "کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران". چاپ اول، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، کرج، ۴۹۶ صفحه.

موسایی ا.، کامل منش م.م. و قاسمی س، (۱۳۸۹) "اثر مخلوط کود زیستی آزوسپریلیوم و ازتوباکتر بر روی برخی از اجزاء مهم عملکرد در لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.)، دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار (فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو)، ۸ صفحه.

موسوی س.غ، عارفی ر. و ثقه الاسلامی م.ج. (۱۳۹۵) "اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد دانه سورگوم دانه ای" *نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی*، دوره سوم، شماره دوم.

موسوی م.ر، (۱۳۸۰) "مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (اصول و روش‌ها)" نشر میعاد.

نجفی ح، حسن زاده دلویی م، راشد محصل م.ح، زند ا. و باغستانی م.ع، (۱۳۸۵) "مدیریت بوم شناختی علفهای هرز" ترجمه، انتشارات موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۵۵۹ صفحه.

نورمحمدی ق، سیادت ع. و کاشانی ع، (۱۳۸۰) "زراعت: غلات" جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.

یعقوبی س.ر. و آقاعلیخانی م. (۱۳۹۰) "تاثیر طول دوره‌ها های کنترل و تداخل جمعیت طبیعی علف های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه" *نشریه پژوهش های زراعی ایران*، ۹ (۴): ص ۶۶۹-۶۵۹.

- Abdelly C. N. Amarger E. A. Aouani J. Aurag H. Gherbi M. and Trabelis M. (2001) "An interdisciplinary research strategy to improve symbiotic nitrogen fixation and yield of common bean (*Phaseollus vulgaris*) in salinised areas of the Mediterranean Basin" **Journal of Biotechnology**, 91, 2-3, pp 257-268.
- Albrizio R. Todorovic M. Matic T. and Maria Stellacci A. (2010) "Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment" **Field Crops Research**, 115, pp 179-190.
- Al-Karaki G. N. Al-Raddad A. (1997) "Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance" **Mycorrhiza**, 7, pp 83-88.
- Al-Karaki G. N. Clark R. B. (1998) "Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress" **J Plant Nutr** 21, pp 263-276.
- AL-Karaki G. McMichael B. and Zak J. (2004) "Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress" **Mycorrhiza**, 14, pp 263-269.
- Amador-Ramirez M. D. Wilson R. G. and Martin A. R. (2002) "Effect of in-row cultivation, herbicides, and dry bean canopy on weed seedling emergence" **Weed Sciences**, 50, pp 370-377.
- Amanulla J. Noorullah K. Naeem W. and Baharullah K. (2002) "Chemical composition of canola as affected by nitrogen and sulphour" **Asian Journal of Plant Sciences**, 56, 7, pp 98-105.
- Ames R. N. Reid, C. P. P. Porter, L. K. and Cambardella C. (1983) "Hyphal uptake and transport of nitrogen from two ¹⁵N-labelled sources by *Glomus mosseae*, a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus" **New Phytol**, 95, pp 381-396.
- Asaduzzaman M. Sultana S. Roy T. S. and Masum M. (2010) "Weeding and plant spacing effects on the growth and yield of blackgram" **Bangal. Res Public Journal**, 4, 1, pp 62-68.
- Azaizeh H. Marscher H. Romheld V. and wittenmayer L. (1995) "Effects of vesicular Arbuscular Mycorrhizal fungus and others soil microorganisms an growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of Soil-growth maize plants" **Mycorrhiza**, 5, pp 321-327.
- Atimanav G. and Adholeya A. (2002) "AM inoculations of five tropical fodder crops and inoculum production in marginal soil amended with organic matter". **Biol Fertil Soil**, 35, 214-218.
- Ayub M. Tanveer A. Nadeer M. A. and Tayyub M. (2003) "Fooder yield and quality of sorghum as influence by different tillage method and seed rates" **Pakistan Journal of Agronomy**, 2, 3, pp 179-184.

- Azam F. (2002) "Added nitrogen interaction in the soil-plant system. **Pakistan Journal of Agronomy**, **1**, pp 54–59.
- Azcon R. and EL-Atrach F. (1997) "Influence of arbuscular mycorrhizae and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N₂ fixation in *Medicago sativa* at four salinity levels" **Biology and Fertility of Soils**, **24**, pp 81-86.
- Azeez J. O. and Adetunji M. T. (2007) "Nitrogen use efficiency of maize genotypes under weed pressure in a tropical Alfisol in northern Nigeria" **Tropicultura**, **25**, pp 174-179.
- Bagayoko M. George E. Römhild V. and Buerkert A. (2000) "Effects of mycorrhizae and phosphorus on growth and nutrient uptake of millet, cowpea and sorghum on a West African soil" **Journal of Agricultural Science**, **135**, pp 399-407.
- Ballare C. J. and Casal J. (2000) "Light signal perceived by crop and weed plant". **Field Crop Research**, **67**, pp 149-160.
- Balyan J. K. Puspendra S. Kumpawat B. S. and Jat M. L. (2008) "Effect of organic manure, fertilizer level and biofertilizers on soil nutrients balance in maize (*Zea mays* L.)" **Research on Crops**, **9**, 2, pp 308-310.
- Bansal M. and Mukerji K. G. (1994) "Positive correlation between VAM induced change in root exudation and mycorrhiza sphere mycoflora" **Mycorrhizal**, **5**, pp 39-44.
- Bashan Y. (2006) "Inoculants of plant growth-Promoting bacteria for use in agriculture" **Biotechnology Advances**, **16**, pp 729-779.
- Baumann D. T. Kropff M. J. and Bastiaans L. (2000) "Intercropping leeks to suppress weeds" **Weed Research**, **40**, pp 359-374.
- Bearden B. and Petersen L. (2000) "Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and aggregate stability of a vertisol" **Plant Soil**, **218**, **1**, pp 173-183.
- Begna S. H. Hamilton R. I. Dwyer. L. M. Stewart. D. W. Cloutier. D. Assemet. L. Foroutan pour K. F. and Smith D. L. (2001) "Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays*) hybrids different in canopy architecture" **Weed Technology**, **15**, pp 647-65.
- Begonia G. B. and Aldrich R. J. (1988) "Responses of soybean to light quality altered by velvetleaf (*Abutilon theophrasti*)" **Abstracts of the Weed Science Society of America**, **28**, 95.
- Begonia G. B. and Aldrich R. J. and Nelson C. J. (1988) "Effects of simulated weed shade on soybean photosynthesis, biomass partitioning and axillary bud development" **Photosynthetica**, **22**, pp 300-319.
- Bensch C. N. Horak M. J. and Peterson D. (2003) "Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean" **Weed Sci**, **51**, pp 37-43.

- Bethlenfalvay G. J. Brown M. S. and Franson R. L. (1994) “*Glycine Glomis-Bradyrhizobium* symbiosis” **Plant Physiology**, **94**, pp 723-728.
- Bhenirgo M. Reis C. M. S. Diymasts C. S. S. and Rade M. A. S. (2009) “Influence of physiological quality of seed of soybean” **Revistaceres**, **48**, 2, pp 419-423.
- Blackshaw R. E. Brandt R. N. Janzen H. H. Entz T. Grant C. A. and Derksen D. A. (2003) “Differential response of weed species to added nitrogen” **Weed Sci**, **51**, pp 532-539.
- Blum A. (1988) “Plant Breeding for Stress Environment” **CRC Press, Boca Raton, FL**, pp. 223.
- Bonfante P. (2003) “Plants, mycorrhizal fungi and endobacteria: a dialog among cells and genomes” **Biological Bulletin**, **204**, pp 215-220.
- Bosnic A. C. and Swanton C. J. (1997) “Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays* L.)” **Weed science**, **43**, pp 276-282.
- Brachmann A. Parniske M. (2006) “The most important symbiosis on earth” **PLoS Biol**, **4**, pp. 239.
- Busse M. D. and Ellis J. R. (1985) “Vesicular-arbuscular mycorrhizal (*Glomus fasciculatum*) influence on soybean drought tolerance in high phosphorus soil” **Canadian Journal of Botany**, **63**, pp 2290-2294.
- Cafaro La Menza N. Monzon J. P. Specht J. E. and Grassini P. (2017) “Is soybean yield limited by nitrogen supply” **In Field Crops Research**, **213**, pp 204-212.
- Calderón F. J. McCarty G. W. Van-Kessel J. A. S. and Reeves J. B. (2004) “Carbon and nitrogen dynamics during incubation of manured soil” **Soil Science Society of America Journal**, **68**, pp 1592-1599.
- Caliskan S. Arslan M. Uremis I. Caliskan M. E. (2007) “the effect of row spacing on yield and yield components of full season and double cropped Soybean” **Turk. J. Agric. For.**, **31**, pp 147-154.
- Caliskan S. Ozakaya I. Caliskan M. E. and Arslan M. (2008) “The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil” **Field Crops Res**, **108**, 126-132.
- Camara K.M. Payne W. A. and Rasmussen P. E. (2003) “Long-term effects of tillage, nitrogen and rainfall on winter wheat yields” **the Pacific Northwest. Agron. J.**, **95**, pp 828-835.

- Cardoso M. and Kuyper T. W. (2006) "Mycorrhizal and tropical soil fertility" **Agriculture Ecosystem and Environment**, **116**, pp 72-84.
- Carling D. E. and Brown M. F. (1982) "Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and nonmycorrhizal roots" **Phytopathology**, **72**, pp 1108-1114.
- Cassman K. G. Munns D. N. and Beck D. P. (1981) "Growth of *Rhizobium* strains at low concentrations of phosphate" **Soil Sci. Soc. Am. J.**, **45**, **1**, pp 520-523.
- Cassman K. G. Dobermann A. R. and Walters D. T. (2002) "Agro-ecosystems, nitrogen-use efficiency and nitrogen management" **AMBIO**, **31**, pp 132-140.
- Cavero J. Zaragoza C. Bastiaans L. Suso M. L. and Pardo A. (2000) "The relevance of morphological plasticity in the simulation of competition between maize and *Datura stramonium*" **Weed Research**, **40**, pp 146-180.
- Chalk P. M. Souza R. D. F. Urquiaga S. Alves B. J. R. and Boddey R. M. (2006) "The role of *arbuscular mycorrhiza* in legume symbiotic performance" **Soil Biology and Biochemistry**, **38**, **9**, pp 2944-2951.
- Chaudhary M. Adu-Gyamfi J. J. Saneoka H. Nguyen N. T. Suwa R. Kanai S. El-Shemy H. A. Lightfoot D. A. and Fujitna K. (2008) "The effect of phosphorus deficiency on nutrient uptake, nitrogen fixation and photosynthetic rate in mashbean, mungbean and soybean" **Acta. Physiol. Plant.**, **30**, pp 537-544.
- Chen J. (2006) "The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility" International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, October, 16-20, Thailand, pp 11.
- Claudia Pagano M. and Miransari M. (2016). The importance of soybean production worldwide, pp 1-26, In: "**Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production**", Academic Press, San Diego.
- Costa C. Cavalcante U. Goto B. Santos V. and Mala L. (2005) "Arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate fertilization on mangabeira seedlings" **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **40**, pp 225-232.
- Coulter J. A. and Nafziger E. D. (2007) "Planting date and glyphosate timing of soybean" **Weed Tech**, **21**, pp 359-366.
- Dakora F. D. (2003) "Defining new roles for plant and rhizobial molecules in sole and mixed plant cultures involving symbiotic legumes" **New Phytology Trust**, **157**, pp 39-49.
- Damavandi M. Saboori H. Biabani A. and Reyisi S. (2013) "Effect of arbuscular mycorrhiza and *Bradyrhizobium japonicum* under different levels of phosphorus fertilizer on number, node wet weight and dry weight of nitrogen fixing nodules of

- soybean” In: Proceedings of the 2th New Issues in Agriculture Conference, 19 December, Islamic Azad University of Saveh, Iran.
- Davies JR F. T. Olalde-Portugal V. Aguilera-Gomez L. Alvarao M. J. Ferrera-cerrato R. C. Boutton T. W. (2002) “Alle viation of drought stress of chile ancho pepper (*Capsicum annuum* L. CV. Sanluis) with Arbuscular mycorrhiza indi gennus to mexico” **Scientia Horticulturoe**, **92**, pp 342-359.
- Dehne H. W. (1982) “Interations between vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and plant pathogens” **Phytopathology**, **72**, pp 1115-1119.
- Dos Santos Ferreira A. Matte Freitas D. Gonçalves da Silva G. Pistori H. Theophilo Folhes M. (2017) “Weed detection in soybean crops using ConvNets” **Computers and Electronics in Agriculture**, **143**, pp 314-324.
- Druege U. Baltruschat H. and Franke P. (2007) “Piriformospora indica promotes adventitious root formation in cuttings” **Scientia Horticulturæ**, **112**, pp 422-426.
- Dunan C. M. Westra P. Schweizer E. E. Lybecker D. W. and Moor F. D. (1995) “The concept and application of early economic period threshold: The case of DCPA in onion (*Alium cepa*)” **Weed Sci.**, **43**, pp 634-639.
- Egung S. and McDonald G. K. (2004) “Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.)” **Australian J. Agric. Res.**, **49**, pp 79-88.
- Ehdaie B. and Waines J. G. (2001) “Sowing date and N rate effects on dry matter and N partitioning in bread and durum wheat” **Field Crop Research**. **73**, pp 47-61.
- Elsen A. Declerck S. and De Waele D. (2001) “Effects of *Glomus intraradices* on the reproduction of the burrowing nematode (*Radopholus similis*) in dixenic culture” **Mycorrhiza**, **11**, 1, pp 49-51.
- El-Shaarawi A. I. Sabh A. Z. Abou-Taleb S. M. and Ghoniem A. E. (2011) “Effect of inorganic nitrogen and *Bradyrhizobium japonicum* inoculation on growth and yield of soybean” **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, **5**, pp 436-447.
- Erman M. Demir S. Ocak E. Tufenkci S. Oguz F. and Akkopru A. (2011) “Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions” **Field Crops Research**, **122**, 1, pp 14-24.
- FAOSTAT. (2014), FAO statistical database available at: www.fao.org
- Farzaneh M. Wichmann S. Vierheilig H. and Kaul H. P. (2009) “The effects of arbuscular mycorrhiza and nitrogen nutrition on growth of chickpea and barley” **Pflanzenbauwissenschaft**, **13**, 1, pp 15-22.
- Fitter A. H. (2004) “Magnolioid roots hairs, architecture and mycorrhizal dependency” **New Physiology**, **164**, 1, pp 15-16.

- Fujisaka S. Harrington L. W. and Hobbs P. R. (1994) "Rice-wheat in South Asia: System and long-term priorities established through diagnostic research" **Agric. Sys.**, **46**, pp 169-187.
- Fundora Z. Garcia J. L. Vrang H. Gonzalegmauvi J. Soto J. A. Gonzalez L. A. and Alvarez I. (1991) "Effect of weed incidencen Soybean productivity" **Field. Crop Absts.**, **47**, **6**, pp 3518-1994.
- George E. Haussler K. U. Vetterlein D. Gorgus E. and Marschner H. (1992) "Water and nutrient translocation by hyphae of *Glomus mosseae*" **Can. J. Bot.**, **70**, pp 2130-2137.
- George E. Romheld V. and Marschner H. (1994) "Contribution of mycorhizal fungi to micronutrieut uptake by plant" **Biochemistery of metal micro nutrieuts in the Rhizosphere**, pp 93-109.
- Gheysari M. Mirlatifi S. M. Bannayan M. Homaee M. and Hoogenboom G. (2009) "Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage" **Agricultural Water Management**, **96**, pp 809-821.
- Giamati G. Astarraie A. R. and Zamani G. R. (2009) "Effects of municipal compost and sulfur on sugar beet yield and soil chemical properties" **Iranian Journal of Field Crop Research**, **7**, **1**, pp 153-160.
- Goh T. B. Banerjee M. R., Shihua T. and Burton D. L. (1997) "Vesicular-arbuscular mycorrhiza mediated uptake and translocation of P and Zn by wheat in a calcareous soil" **Canadian Journal of Plant Science**, **77**, pp 339-346.
- Graham D. L. Steiner J. L. and Wicse A. F. (1988) "Light absorption and competition in mix sorghum-pig weed communities" **Agronomy Journal**, **80**, pp 415-418.
- Gueta-Dahan Y. Yaniv Z. Zilinskas A. and Ben Hayyim G. (1997) "Salt and oxidative stress; similar and specific responses and their relation to salt tolerance in Citrus" **Planta**, **203**, pp 460-469.
- Gunsolus J. L. (1990) "Mechanical and cultural weed control in cornand soybeans" **Am. J. Alt. Agric.**, **5**, pp 114-119.
- Hamidi R. T. Mazaheri D. and Rahimian H. (2010) "Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) nitrogen yields as affected by wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch) population densities and nitrogen" **Aust. J. Basic and Applied Sci.**, **10**, pp 4726-4739.

- Hamzei J. and Sarmadi H. (2010) "Effect of biological and chemical fertilizers application on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen uptake in corn" **Plant technology Journal**, **10**, 2, pp 52-63.
- Han H. S. and Lee K. D. (2006) "Effects of coinoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and grown of pepper and cucumber" **Plant soil environ.**, **52**, 3, pp 130-136.
- Hargood E. S. Bauman J. T. Williams J. L. and Schreiber M. M. (1991) "Growth analysis of soybean (*Glycine max*) in competition with Jimson weed (*Datura stramonium* L.)" **Weed Science**, **29**, pp 500-504.
- Harper J. L. (1977), "**Population biology of plants**", San. Diego: Acadmic press, New York, pp. 829.
- Hay R. K. M. and Walker A. J. (1989). Potatoes, pp 188-212, In: "**An introduction to the physiology of crop yield**", Hay R. K. M. and Walker A. J. Harlow, England, Longman Scientific and Technical.
- Heidari M. and Karami V. (2014) "Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress" **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **13**, 1, pp 9-13.
- Holshouser D. L. and Whittaker J. P. (2002) "Plant population and row spacing effects on early soybean production systems in the mid-Atlantic USA" **Agronomy Journal**, **94**, pp 603-611.
- Holub P. Tuma I. and Fiala K. (2012) "The effect of nitrogen addition on biomass production and competition in three expansive tall grasses" **Environmental Pollution**, **170**, pp 211-216.
- Huber D. M. and Thompson I. A. (2007). Nitorgen and pland disease, pp 31-44, In: "**Mineral nutrition and plant disease**", Datnoff L. E. Elmer W. H. and Huber D. M. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society.
- Humberto F. C. (2004) "Response to shading in *Chenopodium album*: The effect of the maternal environment and N source supplied" **Canadian Journal of Botany**, **82**, pp 1371-1381.
- Hume D. F. Shanmugasundaram S. and Beversdorf W. I. D. (1985). Soybean (*Glycine max* L.) In: "Summerfield. R. J. E. H. Roberts (Eds). Grain Legum Crops. William Collins. Land in pp. 391-432.
- Hussain A. Nadeem A. Ashraf I. and Awan M. (2009) "Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.)" **Pak J. Weed Sci. Res.**, **15**, pp 71-81.

- Imsande J. (1992) "Agronomic characteristic that identify high yield, high protein soybean genotypes" **Agron. J.**, **84**, **3**, pp 409-414.
- International: World soybean production, 2017. Soystats, <<http://soystats.com/international-world-soybean-production/>> (last visited July 26, 2017).
- Islam N. and Evans E. J. (2005) "Attributes of oilseed rape (*Brassica napus* L.)" **Journal of Plant Research**, **88**, **5**, pp 530-534.
- Jahan M., Koocheki A. and Nassiri M. (2007) "The effects of arbuscular mycorrhizal fungi and free living nitrogen fixing bacteria on growth, Photosynthesis and yield of corn (*Zea mays* L.) in conventional and conventional and ecological cropping systems" **Iranian Journal Field Crops Research**, **5**, **1**, pp 53-67.
- Jaleel C. A., Gopi R., Sankar B., Gomathinayagam M. and Panneerselvam R. (2008) "Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress" **Comp. Rend. Biol.**, **331**, pp 42-47.
- James E. K. (2017) Nitrogen Fixation, pp 271-277, In: "Encyclopedia of applied plant sciences" Thomas B. Murphy D. J. and Murray B. G. Academic Press, ELSEVIER.
- Johnson N. C. Graham J. H. and Smith F. A. (1997) "Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum" **New Phytol.**, **135**, **4**, pp 575-586.
- Jordan N. R Zhang J. and HuerdS. (2000) "Arbuscular-mycorrhizal fungi: Potential roles in weed management" **Weed Res.** **40**, **5**, pp 397-410.
- Ju X. Xing G. Chen X. Zhang S. Zhang L. Liu X. Cui Z. Yin B. Christie P. and Zhu Z. (2009) "Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems" **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**. **106**, 3041-3046.
- Judith N. Chantigny M. Dayegamiye A. and Laverdiere M. (2009). "Dairy cattle manure improves soil productivity in low residue rotation systems" **Agron. J.**, **101**, pp 207-214.
- Kant K. (2017) "Understanding nitrate uptake, signaling and remobilisation for improving plant nitrogen use efficiency" In Seminars in Cell and Developmental Biology. ISSN 1084-9521,
- Kavaliauskaite D. and Bobinas C. (2006) "Determination of weed competition critical period in red beet" **Agron Res.**, **4**, pp 217-220.
- Kavurmaci Z. Karadavut U. Kokten K. and Bakoglu A. (2010) "Determining critical period of weed-crop competition in faba bean (*Vicia faba*)" **International Journal of Agriculture and Biology**, **12**, **2**, pp 318-320.

- Kazemi S. Galeshi S. A. Ghanbari A. and Kianosh G. A. (2005) "Effects of sowing date and rhizobium inoculation on yield and its components in soybean" **Agri. Sci. Nat. Res.**, **12**, **4**, pp 80-87.
- Khalequzzaman K. M. and Hossain I. (2007) "Effect of seed treatment with rhizobium strains and biofertilizers on foot/root rot and yield of bushbean in *fusarium solani* infested soil" **Journal of agriculture research**, **45**, **2**, pp 151-160.
- Khalil S. Loynachan T. E. and Tabatabai M. A. (1993) "Mycorrhizal dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and soybean cultivars" **Agron. J.**, **86**, **6**, pp 949-958.
- Khan I. A. Zubair M. and Malik A. B. (2006) "Various seed rates effect on yield and yield components in mansh" **Pakistan Agricultural Research**, **19**, **3**, pp 185-197.
- Khan A. G. (2005) "Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation" **J. Trace. Elem. Med. Biol.**, **18**, pp 355-364.
- Koreish E. A. El-Fayoumy M. E. Ramadan H. M. and Mohamed W. H. (2004) "Interaction effect of organic and mineral fertilization on faba bean and wheat productivity in calcareous soils" **Alex Journal of Agriculture Research**, **49**, pp 101-114.
- Kucey R. M. N. and Paul E. A. (1982) "Carbon flow, photosynthesis, and N₂ fixation in mycorrhizal and nodulated faba beans (*Vicia faba* L.)" **Soil Biol. Biochem.**, **14**, **4**, pp 407-412.
- Kumar V. Sarma K. Krishna S. Rashmi S. Lalit K. Vikram S. Bisaria V. S. and Sharma A. K. (2012) "Effect of formulated root endophytic fungus *Piriformospora indica* and plant growth promoting rhizobacteria fluorescent pseudomonads R62 and R81 on *Vigna mungo*" **World J. Microbiol. Biotechnol.**, **28**, pp 595-603.
- Laaniste P. Joudu J. and Eremeev V. (2004) "Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization" **Agronomy Research**, **2**, **1**, pp 83-86.
- Rens L. R. Zotarelli L. Rowland D. L. and Morgan K.T. (2018) "Optimizing nitrogen fertilizer rates and time of application for potatoes under seepage irrigation" **Field Crops Research**, **215**, pp 49-58.
- Maheshbabu H. M. Hunje R. Biradarpatil N. K. and Babalad H. B. (2008) "Effect of organic manures on plant growth, seed yield and quality of soybean" **Karnataka Journal Agriculther Science**, **21**, **2**, pp 219-221.

- Mansouri-Far C., Modarres Sanavy S. A. M. and Saberali S. F. (2010) "Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions" **Agricultural Water Management**, **97**, pp 12-22.
- Marschner H. (1995) "**Mineral Nutrition of Higher Plants**", Academic Press London, pp. 889.
- Marschner H. and Dell B. (1994) "Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis" **Plant Soil**, **159**, 1, pp 89-102.
- Martin S. G. Van Acker R. C. and Friesen L. F. (2001) "Critical period of weed control in spring canola" **Weed Sci**, **49**, pp 326-333.
- Dilipkumar M. Chuah T. S. Goh S. S. and Sahid I. (2017) "Weed management issues, challenges, and opportunities in Malaysia" **Crop Protection**.
- Mediavilla V. Jonquera M. Schmid-Slembrouck I. and Soldati A. (2008) "Decimal code for growth stage of hemp (*Cannabis sativa* L.)" **Journal of the International Hemp Association.**, **5**, 2, pp 68-74.
- Oz M. (2008) "Nitrogen rate and plant population effects on yield and yield components in soybean" **African journal of biotechnology**, **7**, 24, pp 4464-4470.
- Meisner C. A. Acevedo E. Flores D. Sayre K. D. Ortiz-Monasterio I. and Byerlee D. (1992) "Wheat production and growers practices in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico" Special Wheat Report, No 6, Mexico DF, CIMMYT.
- Miller M. McGonigle T. Addy H. (1994). An economic approach to evaluate the role of mycorrhizas in managed ecosystems, pp 27-35, In: "**Management of mycorrhiza in agriculture, horticulture and forestry**", Robson A. D. Abbott L. K. and Malajczak N. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Miller R. M. and Jastrow J. D. (2000). Mycorrhizal fungi influence soil structure, pp 3-18, In:
- "Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function", Kapulnik Y. and Douds Jr. D. D. Kluwer Academic publisher, Netherlands.
- Mohammadi E. Asghari H. and Gholami A. (2014) "Evaluation the possibility of utilization of bio fertilizer mycorrhiza in phosphorus supply in Chickpea cultivation (*Cicer arietinum* L.)" **Iranian Journal of Field Crops Research**, **11**, 4, pp 658-665.
- Mohanty S. Paikaray N. K. and Rajan A. R. (2006) "Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) Corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique" **Geoderma**, **133**, 3-4, pp 225-230.

- Mohdal A. R. Munira T. and Tahawa M. (2004) "Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major)" **J. Agric. Biol**, **6**, pp 294-299.
- Mohseni A. R. Khajoi nejad G. R. and Mohammadi nejad G. (2015) "Yield and yield components reaction of soybean cultivars to inoculation by *Bradyrhizobium Japonicum* bacteria and nitrogen" **International Journal of Plant Production**, **22**, 1, pp 73-88.
- Moradi R., (2009), M.Sc. thesis of Agroecology, "Effect of biological and inorganic fertilizers on yield, yield components and essence of fennel (*Foeniculum vulgare*)", Ferdowsi University of Mashhad.
- Moraditalavat M. R. Siadat S. A. Naderan J. and Fathi G. A. (2007) "Response to different nitrogen levels on growth and yield of rapeseed in Ahwaz", *In*: Proceeding of the 10th Soil Science Congress of Iran, pp 466-467, Karaj, Iran.
- Mosier A. R. (2001). Exchange of gaseous nitrogen compounds between terrestrial systems and the atmosphere, pp 291-309, in: "Nitrogen in the environment; sources, problems, and solutions", Follett R. F. and Hatfield J. Elsevier Science Publishers, Netherlands.
- Mott J. B. and Zuberer D. A. (1987). Effect of symbiotic association on clover grown in mine spoil, *In*: "Mycorrhiza in the Next Decade", Sylvia D. M. Hung L. L. and Graharm G. H. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, pp. 364.
- Muchow R. C. and Charles-Edwards D. A. (1982) "A physiological analysis of growth of mungbeans at a range of plant densities in tropical Australia. II. Seed production" **Australian Journal of Agricultural Research**, **33**, pp 53-61.
- Mullen M. D. Israel D. W. and Wollum A. G. (1988) "Effects of *Bradyrhizobium japonicum* and soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) phosphorus nutrition on nodulation and dinitrogen fixation" **Appl. Environ. Microbiol**, **54**, 10, pp 2387-2392.
- Nadian H. Smith S. E. Alston A. M. Murray R. S. and Siebert B. D. (1998) "Effects of soil compaction on phosphorus uptake and growth of *Trifolium subterraneum* colonized by four species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi" **New Phytol**, **140**, pp 155-165.
- Nehbandani A. Soltani A. Zeinali E. Raeisi S. and Najafi R. (2013) "Allometric relationships between leaf area and vegetative characteristics in soybean" **IJACS Journal**, **6**, 16, pp 1127-1136.

- Nikolaou N. Angelopoulos K. and karagiannidis N. (2003) "Effectes of drought stress on mycorrhizal and non-mycorrhizal carbernet sauvignon grapevine, in to various rootstochks" **Experimental Agriculture**, **39**, 3, pp 241-252.
- Nwoko H. and Sanginga N. (1999) "Dependence of promiscuous soybean and herbaceous legumes on arbuscular mycorrhizal fungi and their response to Bradyrhizobial inoculation in low P soils" **Appl. Soil Ecol.** **13**, 3, pp 251-258.
- Oades J. M. and Waters A. G. (1991) "Aggregate hierarc in soils" **Australian Journal Agriculture Research**, **29**, pp 815-828.
- Ortas I. (2004) "The effect of Mycorrhizal inoculation on forage and non-forage plant growth and nutrient uptake under field conditions" **Options Méditerranéennes**, **79**, pp 459-470.
- Osborne S. L. and Riedell W. E. (2006) "Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern Great Plains" **Agron. J.**, **98**, 6, pp 1569-1574.
- Ozkan H. Yucel C. Ortas I. and Yagbasanlar T. (2009) "Screening of wild emmer wheat accessions (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides*) for mycorrhizal dependency" **Turk Journal Agriculture**, **33**, pp 513-523.
- Palta J. A. Ganjeali A. Turner N. C. and Siddique K. H. M. (2010) "Effects of transient subsurface waterlogging on root growth, biomass and yield of chickpea" **Agricultural Water Management**, **97**, pp 1469-1476.
- Panwar J. and Tarafdar, J. C. (2006) "Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under *Mitragyna parvifolia* (Roxb.) Korth. in Thar Desert" **Applied Soil Ecology**, **34**, pp 200-208.
- Paulitz T. C. (1991). Mycorrhiza interactions with soil organisms, Pp 77-129, In: "Handbook of applied mycology, Soil and plants, vol. 1" Arora, D.K and B, Rai, K.G. Mukerji and G.R. Knudsen, Handbook of applied mycology vol. 1. Soil and plants; Marcel Dekker, INC.
- Peters N. C. B. and Wilson J. B. (1981) "Some studies on the competition between (*Avena fatua* L.) and spring barley. II variation of A. fatua emergence and development and its influence on crop yield" **Journal of Weed Research**, **23**, pp 305-311.
- Piccini D. Ocampo J. A. and Bedmar E. J. (1988) "Possible influence of *Rhizobium* on VA mycorrhiza metabolic activity in double symbiosis of alfalfa plants (*Medicago sativa* L.) grown in a pot experiment" **Biol. Fertil. Soils**, **6**, 1, pp 65-67.

- Poggio S. L. (2005) "Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley" **Agriculture, Ecosystems and Environment**, **109**, pp 48-58.
- Poggio S. L. Satorre E. H. and De la Fuente E. B. (2004) "Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina)" **Agriculture, Ecosystems and Environment**, **103**, pp 225-235.
- Prasad K. Meghvansi M. K. Harwani D. Mahna S. K. and Werner D. (2005) "Synergistic effects of arbuscular mycorrhizal fungi in soybean (*Glycine max* L.)" **Anusandhan**, **1**, pp 13-19.
- Qasem J. R. (2009) "Possible role of allelopathy in the competition between tomato, *Senecio vulgaris* L. and *Chenopodium album* L" **Weed Research**, V. **29**, P. **349**.
- Quanbao Y. Hongcheng Z. Haiyan W. Ying Z. Benfu W. Ke X. Zhongyang H. Qigen D. and Ke X. (2007) "Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of rice under different soil conditions" **Front. Agric. China**, **1**, pp 30-36.
- Raei Y. Sedghi M. and Seyedsharifi R. (2008) "Effects of rhizobial inoculation, urea application and weed on growth and seed filling rate in soybean" **J. Agri. Sci. Tech**, **12**, **43**, pp 83-91.
- Rafeie H. A. Agha alikhani M. and Modares Sanavy S. A. M. (2014) "Soybean response to nitrogen application rates in conventional, organic and integrated fertilizing system" **Knowledge of Sustainable Agriculture**, **24**, **2**, pp 1-18.
- Raiesi F. and Ghollarata M. (2006) "Interactions between phosphorus availability and an AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil" *Pedobiologia*, **50**, pp 413-425.
- Rajacan I. and Swanton C. J. (2001) "Understanding maize-weed competition: resources competition, light quality and the whole plant" **Field Crop Res**, **71**, pp 139-150.
- Rao R. G. S. (2000) "Storability of onion seeds and effects of packaging and storage conditions on viability and vigour" **Science Horticultural**, **110**, pp 1-6.
- Rascio N. and La Rocca N., Biological Nitrogen Fixation☆, In Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2013, ISBN 9780124095489, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.00685-0>.

- Remy W. Taylor T. N. Hass H. and Kerp H. (1994) "Four hundred million year old vesicular arbuscular mycorrhizae" **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, **91**, pp 11841-11843.
- Renne J. I. Gerrish J. and Sanderson M. A. (2004) "Effects of plant diversity on invasion of weed species in experimental pasture communities" **Basic and Applied Ecology**, **5**, pp 543-550.
- Rohrig M. and Stutzel H. (2001) "Canopy development of *Chenopodium album* in pure and mixed stands" **Weed Research**, **41**, pp 111-228.
- Ruiz-Lozano J. M. and Azcon R. (1993) "Specificity and functional compatibility of VA mycorrhizal endophytes in association with Bradyrhizobium strains in *Cicer arietinum*" **Symbiosis**, **15**, pp 217-226.
- Ruiz-Lozano J. M., Collados C., Barea J. M. and Azcaan R. (2001) "Arbuscular mycorrhizal symbiosis can alleviate drought-induced nodule senescence in soybean plants" **New Phytol**, **151**, 2, pp 493-502.
- Ruiz-Sanchez M. Aroca R. Munoz Y. Polon R. and Ruiz-Lozano J. M. (2010) "The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the photosynthetic efficiency and the antioxidative response of rice plants subjected to drought stress" **Journal of plant physiology**, **167**, **11**, pp 862-869.
- Ryan M. H. and Graham J. H. (2002) "Is there a role for arbuscular mycorrhizal fungi in production agriculture" **Plant and soil**, **24**, pp 263-271.
- Safa-poor M. Ardakani M. R. Rejali F. Khaghani S. and Teymuri M. (2010) "Interaction between mycorrhiza and rhizobium on yield of three varieties of *Phaseolus vulgaris* L" **New Findings in Agriculture Journal**, **5**, **1**, pp 22-25.
- Salvagiotti F. Cassman K. G. Specht J. E. Walters D. T. Weiss A. and Dobermann A. (2008) "Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review" **Field Crops Research**, **108**, pp 1-13.
- Saxena N. P. Nafarajam M. and Reddy M. S. (2007) "Chickpea, pigeonpea and groundnut, Swaming than symposium on potential productivity of field crop under different environments" **IRRI**, pp 241-249.
- Schüßler, A. Schwarzott D. and Walker C. (2001) "A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution" **Mycol. Res**, **105**, **12**, pp 1413-1421.
- Shehata M. M. and EL-Khawas S. A. (2003) "Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield" **Pakistan Journal of Biological Science**, **6**, **14**, pp 1257-1268.

- Shenoy V. V. and Kalagudi G. M. (2005) "Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping" **Biotechnology Advances**, **23**, pp 501-513.
- Shirani Rad A. H. Alizadeh A. and Hashemi D. A. (2000) "The study of VAM fungi, phosphorus, and drought stress effect or nutrient uptake efficiency in wheat" **Seed and Plant**, **16**, pp 327-349.
- Shiri Janagard M. and Raei Y. (2014) "Effect of growth-promoting bacteria on soybean nodulation and oil and protein yields" **Journal Sustainable Agriculture and Production Science**, **24**, **1**, pp 69-82.
- Shiri Janagard M. Raei Y. Gasemi-Golezani K. and Aliasgarzad N. (2013) "Soybean response to biological and chemical fertilizers" **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, **5**, **3**, pp 261-266.
- Shurtleff J. L. and Coble H. D. (1985) "The interaction of soybean (*Glycine max* L.) and five weed species in the greenhouse" **Weed Sci.**, **33**, pp 669-672.
- Siahmarguee A. Koocheki A. Nassiri Mahallati M. and Mahghani S. (2011) "The effect of integrated weed management on seed bank dynamic in sugarbeet fields" **Journal of Agroecology**, **3**, **2**, pp 151-162.
- Siahmarguee S. Rashed-Mohassel M. H. Nasiri-Mahallati M. Banayan-Awal M. and Rahimiyan-Mashhadi H. (2003) "Evaluation of spatial variation of weeds and their response to imposed managements in a sugar beet field in Mashhad" **J. Sci. Technol. Agri. Nat. Res.**, **10**, **3**, pp 361-374.
- Sighn and Purhit, S. (2008) "Biofertilizer Technology". **Published by AGROBIOS (INDIA)**, **15**, pp 88-97.
- Silva A. C. Lima E. P. C. and Batista H. R. (2011) "The importance of soybeans to Brazilian agribusiness" an analysis under the focus of production, employment and export, Meeting of the Santa Catarina Economy.
- Silveira A. P. D. and Cardoso E. J. B. N. (2004) "Arbuscular Mycorrhiza and kinetic parameters of phosphorus absorption by Bean plants" **Agricultural Science**, **61**, pp 203-209.
- Singh N. P. and Saxena M. C. (1972) "Field study on nitrogen fertilization of soybean (*Glycine max* L.)" **Indian J. Agri. Sci**, **42**, pp 1028-1031.
- Singh S. and Kapoor K. K. (1998) "Inoculation with phosphate solubilizing micro organisms and vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil" **Biol. Fertile. Soils**, **28**, pp 139-144.

- Siviero M. A. Motta A. M. Dos Santos Lima D. Birolli R. R. Huh S. Y. Santinoni I. A. and Nogueira M. A. (2008) "Interaction among N-fixing bacteria and AM fungi in Amazonian legume tree (*Schizolobium amazonicum*) in field conditions" **Applied Soil Ecology**, **39**, 2, pp 144-152.
- Smith H. (1986) The perception of light quality, PP 187-217, In: "Photomorphogenesis in Plants", Kendrick R. E. and Kronenberg G. H. M. Springer, Netherlands.
- Smith S. E. and Read D. J. (2008) "**Mycorrhizal Symbiosis**", 3rd ed, Academic Press, London.
- Sogut T. (2006) "Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (*Glycine max* L.) cultivars better than fertilizer" **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, **34**, pp 115-120.
- Solaiman A. R. M. Rabbani M. G. and Moll M. N. (2005) "Effects of inoculation of Rhizobium and arbuscular mycorrhiza, poultry litter, nitrogen, and phosphorus on growth and yield in chickpea" **Korean Journal of Crop Science**, **50**, pp 256-261.
- Soza T. Pereira F. Castro F. and Parentoni S. (2011) "Morpho-physiology and maize grain yield under periodic soil flooding in successive selection cycles" **Plantarum Physiology**, **33**, pp 1877-1885.
- Starling M. E. Wood C. W. and Weaver D. B. (1998) "Starter nitrogen and growth habit effects on late-planted soybean". **Agronomy Journal**, **90**, pp 658-662.
- Sujatha M. G., Lingaraju B. S., Palled Y. B. and Ashalatha K. V. (2008) "Importance of integrated nutrient management practices in maize under rain fed condition" **Karnataka Journal of Agriculther Science**, **21**, pp 334-338.
- Taher-khani M. Nour Mohammadi G. Mir Hadi S. M. J. and Mohammadi Rahim A. (2007) "Evaluation the ability of biological nitrogen fixation in different bean varieties with using of three types of inoculant containing nitrogen-fixing bacteria" **Agroecology Journal**, **3**, 7, pp 79-88.
- Tulikov A. M. and Sugrobov V. M. (1984) "Role of long-term application fertilizer, lime and crop rotation in change infestation field by weeds" **Izvestia TCXA**, **2**, pp 32-36.
- Turk M. A. Assaf T. A. Hameed K. M. and Tawaha A. M. (2006) "Significance of Mycorrhizae" **World Journal Agriculture Science**, **2**, pp 16-20.
- Tylor R. S. Weaver D. B. Wood C. W. and Santen E. V. (2005) "Nitrogen application increase yield and early dry matter accumulation in late planted soybean" **Crop Science**, **48**, pp 854-858.

- U.S. Census Bureau. (2015). Total midyear population for the world: 1950-2050. International Data Base. Available online at www.census.gov, verified 2/18/2015.
- Valee A. J. Mortimer P. E. Lintnaar A. and Borgo R. (2008) "Drought responses of arbuscular mycorrhizal grapevines" *Symbiosis*, 41, 3, pp 127-133.
- Van Acker R. C. Weise S. F. and Swanton C. J. (1993) "Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycin max* L.) growth" *Can J plant Sci*, 73, pp 1293-1304.
- Veresoglou S. D. and Rillig M. C. (2012) "Suppression of fungal and nematode plant pathogens through arbuscular mycorrhizal fungi" *Biol. Lett*, 8, 2, pp 214-217.
- Waller F., Achatz B. and Baltruschat H. (2005) "The entophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield" *Proc. Nati. Acad. Sci. USA*, 102, pp 13386-13391.
- Wang B. and Qiu Y. L. (2006) "Phylogenetic distribution and evolution of Mycorrhizae in land plants" *Mycorrhiza*, 16, pp 299-363.
- Weber C. R. (1966) "Nodulating and non-nodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions" *Agron. J.*, 58, 1, pp 46-49.
- Wesley T. L. Lamond R. E. Martin V. L. and Duncan S. R. (1997) "Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition" *J. Prod. Agri.*, 11, 3, pp 331-336.
- Wilcox J. R. (1987). "Soybeans: Improvement, production, and uses", 2nd edition. ASA, CSSA, SSSA Pub, Madison, Wisconsin, USA, pp. 888.
- Wilcox J. R., Berger F. (2009) "Relationships between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean population" *Crop Science*, 83, pp 251-256.
- Williams M. and Lindquist J. L. (2007) "Influence of planting date and weed interference on sweet corn growth and development" *Agronomy Journal*, 99, pp 1066-1072.
- Wortmann C. S. (1993) "Contribution of bean morphological characteristics to weed suppression" *Agronomy Journal*, 85, pp 840-843.
- Wu S. C. Cao Z. H. Lib Z. G. Cheunga K. C. and Wonga M. H. (2005) "Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and

AM fungi on maize growth: a greenhouse trial" *Geoderma*, 125, pp 155-166.

Xavier L. J. C. and Germida J. J. (2002) "Response of lentil to co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia varying in efficacy" *Soil. Biol. Biochem*, 34, pp 181-188.

Yin L., Cai Z. and Zhong W. (2006) "Changes in weed community diversity of maize crops due to long-term fertilization" *Crop Protection*, 25, pp 910-914.

Yin X. Gouadrian J. Latinga E. A. Vos J. and Spiertz J. H. (2003) "A flexible sigmoid growth function of determinate growth" *Ann. Bot*, 91, pp 361-371.

Zarei I. Sohrabi Y. Heidari G. R. Jalilian A. and Mohammadi K. (2012) "Effects of biofertilizers on grain yield and protein content of two soybean (*Glycine max* L.) cultivars" *African Journal of Biotechnology*, 11, 27, 7028-7037.

Zarei M. Saleh-Rastin N. Alikhani H. A. and Aliasgharzadeh N. (2006) "Responses of lentil to co-inoculation with phosphatesolubilizing rhizobial strains and arbuscular mycorrhizal fungi" *J. Plant Nutr*, 29, 1509-1522.

Zhao Y. Wang L. Pan Y. and Zhao L. (2005) "Dynamics of microbial community structure and cellulolytic activity in agricultural soil amended with two biofertilizers" *European Journal of Soil Biology*, 41, pp 21-29.

Zheng, Y. M. Ding Y. F. Wang Q. S. Li G. H. Wu H. Yuan Q. Wang H. Z. and Wang S. H. (2007) "Effect of nitrogen applied before transplanting on NUE in rice" *Agricultural Sciences in China*, 6, 7, pp 842-848.

Zhengi C. Mackenzie A. F. and Fanous M. A. (1992) "Soybean nodulation and grain yield as influenced by N-fertilizer rate, Plant population density and cultivar in southern Quebec" *Can. J. Plant Sci*, 72, 4, pp 1049-1056.

Zhu Y. G. and Miller M. (2003) "Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil-plant systems" *Trends Plant Sci*, 8, pp 407-409.

Zimdahl R. L. (1980) "Weed-Crop Competition-A Review" International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, USA, pp. 195.

Zimmera S. Messmer M. Haase T. Piepho H. P. Mindermann A. Schulz H. Habekub A. Ordon F. Wilbois K. P. and Heb J. (2016) "Effects of soybean variety and *Bradyrhizobium* strains on yield, protein content and biological nitrogen fixation under cool growing conditions in Germany" *European Journal of Agronomy*, 72, pp 38-46.

Abstract

In order to evaluate the effect of weed management and the separate and co-inoculation of Rhizobium and Mycorrhiza with the use of chemical fertilizer, on quantitative and qualitative characteristics of soybean (*Glycine max* L.) cultivar *Katoul*, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in a farm in Ali Abad Katoul during the years of 2015-16. Treatments were included 1- Weed management at two levels of weed free and weedy check, 2- inoculation of biological fertilizer at four levels of non-application (control), inoculation of seeds with *Bradyrhizobium japonicum*, inoculation of seeds with mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and co-inoculation with Mycorrhiza and Rhizobium and 3- utilization of nitrogen fertilizer (pure) from the source of urea fertilizer at three levels of zero (control), 25 and 50 kg / ha.

The results of this experiment showed that increasing the utilization of nitrogen fertilizer in both weed free and weedy check treatments, increased the maximum leaf area index, but this increase was higher during weed free. Also, the results of this experiment showed that increasing the utilization of nitrogen fertilizer, inoculation with biological fertilizers and controlling weeds increased the number of pods per plant, the weight of 100 seeds and the number of seeds per plant. The results showed that the number of pods per plant increased by 13% in the second year compared to the first year of the experiment. Based on the results of the mean

comparison of the first year of experiment, weed free and weedy check treatments, the number of pods in soybeans 49.41 and 38.97 pods per plant respectively, which had a significant difference compared to each other. In the second year, weed free treatments showed an increase of 27% in number of pods per plant than weedy check treatments. This result showed the high impact of weeds on the number of pods per plant, which is the most important yield components of soybean. The weight of 100 seeds of soybeans increased with increasing utilization of chemical fertilizers. so that the weight of 100 seeds of soybeans at 0, 25 and 50 kg/ha of application of fertilizer per hectare was 16.1, 17.2 and 18.2 gr respectively. The results of the mean comparison showed that in the second year of the experiment, biological yield was significantly higher than the first year. so that the biological yield in the first and second years was 8866.78 and 9544.88 kg/ha respectively. The results showed that chemical fertilizer treatment at 50 kg/ha had a 16% impact on biological yield of soybean compared to non-fertilizer treatment. The results of grain yield showed that at 0, 25 and 50 kg/ha nitrogen fertilizer yields were 3531.89, 3948.62 and 4160.80 kg /ha, respectively. The number of bacterial nodules in the second year of experiment (44.17 nodule per plant) was significantly higher than the first one (35.15 nodule per plant). In addition, the co-interaction of biological and chemical fertilizer showed that the highest dry weight of the nodules (13.38 mg) was associated with the co-inoculation of Mycorrhiza and Rhizobium, and the non-usage of chemical fertilizer, and the lowest dry weight of the nodules with 7.97 mg, respectively, related to non-usage treatments of biological fertilizers and consumption of 25 and 50 kg/ha chemical fertilizer. The study of weeds seed condition in the seed bank showed that the highest number of seeds observed in the seed bank belonged to *Echinochloa crusgali*, in both years of experiment.

Additionally, in the first year of experiment, in biological fertilizer treatments, the highest number of weed seeds (70.4) belonged to the co-inoculation treatment and the least amount with (41.2) was for inoculation with rhizobium. These results indicate that the effects of the treatments on the studied traits are significant. Evaluation of qualitative factors showed that treatments did not have a significant effect on seed oil percent, but affected seed protein percent. Based on the results of the mean comparison, co-effect of weed and chemical fertilizer interaction show that in both weed free and weedy check treatments protein percent increased with the use of chemical fertilizer compared to the control.

Key words: Soybean, Weeds, Rhizobium, Mycorrhiza and Chemical fertilizer



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

PhD Dissertation in Crop Ecology

**Evaluation of the effect of weed manegement and use of
chemical and biological fertilizers at notillage system on
quantitative and qualitative characteristics of Soybean
(*Glycine max* L.) cultivar *Katoul***

By: Bahram Parsa

Supervisor:

Dr Hamid Abbasdokht

Advisors:

Dr Ahmad Gholami

Dr Abolfazl Faraji

June 2018