بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده تولید گیاهی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه دکتری در رشته
زراعت

اثرات علف‌کش‌های خاک مصرف بر فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن توسط جدایه‌های *Bradyrhizobium japonicum* در سویا

پژوهش و نگارش:
ناصر باقرانی ترشیز

استاد راهنما:
دکتر سراله گالشی

اساتید مشاور:
دکتر ابراهیم زینلی
دکتر محمد حسین ارزانش

تابستان ۱۳۹۲

در سپیده دم ازل آن زمان که سازندگی کائنات آغاز می‌گردید و کتاب تکوین گشوده می‌شد نخستین کلمه‌ایی که با قلم تقدیر بر دیباچه قاموس هستی نقش بست واژه‌ی زیبای استاد بود و سر فصل این کتاب کهن به تعلیم و تربیت اختصاص یافت.

بدین وسیله بر خود لازم می‌دانم از اساتید ارجمندم که در دوران تحصیل، بزرگوارانه به من لطف نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر سراله گالشی و استادان مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر ابراهیم زینلی و دکتر محمد حسین ارزانش که در به ثمر رساندن این پژوهش از حمایت‌های بی‌دریغ و راهنمایی‌های مفید و ارزنده ایشان برخوردار بودم سپاسگزاری نمایم.

از اساتید گرامی جناب آقای دکتر جاوید قرخلو، جناب آقای دکتر حسین کاظمی و جناب آقای دکتر عباس بیابانی به خاطر قبول زحمت داوری پایان‌نامه اینجانب صمیمانه متشکرم.

از کلیه دوستان و همکارانم در بخش تحقیقات گیاه پزشکی که درطول اجرای این پژوهش از همکاری‌های صمیمانه ایشان برخوردار بودم، تشکر می‌کنم.

از دوستان عزیزم آقایان دکتر الیاس سلطانی، دکتر نبی اله خلیلی اقدم، دکتر ماهرخ شربتخوری و دکتر اسماعیل رضوی که همواره مدیون کمک بیدریغ آن‌ها بوده‌ام کمال تشکر را دارم.

سلامتی و پیروزی روزافزون همه این عزیزان را از ایزد منان خواهان و خواستارم.

ناصر باقرانی

تابستان ۱۳۹۲

تقدیم به

همسر فداکار و دختر مهربانم

که وجودشان تاج افتخاری است بر سرم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند.

چکیده

علف‌کش‌ها می‌توانند بر رابطه‌ی لگوم‌ها و باکتری همزیست آن‌ها اثر گذاشته و فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن را دستخوش تغییر نمایند. جهت بررسی این موضوع، آزمایش‌هایی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در شرایط کنترل شده انجام گردید تا نقش مقادیر مختلف علف‌کش‌های خاک‌مصرف سویا شامل تریفلورالین، متری‌بیوزین و ایمازتاپیر بر رشد جدایه‌های همزیست (در محیط YMB)، رشد بخش‌های مختلف گیاه میزبان، فعالیت‌های بیوشیمیایی مرتبط با تثبیت بیولوژیک نیتروژن، و اثرات متقابل آن‌ها بررسی شود. جدایه‌های B1، B6 و B43 باکتری *Bradyrhizobium japonicum* و غلظت‌های صفر، ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ٤، ۸ و ١٦ برابر مقدار توصیه شده‌ی علف‌کش‌های مذکور به عنوان فاکتورهای آزمایش در نظر گرفته شدند. روند تغییرات جمعیت هر جدایه در شرایط عاری از علف‌کش با استفاده از مدل سه پارامتری گومپرتز و داده‌های مربوط به جمعیت جدایه‌ها، رشد بخش‌های مختلف سویا و فعالیت نیتروژناز در غلظت‌های مختلف هر علف‌کش با استفاده از معادله‌ی چهار پارامتره‌ی لجستیک دز- پاسخ برازش داده شدند. نتایج نشان داد که جمعیت جدایه‌های B1 ، B6 و B43 به ترتیب در ١٠/٧٦، ١١/٥٥ و ١٢/٥١ ساعت دو برابر شد و باکتری‌ها طی مدت ٢٦/١٤، ٢٥/٧٢ و ٢٧/٢٠ ساعت به میانه‌ی دوره‌ی رشد نمایی خود رسیدند. استفاده از تابع چهار پارامتری لجستیک دز – پاسخ در این آزمایش نشان داد که علف‌کش‌های متری‌بیوزین، تریفلورالین و ایمازتاپیر به ترتیب بیش‌ترین تأثیر را روی جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* داشتند. مقدار علف‌کش مورد نیاز برای ۵۰ درصد کاهش جمعیت جدایه‌ها ٦ تا ۱۰ برابر دز توصیه شده‌ی آن‌ها برآورد گردید. عکس‌العمل سویا در همزیستی با جدایه‌ها در بیشتر موارد متفاوت نبود و به همین دلیل پاسخ جدایه‌ها به علف‌کش‌های مصرف شده نیز تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با مصرف ٥، ٤ و ٦ برابر مقدار توصیه شده‌ی علف کش‌های تریفلورالین، متری‌بیوزین و ایمازتاپیر، وزن اندام‌های هوایی، ریشه و گره‌های سویا به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. نتایج نشان داد که جهت کاهش ۵۰ درصد از فعالیت نیتروژناز و محتوای لگ‌هموگلوبین گره‌ها، باید ۲۰ درصد به مقادیر ذکر شده برای هر علف‌کش افزوده شود. در شرایط این آزمایش معلوم شد که علف‌کش‌ها از طریق تاثیر بر پارامترهای رشدی بیش از شاخص‌های بیوشیمیایی بر فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن موثر هستند. به علاوه، از تأثیر مستقیم علف‌کش‌ها بر باکتری همزیست سویا می‌توان چشم‌پوشی نمود زیرا اولاً جمعیت باقی مانده برای تولید گره کافی خواهد بود و ثانیاً در اثر کاربرد علف‌کش، تعداد گره‌ها کمتر از وزن آن‌ها تغییر می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: باکتری همزیست سویا، منحنی دز – پاسخ، منحنی رشد

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ---------- ۲

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- خصوصیات *Bradyrhizobium japonicum* ---------- ۸

۲-۲- فرآیند همزیستی باکتری و لگوم ---------- ۱۰

۲-۲-۱- ارسال علایم اولیه از ریشه‌ی میزبان ---------- ۱۰

۲-۲-۲- ساختار و عملکرد نُد- فاکتور ---------- ۱۱

۲-۲-۳- نفوذ باکتری در تارکشنده ---------- ۱۲

۲-۲-۴- تشکیل سمبیوزوم ---------- ۱۳

۲-۲-۵- تشکیل گره ---------- ۱۴

۲-۳- ساختار وعملکرد لگ‌هموگلوبین ---------- ۱۶

۲-۴- ساختار وعملکرد نیتروژناز ---------- ۱۹

۲-۵- علف‌کش‌ها و فرآیند تثبیت بیولوژیک نیتروژن ---------- ۲۲

۲-۵-۱- تأثیر علف‌کش‌ها بر رشد جدایه‌های *B. japonicum* ---------- ۲۲

۲-۵-۲- تأثیر علف‌کش‌ها بر رشد اندام‌های هوایی سویا ---------- ۲۶

۲-۵-۳- تأثیر علف‌کش‌ها بر رشد ریشه‌ی سویا ---------- ۲۹

۲-۵-۴- تأثیر علف‌کش‌ها بر تعداد و وزن گره‌های در ریشه‌ی سویا ---------- ۳۰

۲-۵-۵- تأثیر علف‌کش‌ها بر فعالیت نیتروژناز و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن ---------- ۳۳

۲-۵-۶- تأثیر علف‌کش‌ها بر تولید لگ‌هموگلوبین ---------- ۳۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- آزمایش کشت باکتری ---------- ۳۸

۳-۱-۱- تهیه‌ی جدایه های *Bradyrhizobium japonicum* ---------- ۳۸

۳-۱-۲- تهیه‌ی محیط های کشت *YMA* و *YMB* ---------- ۳۸

۳-۱-۳- آزمایش تعیین روند رشد جدایه‌ها ---------- ۳۹

۳-۱-۴- آماده سازی علف‌کش ---------- ۴۰

۳-۱-۵- آزمایش تعیین منحنی رشد جدایه‌ها در محیط کشت *YMB* حاوی علف‌کش ---------- ۴۱

۳-۲ - آزمایش اتاقک رشد ---------- ۴۳

۳-۲-۱- شرایط اتاقک رشد ---------- ۴۳

۳-۲-۲- ساخت جارلئونارد ---------- ۴۴

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۳-۲-۳- تهیه‌ی محلول غذایی فاقد نیتروژن ---------- ۴۵
۳-۲-۴- آماده سازی علف‌کش ---------- ۴۵
۳-۲-۵-کاشت بذور سویا ---------- ۴۶
۳-۲-۶- اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های هوایی و زیرزمینی سویا ---------- ۴۷
۳-۲-۷- اندازه‌گیری فعالیت نیتروژناز (سنجش احیای استیلن) ---------- ۴۸
۳-۲-۸- اندازه‌گیری نیتروژن اندام‌های هوایی ---------- ۵۰
۳-۲-۹- اندازه‌گیری لگ‌هموگلوبین ---------- ۵۱
۳-۲-۱۰- بررسی روابط همبستگی ساده بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده ---------- ۵۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱-آزمایش‌های کشت باکتری ---------- ۵۴
۴-۱-۱- منحنی رشد جدایه‌های *B. japonicum* ---------- ۵۴
۴-۱-۲- تأثیر تریفلورالین بر رشد جدایه‌های *B. japonicum* ---------- ۵۸
۴-۱-۳- تأثیر متری‌بیوزین بر رشد جدایه‌های *B. japonicum* ---------- ۶۱
۴-۱-۴- تأثیر ایمازتاپیر بر جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* ---------- ۶۳
۴-۲- آزمایش‌های اتاقک رشد ---------- ۶۵
۴-۲-۱- وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۶۵
۴-۲-۲- وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۲
۴-۲-۳- وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۷۸
۴-۲-۴- وزن خشک ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۳
۴-۲-۵- وزن خشک ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۸۸
۴-۲-۶- وزن خشک ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۹۳
۴-۲-۷- وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۹۸
۴-۲-۸- وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۴
۴-۲-۹- وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۰۹
۴-۲-۱۰- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۱۴
۴-۲-۱۱- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۱۷
۴-۲-۱۲- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۲۱
۴-۲-۱۳- مقدار نیتروژن اندام‌های هوایی سویا درمقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۲۴
۴-۲-۱۴- مقدار نیتروژن کل اندام‌های هوایی سویا درمقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۲۷
۴-۲-۱۵- مقدار نیتروژن کل اندام‌های هوایی سویا درمقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۲۹

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

۴-۲-۱۶- فعالیت آنزیم نیتروژناز درمقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۳۱
۴-۲-۱۷- فعالیت آنزیم نیتروژناز درمقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۳۷
۴-۲-۱۸- فعالیت آنزیم نیتروژناز درمقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۴۲
۴-۲-۱۹- تغییرات لگ‌هموگلوبین درمقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۴۷
۴-۲-۲۰- تغییرات لگ‌هموگلوبین درمقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۴۹
۴-۲-۲۱- تغییرات لگ‌هموگلوبین درمقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۵۱
۴-۲-۲۲- روابط همبستگی ساده‌ی صفات در علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۵۴
۴-۲-۲۳- روابط همبستگی ساده‌ی صفات در علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۵۶
۴-۲-۲۴- روابط همبستگی ساده‌ی صفات در علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۵۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری کلی ---------- ۱۶۱
۵-۲- پیشنهادها ---------- ۱۶۳

فصل ششم: فهرست منابع

۶-۱- منابع فارسی ---------- ۱۶۵
۶-۲- منابع خارجی ---------- ۱۶۶

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۴- ۱- روند تغییرات جمعیت جدایه‌های باکتری *B. japonicum* در طی زمان در محیط *YMB* بر مبنای جذب نوری آن‌ها در ۶۰۰ نانومتر ۵۶

شکل ۴-۲- روند تغییرات جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در زمان‌های مختلف در محیط کشت *YMB* ۵۷

شکل ۴-۳- روند تغییرات جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در غلظت‌های مختلف تریفلورالین ۶۰

شکل ۴-۴- روند تغییرات جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در غلظت‌های مختلف متری‌بیوزین ---------- ۶۲

شکل ۴-۵- تغییرات جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در غلظت‌های مختلف ایمازتاپیر ---------- ۶۴

شکل ۴-۶- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۶۹

شکل ۴-۷- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش تریفلورالین ---------- ۷۰

شکل ۴-۸- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۷۱

شکل ۴-۹- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۵

شکل ۴-۱۰- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۶

شکل ۴-۱۱- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۷

شکل ۴-۱۲- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۰

شکل ۴-۱۳- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۱

شکل ۴-۱۴- روند تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۲

شکل ۴-۱۵- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۵

شکل ۴-۱۶- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۶

شکل ۴-۱۷- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۷

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۴-۱۸- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۰

شکل ۴-۱۹- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۱

شکل ۴-۲۰- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۲

شکل ۴-۲۱- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۹۵

شکل ۴-۲۲- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۹۶

شکل ۴-۲۳- روند تغییرات وزن خشک ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۹۷

شکل ۴-۲۴- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۱

شکل ۴-۲۵- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۲

شکل ۴-۲۶- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۳

شکل ۴-۲۷- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۶

شکل ۴-۲۸- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۷

شکل ۴-۲۹- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۸

شکل ۴-۳۰- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۱۱

شکل ۴-۳۱- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۱۲

شکل ۴-۳۲- روند تغییرات وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۱۳

شکل ۴- ۳۳- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۱۶

شکل ۴- ۳۴- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۱۶

شکل ۴- ۳۵- تعداد گره‌های ریشه سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش تریفلورالین ---------- ۱۱۷

شکل ۴- ۳۶- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش متری بیوزین ---------- ۱۲۰

شکل ۴- ۳۷- تعداد گره‌های ریشه سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش متری بیوزین ---------- ۱۲۰

شکل ۴- ۳۸- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۲۱

شکل ۴- ۳۹- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۲۳

شکل ۴- ۴۰- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۲۳

شکل ۴- ۴۱- تعداد گره‌های ریشه‌ی سویا در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۲۴

شکل ۴-۴۲- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۳۴

شکل ۴-۴۳- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۳۵

شکل ۴-۴۴- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش تریفلورالین ---------- ۱۳۶

شکل ۴-۴۵- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش متری بیوزین ---------- ۱۳۹

شکل ۴-۴۶- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش متری بیوزین ---------- ۱۴۰

شکل ۴-۴۷- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۴۱

شکل ۴-۴۸- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش ایمازتاپیر ---------- ۱۴۴

فهرست اشکال

عنوان | صفحه

شکل ۴-۴۹- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف کش ایمازتاپیر ---------- ۱۴۵

شکل ۴-۵۰- روند تغییرات فعالیت آنزیم نیتروژناز در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۴۶

شکل ۴-۵۱- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۴۸

شکل ۴-۵۲- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۴۸

شکل ۴-۵۳- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۴۹

شکل ۴-۵۴- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر کمتر از حد کشنده‌ی علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۵۰

شکل ۴-۵۵- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر کمتر از حد کشنده‌ی علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۵۰

شکل ۴-۵۶- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر کمتر از حد کشنده‌ی علف کش متری‌بیوزین ---------- ۱۵۱

شکل ۴-۵۷- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *V5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۵۲

شکل ۴-۵۸- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R1* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۵۳

شکل ۴-۵۹- روند تغییرات لگ‌هموگلوبین نسبت به شاهد در مرحله‌ی رشدی *R5* تحت تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۱۵۳

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۳-۱- مواد مورد نیاز برای تهیه‌ی محیط‌های کشت مایع (*YMB*) و جامد (*YMA*) ---------- ۳۸
جدول ۳-۲- مقادیر مایه‌ی تلقیح، محلول پایه و محیط کشت *YMB* بر حسب میلی‌لیتر ---------- ۴۲
جدول۳-۳- مقادیر عناصر به کار رفته برای تغذیه‌ی سویا ---------- ۴۵
جدول ۴-۱- ضرایب معادله سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تغییرات جمعیت جدایه‌های باکتری *B. japonicum* در طی زمان بر مبنای جذب نوری آن‌ها در ۶۰۰ نانومتر ---------- ۵۶
جدول ۴-۲- ضرایب معادله‌ی خطی بین مقادیر جذب (*OD600*) به عنوان متغیر مستقل و جمعیت (*CFU*) جدایه‌های *B. japonicum* به عنوان متغیر وابسته ---------- ۵۷
جدول ۴-۳- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تغییرات جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در زمان‌های مختلف ---------- ۵۸
جدول ۴-۴- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در غلظت‌های مختلف تریفلورالین ---------- ۶۰
جدول ۴-۵- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف جمعیت جدایه‌های *B. japonicum* در غلظت‌های مختلف متری‌بیوزین ---------- ۶۲
جدول ۴- ۶- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۶۳
جدول ۴- ۷- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۶۴
جدول ۴- ۸- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۶۵
جدول ۴- ۹- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۵
جدول ۴- ۱۰- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۶
جدول ۴- ۱۱- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۷۷
جدول ۴- ۱۲- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۰
جدول ۴- ۱۳- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۱
جدول ۴- ۱۴- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک اندام‌های هوایی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۸۲

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۴- ۱۵- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۵

جدول ۴- ۱۶- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۶

جدول ۴- ۱۷- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۸۷

جدول ۴- ۱۸- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۰

جدول ۴- ۱۹- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۱

جدول ۴- ۲۰- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۹۲

جدول ۴- ۲۱- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف کش ایمازتاپیر ---------- ۹۵

جدول ۴- ۲۲- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر ---------- ۹۶

جدول ۴- ۲۳- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر وزن خشک ریشه‌ی سویا (گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف کش ایمازتاپیر ---------- ۹۷

جدول ۴- ۲۴- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۱

جدول ۴- ۲۵- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۲

جدول ۴- ۲۶- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین ---------- ۱۰۳

جدول ۴- ۲۷- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۶

جدول ۴- ۲۸- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ۱۰۷

جدول ۴- ۲۹- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین ---------- ۱۰۸

جدول ۴- ۳۰- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک ۱۱۱

فهرست جداول

عنوان | صفحه

گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر----------
جدول ۴- ۳۱- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک
گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر---------- ۱۱۲
جدول ۴- ۳۲- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر وزن خشک
گره‌های ریشه‌ی سویا (میلی‌گرم) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر---------- ۱۱۳
جدول ۴-۳۳- مقدار نیتروژن کل اندام‌های هوایی سویا (میلی‌گرم در گیاه) در مراحل *V5*، *R1* و *R5* تحت تأثیر جدایه‌های
B. japonicum در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین (کیلوگرم ماده‌ی مؤثره در هکتار)---------- ۱۲۶
جدول ۴-۳۴- مقدار نیتروژن کل اندام‌های هوایی سویا (میلی‌گرم در گیاه) در مراحل *V5*، *R1* و *R5* تحت تأثیر جدایه‌های
B. japonicum در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین(کیلوگرم ماده‌ی مؤثره در هکتار)---------- ۱۲۹
جدول ۴-۳۵- مقدار نیتروژن کل اندام‌های هوایی سویا (میلی‌گرم در گیاه) در مراحل *V5*، *R1* و *R5* تحت تأثیر جدایه‌های
B. japonicum در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر (کیلوگرم ماده‌ی مؤثره در هکتار)---------- ۱۳۱
جدول ۴- ۳۶- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین---------- ۱۳۴
جدول ۴- ۳۷- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین---------- ۱۳۵
جدول ۴- ۳۸- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین---------- ۱۳۶
جدول ۴- ۳۹- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین---------- ۱۳۹
جدول ۴-۴۰- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین---------- ۱۴۰
جدول ۴-۴۱- ضرایب معادله‌ی سه پارامتری گومپرتز برای توصیف تأثیر جدایه های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش متری‌بیوزین---------- ۱۴۱
جدول ۴- ۴۲- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *V5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر---------- ۱۴۴
جدول ۴- ۴۳- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R1* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر---------- ۱۴۵
جدول ۴- ۴۴- ضرایب معادله‌ی چهار پارامتری لجستیک برای توصیف تأثیر جدایه‌های *B. japonicum* بر تغییرات فعالیت
آنزیم نیتروژناز ($\mu mol.hr.^{-1}pl.^{-1}$) در مرحله‌ی رشدی *R5* در مقادیر مختلف علف‌کش ایمازتاپیر---------- ۱۴۶
جدول ۴-۴۵- ضرایب همبستگی میانگین شاخص‌های مربوط به رشد گیاه سویا، تثبیت بیولوژیک نیتروژن، فعالیت نیتروژناز و
لگ‌هموگلوبین در همزیستی با جدایه‌های *B. japonicum* تحت تاثیر تریفلورالین---------- ۱۵۶

فهرست جداول

عنوان | صفحه

جدول ۴-۴۶- ضرایب همبستگی میانگین شاخص‌های مربوط به رشد گیاه سویا، تثبیت بیولوژیک نیتروژن، فعالیت نیتروژناز و لگ‌هموگلوبین در همزیستی با جدایه‌های *B. japonicum* تحت تاثیر متری‌بیوزین ---------- ۱۵۷
جدول ۴-۴۷- ضرایب همبستگی میانگین شاخص‌های مربوط به رشد گیاه سویا، تثبیت بیولوژیک نیتروژن، فعالیت نیتروژناز و لگ‌هموگلوبین در همزیستی با جدایه‌های *B. japonicum* تحت تاثیر ایمازتاپیر ---------- ۱۵۹

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

سویا (*Glycine max* L. [Merrill]) مهم‌ترین دانه‌ی روغنی است که در ایران کشت می‌شود. در حال حاضر به طور متوسط از ۷٦ هزار هکتار سطح زیر کشت این محصول، ۱٦۲ هزار تن دانه‌ی سویا تولید می‌گردد. سهم استان گلستان حدود ۷۵ درصد از سطح زیر کشت و تولید سویای کشور است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). این تولید به مصرف خوراک دام و طیور، صنایع غذایی و تولید روغن خوراکی می‌رسد که همه جزء نیازهای راهبردی به حساب می‌آیند (آلیاری و همکاران، ۱۳۷۹). سویا با داشتن ۱۸ درصد روغن و ۳۸ درصد پروتئین نقش مهمی در تغذیه‌ی انسان و دام دارد (بُرد و کاهلون، ۲۰۱۱). وجود این میزان پروتئین مرهون توانایی گیاه در تثبیت نیتروژن است (کوئیو و چانگ، ۲۰۱۰). نیاز نیتروژنی سویا در طول دوره ی رشد از طریق همزیستی با باکتری *Bradyrhizobium japonicum* تأمین می‌گردد (هونگاریا و بوهلر، ۲۰۰۰). گونه‌های *Rhizobium* نه تنها از جنبه‌ی تثبیت بیولوژیک نیتروژن[1]، بلکه از جهت ایجاد تحمل نسبت به بیمارگرها[2] (هامراشمیت و اسمیت بکر، ۱۹۹۹؛ کاربان و همکاران، ۱۹۹۷) و تجزیه‌ی میکروبی برخی از آفت‌کش‌ها[3] (بوکوآرد و همکاران، ۱۹۹۷) اهمیت دارند. تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سویا می‌تواند ٦۵ تا ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار باشد که معادل ٤۰ تا ۷۰ درصد نیتروژن مورد نیاز گیاه است (کلوبک و همکاران، ۱۹۸۸). بر اساس برآورد فینک و همکاران (۱۹۹۹) جمعیت کره‌ی زمین به طور متوسط سالانه ۳۲ میلیون تن نیتروژن مصرف می‌نمایند که منابع گیاهی حدود ۸۰ درصد این نیاز را تأمین می‌نماید. خودکفایی نسبی سویا به نیتروژن، امکان زراعت این گیاه را با حداقل مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی فراهم ساخته است. بهره گیری از این ویژگی به عنوان یک اقدام عملی در راستای افزایش پایداری اکوسیستم‌های زراعی بسیار مهم است (زینلی و همکاران، ۱۳۸۸). پیپل و همکاران (۱۹۹۵) اظهار می‌دارند که تثبیت بیولوژیک می‌تواند به عنوان منبع نیتروژن تجدیدپذیر و مفید به جای نیتروژن معدنی، در چرخه‌ی این عنصر ایفای نقش نماید.

کارایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن به ظرفیت فتوسنتزی گیاه وابسته است و لذا توجه ویژه به راهکارهای افزایش این ظرفیت، ضروری می‌نماید (ردزپویچ و همکاران، ۲۰۰٤). علف‌های هرز از

1 Biological Nitrogen Fixation (BNF)
2 Pathogen
3 Pesticides

طریق رقابت با سویا، ظرفیت فتوسنتزی آن را کاهش می‌دهند و برای مهار آن‌ها از سموم علف کش به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. کاربرد علف‌کش‌ها در سامانه‌های کشاورزی می‌تواند بر میکروارگانیزم های خاک تأثیر گذاشته و ساختار اجتماع میکروبی را تغییر دهد (تراپ و همکاران، ۱۹۸٤). بورگز و همکاران (۱۹۹۰) عنوان می‌دارند که در انتخاب جدایه‌ی[1] *B. japonicum* برای مصارف تجاری باید علاوه بر خصوصیات مربوط به تولید گره و تثبیت نیتروژن، به تحمل آن به ترکیبات آفت‌کش نیز توجه نمود. گزارش‌های زیادی از اثرات کاهنده‌ی علف‌کش‌ها بر رشد، تولید گره و تثبیت بیولوژیک نیتروژن در گیاهان لگوم وجود دارد (بولیچ و همکاران، ۱۹۸۵؛ مالیک و تسفایی، ۱۹۸۵؛ ابرباخ و داگلاس، ۱۹۸۹؛ مارتنسون و نیلسون، ۱۹۸۹؛ کلارک و ماهانتی، ۱۹۹۱؛ مارتنسون، ۱۹۹۲؛ فلورس و باربا‌کانو، ۱۹۹۲؛ زابلوتوویج و ردی، ۲۰۰٤). مارتانی و همکاران (۲۰۱۰) معتقد هستند که کاربرد مستمر آفت کش‌ها در اراضی کشاورزی موجب تجمع پسماند آن‌ها و تهدید بقای *Rhizobium* در محیط می‌گردد. زاوزنیک و تومارو (۲۰۰۵) و گونزالز و همکاران (۱۹۹٦) نیز اظهار می‌دارند که وقتی یک لگوم در تناوب با سایر محصولات زراعی قرار می‌گیرد، باید اثرات جانبی علف‌کش‌های مصرفی روی بقای *Rhizobium* در ریزوسفر خاک در نظر گرفته شود.

نزدیک به ٤۰ درصد مزارع سویای کشور با استفاده از علف‌کش‌ها سم پاشی می‌شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲). علف‌کش‌های تریفلورالین[2]، متری بیوزین[3] و ایمازتاپیر[4] به صورت خاک مصرف برای مهار علف‌های هرز در مزارع سویا توصیه شده‌اند. این علف‌کش‌ها به ترتیب تقسیم سلولی، فتوسنتز و فعالیت آنزیم استوهیدروکسی اسید سنتاز[5] در گیاهان حساس را مختل می‌نمایند (شیخی گرجان و همکاران، ۱۳۹۱). برخی گزارش‌ها نشان می دهد که وجود نقطه‌ی اثر یکسان در لگوم و باکتری همزیست آن، خطر سمیت علف‌کش را برای باکتری افزایش می‌دهد و شدت بروز اثرات، بستگی به غلظت علف‌کش به کار رفته دارد (گونزالز و همکاران، ۱۹۹٦). در برخی از آزمایش‌ها، غلظت ۱ تا ۱۰ برابری علف‌کش موجب بروز اثرات سوء بر رشد *Rhizobium* گردید

[1] Isolate
[2] Trifluralin
[3] Metribuzin
[4] Imazethapyr
[5] Acetohydroxyacid synthase (AHAS)

(کلارک و ماهانتی، ۱۹۹۱؛ ابرباخ و داگلاس، ۱۹۸۹؛ مورمن، ۱۹۸٦) و در برخی موارد حتی غلظت ۵۰۰ برابری مقدار توصیه شده نیز تأثیری بر رشد باکتری نداشت (مارتنسن و نیلسون، ۱۹۸۹)

علف‌کش تریفلورالین یکی از سموم پر مصرف در سویا محسوب می‌شود. گائور (۱۹۸۰) یافته‌های سایر محققین را مورد اثر آفت کش‌ها بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن مرور نموده و نتیجه می‌گیرد که تریفلورالین علاوه بر تثبیت نیتروژن و تولید گره، می‌تواند بر *Rhizobium* نیز مؤثر باشد. محققین دیگر نیز اثر کاهنده‌ی تریفلورالین بر تولید گره در سویا را گزارش نموده‌اند (دونیگان و همکاران، ۱۹۷۲؛ بولیچ و همکاران، ۱۹۸۸). کوست و استروک مایر (۱۹۷۱) تخریب سلولی در اثر مصرف تریفلورالین را عامل مؤثر بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به گره‌های سویا می‌دانند.

متری بیوزین با اختلال در انتقال الکترون سیستم نوری II فتوسنتز[1] مانع احیای $NADP^+$[2] مورد نیاز برای تثبیت دی اکسید کربن می‌گردد. کاهش انتقال کربوهیدرات‌ها به ریشه به کارایی همزیستی گیاه صدمه می‌زند (خان و همکاران، ۲۰۰٦). علف‌کش‌های بازدارنده‌ی فتوسنتز نظیر متری‌بیوزین بر *Rhizobium* (هاینونن- تانسکی و همکاران، ۱۹۸۲)، گیاه (رنی و دوبتز، ۱۹۸٤) و همزیستی لگوم – باکتری (مالیک و تسفایی، ۱۹۸۵) تأثیر می‌گذارند.

ایمازتاپیر به عنوان جدیدترین علف‌کش مورد استفاده در سویا (شیخی گرجان و همکاران، ۱۳۹۱)، از طریق بازدارندگی فعالیت آنزیم استوهیدروکسی اسید سنتاز در گیاهان هدف، مانع تولید اسیدهای آمینه والین، لوسین و ایزولوسین[3] می‌گردد (شانر و همکاران، ۱۹۸٤). گیاهان متحمل به علف‌کش‌های سولفونیل اوره وایمیدازولینون قادر هستند به سرعت این علف‌کش‌ها را غیر فعال نمایند (استیدهام و شانر، ۱۹۹۰). علاوه بر این، چندین فعالیت بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دیگر نظیر تغییر در محتوای اسیدهای آمینه و پروتئین‌های محلول، توقف انتقال مواد فتوسنتزی، تجمع قندهای خنثی (شانر و رایدر، ۱۹۸٦) توقف میتوز و ساخت DNA (پیلمور و کاسلی، ۱۹۸۷) نیز به عنوان اثرات ثانویه توسط این علف‌کش گزارش شده است. ساویکا و سلوت (۱۹۹۸) در شرایط مزرعه، اثرات منفی مصرف ۹۰ گرم در هکتار ماده‌ی مؤثره[4] ایمازتاپیر را بر جمعیت باکتری‌های خاک گزارش نمودند.

[1] Photosystem II
[2] Nicotine Adenine Dinucleotide Phosphate
[3] Valine, leusine and isoleusine
[4] Active ingredient