



دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی
پایان نامه کارشناسی ارشد

**بررسی اثرات باقیمانده برخی از علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره
و آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌های مورد استفاده در گندم
در خاک بر رشد، گره‌زایی و تثبیت زیستی نیتروژن در ارقام نخود**

(*Cicer arietinum* L.)

رحیم بخش محمد نژاد

استاد راهنما

دکتر ابراهیم ایزدی دربندی

استادان مشاور

دکتر مهدی راستگو

دکتر امیر لکزیان

اسفند ۱۳۹۳

تعهد نامه

عنوان پایان نامه : بررسی اثرات باقیمانده برخی از علف کش های سولفونیل اوره و آریلوکسی فنوکسی پروپیونات های مورد استفاده در گندم در خاک بر رشد، گره زایی و تثبیت زیستی نیتروژن در ارقام نخود

اینجانب رحیم بخش محمد نژاد دوره کارشناسی ارشد رشته شناسایی و مبارزه با علف های هرز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر ابراهیم ایزدی دربندی متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بقایای برخی از علف‌کش‌های سولفونیل اوره و آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها بر رشد، گره زایی و تثبیت نیتروژن در نخود (*cicer arietinum* L.)، آزمایش گلدانی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل علف‌کش‌ها در چهار سطح (دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون)، باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک در هشت سطح (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد مقدار توصیه شده هر یک از علف‌کش‌ها) و ژنوتیپ‌های نخود در سه سطح (هاشم، ای ال سی ۴۸۲ و کاکا) بودند. پس از اختلاط علف‌کش‌ها با خاک، کشت انجام و گیاهان تا ابتدای مرحله زایشی نگهداری شدند. در ابتدای مرحله زایشی گیاهان، زیست توده اندام‌های هوایی، ریشه، گره، تعداد گره و مقدار نیتروژن کل گیاهان اندازه گیری شد. بر اساس نتایج حاصل، بقایای علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره و آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر منفی را بر روی صفات مذکور داشتند. با افزایش بقایای علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره تمام صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود به شدت کاهش یافت. اما علف‌کش‌های خانواده آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها کاهش معنی داری بر روی صفات مذکور از خود نشان ندادند. بر اساس شاخص ED_{۵۰} زیست توده اندام‌های هوایی، در علف‌کش سولفوسولفورون کمترین (۰/۰۰۲۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و بیشترین (۰/۰۰۴۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک) شاخص ED_{۵۰} به ترتیب در ژنوتیپ‌های هاشم و ای ال سی ۴۸۲ مشاهده شد و در علف‌کش مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون کمترین (۰/۰۰۵۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و بیشترین (۰/۰۰۸۳۷ میلی گرم در کیلوگرم خاک) شاخص ED_{۵۰} به ترتیب در ژنوتیپ‌های ای ال سی ۴۸۲ و کاکا مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک به طور معنی داری تعداد گره ریشه ژنوتیپ‌های نخود را کاهش داد. به طور متوسط بقایای علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون به ترتیب ۳۷/۵۵ و ۳۴/۲۲ درصد تعداد گره ریشه گیاهان را کاهش دادند و علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل و فنوکساپروپ پی اتیل نیز به ترتیب باعث کاهش (۵/۵۸) و افزایش (۷/۸۸) درصدی در تعداد گره ریشه ژنوتیپ‌های نخود شدند که این افزایش در علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل احتمالاً به دلیل ایمن سازی باشد که در فرمولاسیون این علف‌کش وجود دارد در بین ژنوتیپ‌های نخود نیز تفاوت معنی داری وجود داشت. ژنوتیپ هاشم بیشترین حساسیت را نسبت به علف‌کش‌های سولفونیل اوره داشت؛ و بیشترین اثر افزایشی علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل نیز مربوط به ژنوتیپ هاشم بود با توجه به این نتایج، می توان گفت ژنوتیپ هاشم نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها واکنش بیشتری نسبت به بقایای علف‌کش‌ها از خود نشان می دهد.

کلمات کلیدی : شاخص ED_{۵۰}، علف‌کش‌های آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها، علف‌کش‌های

سولفونیل اوره، ماندگاری علف‌کش

فهرست مطالب

عنوان مطلب	صفحه
۱- فصل اول	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲- فصل دوم	۵
۱-۲- نخود، اهمیت و تولید	۵
۲-۲- ماندگاری و زیست ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک	۶
۳-۲- زیست سنجی	۸
۴-۲- علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره و نحوه عمل آن‌ها	۱۰
۵-۲- علف‌کش‌های خانواده آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها و نحوه عمل آن‌ها	۱۶
۶-۲- مروری بر علف‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش	۱۸
۱-۶-۲- دیکلوفوپ - متیل	۱۸
۲-۶-۲- فنوکساپروپ - پی اتیل	۱۹
۳-۶-۲- سولفوسولفورون - متیل	۲۱
۴-۶-۲- سولفوسولفورون + مت‌سولفورون متیل	۲۲
۷-۲- نیتروژن و تثبیت آن	۲۲
۸-۲- عوامل مؤثر بر تثبیت نیتروژن	۲۴
۹-۲- تاثیر علف‌کش‌ها و بقایای آن‌ها در خاک، بر رشد بقولات و تثبیت نیتروژن	۲۶
۱۰-۲- تاثیر علف‌کش‌ها بر رشد گیاه میزبان	۲۶

۱۱-۲- تاثیر علف‌کش‌ها بر رشد و فعالیت رایزوبیوم.....	۲۸
۱۲-۲- تاثیر علف‌کش‌ها بر تشکیل سیگنال‌های بیوشیمیایی بین رایزوبیوم و گیاهان میزبان.....	۳۰
۱۳-۲- تاثیر علف‌کش‌ها بر تغییر شکل تارهای کشنده، فعالیت آنزیم نیتروژناز و گره زایی.....	۳۱
۱۴-۲- مطالعه بقایای علف‌کش‌ها در ایران.....	۳۳

۳- فصل سوم ۳۵

۱-۳- زمان و مکان اجرای آزمایش.....	۳۵
۲-۳- تهیه و آماده‌سازی خاک.....	۳۵
۳-۳- طرح آماری آزمایش.....	۳۶
۴-۳- آماده‌سازی و نحوه اختلاط علف‌کش‌ها با خاک.....	۳۷
۵-۳- مواد آزمایش و تلقیح بذور با باکتری.....	۳۹
۶-۳- کاشت نخود.....	۴۰
۷-۳- داشت، برداشت و اندازه‌گیری صفات مورد بررسی.....	۴۰
۱-۸-۳- تعیین نیتروژن گیاه.....	۴۱
۲-۸-۳- اندازه‌گیری نیتروژن خاک.....	۴۲
۹-۳- تجزیه و تحلیل آماری.....	۴۲

۴- فصل چهارم ۴۳

۱-۴- تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و متسولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک بر رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در نخود.....	۴۴
۲-۴- زیست‌توده اندام‌های هوایی نخود.....	۴۴

۳-۴- زیست توده کل ریشه (ریشه + گره) نخود ۵۲

۴-۴- تعداد گره‌های ریشه نخود ۶۱

۵-۴- زیست توده تر گره ریشه نخود ۶۵

۶-۴- مقدار نیتروژن کل گیاه نخود ۷۱

۵- فصل پنجم ۸۱

۱-۵- نتیجه گیری کلی ۸۱

۲-۵- پیشنهادات ۸۲

منابع ۸۳

پیوست.فهرست اسامی لاتین.....۹۴

پیوست ۱: میانگین مربعات (MS) مربوط به زیست توده اندام‌های هوایی، کل ریشه، زیست توده تر گره،

تعداد گره و مقدار نیتروژن کل گیاه در ژنوتیپ‌های نخود----- ۱۰۰

پیوست ۲: مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل ژنوتیپ و علف‌کش و باقیمانده علف‌کش در خاک بر

صفات ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل،

سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک.----- ۱۰۱

فهرست شکل ها

عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۲: مسیر سنتز اسیدهای آمینه لوسین، والین و ایزولوسین در گیاهان (زو و همکاران، ۲۰۰۷).	۱۱
شکل ۲-۲: ساختمان شیمیایی چهار گروه از علفکش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات سنتاز که شامل علفکش‌های خانواده ایمیدازولینون‌ها، تریازولوپریمیدین‌ها، سولفونیل آمینو کاربونیل تریازولینون‌ها و پریمیدینیل تیو (یا اکسی)- بنزوات‌هاست (زو و همکاران، ۲۰۰۷).	۱۲
شکل ۳-۲: ساختار شیمیایی علفکش دیکلوفوپ متیل ۱۹	۱۹
شکل ۴-۲: ساختار شیمیایی علفکش فنوکساپروپ - پی اتیل ۲۰	۲۰
شکل ۵-۲: ساختار شیمیایی علفکش سولفوسولفورون - متیل ۲۱	۲۱
شکل ۱-۴: پاسخ زیست‌توده اندام‌های هوایی (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش سولفوسولفورون در خاک ۵۰	۵۰
شکل ۲-۴: پاسخ زیست‌توده اندام‌های هوایی (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۵۱	۵۱
شکل ۳-۴: ساختار شیمیایی ماده افزودنی مفن پایر دی اتیل ۵۶	۵۶
شکل ۴-۴: پاسخ زیست‌توده کل ریشه (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش سولفوسولفورون در خاک ۵۹	۵۹
شکل ۵-۴: پاسخ زیست‌توده کل ریشه (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۶۰	۶۰
شکل ۶-۴: پاسخ زیست‌توده ترگره (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش سولفوسولفورون در خاک ۶۹	۶۹
شکل ۷-۴: پاسخ زیست‌توده ترگره (درصد نسبت به شاهد) ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علفکش مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۷۰	۷۰

فهرست جداول

عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علف کش دیکلوفوپ متیل	۱۹
جدول ۲-۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علف کش فنوکساپروپ - پی اتیل	۲۰
جدول ۳-۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علف کش سولفوسولفورون - متیل	۲۲
جدول ۱-۳: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش	۳۶
جدول ۱-۴: پارامترهای حاصل از برازش معادله سه و چهارپارامتره سیگموئیدی لجستیکی داده‌های زیست توده اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورن‌متیل+ سولفوسولفورون در خاک	۵۲
جدول ۲-۴: پارامترهای حاصل از برازش معادله سه پارامتره سیگموئیدی لجستیکی به داده‌های زیست توده کل ریشه ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورن‌متیل+ سولفوسولفورون در خاک	۵۸
جدول ۳-۴: پارامترهای حاصل از برازش معادله سه پارامتره سیگموئیدی لجستیکی به داده‌های زیست توده تر گره ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش‌های سولفوسولفورون و مت‌سولفورن‌متیل+ سولفوسولفورون در خاک	۶۹
جدول ۴-۴: مقایسات میانگین مربوط به اثرات ساده ژنوتیپ‌های نخود، بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود ، تحت تاثیر بقایای علف کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک	۷۶
جدول ۵-۴: مقایسات میانگین مربوط به اثرات ساده علف‌کش‌ها بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک	۷۶

جدول ۴-۶: مقایسات میانگین مربوط به اثرات ساده باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک، بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۷۷

جدول ۴-۷: مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل علف‌کش - ژنوتیپ بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۷۸

جدول ۴-۸: مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل ژنوتیپ - باقیمانده علف‌کش در خاک بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۷۹

جدول ۴-۹: مقایسات میانگین مربوط به اثرات متقابل علف‌کش و باقیمانده علف‌کش در خاک بر صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های نخود تحت تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل، سولفوسولفورون و مت‌سولفورون متیل+سولفوسولفورون در خاک ۸۰

فهرست علامت‌ها و اختصارها

علامت	معادل فارسی	معادل کامل انگلیسی
ALS	استولاکتات سینتاز	Acetolactat synthase
AHAS	استوهیدروکسی اسید سینتاز	Acetohydroxy acid synthase
EC	امولسیون شونده غلیظ	Emulsifiable Concentrate
ED50	مقدار علف‌کش لازم برای ۵۰ درصد کاهش رشد گیاه	Effective Hbicide Dose for %50 inhibition of plant growth
ED30	مقدار علف‌کش لازم برای ۳۰ درصد کاهش رشد گیاه	Effective Dose%30
EW	امولسیون روغن در آب	Emulsion oil in Water
Kow	ضریب توزیع اکتانول به آب	n-octanol: water partition coefficient
OM	ماده آلی	Organic Matter
WG	گرانول مرطوب شونده	Wettable Granule

۱ فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) سومین حبوبات مهم دنیا، با تولید جهانی ۹/۶ میلیون تن، سطح زیر کشت ۱۱/۳ میلیون هکتار و با عملکرد متوسط ۸۴۹ کیلوگرم در هکتار می باشد (فائو، ۲۰۱۱). در ایران نخود با دارا بودن ۶۵ درصد از کل سطح زیر کشت حبوبات، رتبه اول را از نظر سطح زیر کشت در بین حبوبات دارا است (موسوی، ۱۳۸۸). ویژگی‌هایی چون بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، اختلال در چرخه زندگی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و به‌خصوص توانایی تثبیت نیتروژن در نخود باعث شده است که این گیاه جایگاه ویژه‌ای را در تناوب گیاهان زراعی داشته و در تناوب با سایر گیاهان زراعی عمده‌ای از قبیل گندم قرار می‌گیرد (دریو و همکاران، ۲۰۰۶). این مسئله هرچند در بهبود عملکرد گیاهان زراعی تناوبی پس از آن مفید و مؤثر است، اما محدودیت‌هایی نیز برای کشت نخود به دنبال دارد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). در چند دهه اخیر، از مهم‌ترین نگرانی‌های بشر عدم وجود تناسب در روند افزایش خطی تولید مواد غذایی با روند افزایش هندسی جمعیت دنیا (بحران مالتوس) بوده است. این امر باعث می‌شود که جوامع علمی تلاش و توجه بیشتری را به افزایش تولید محصولات زراعی بنماید (باغستانی و همکاران، ۲۰۰۸). افزایش سطح زیرکشت با محدودیت‌هایی مواجه بوده و در دراز مدت به تنهایی پاسخگوی نیاز غذایی جوامع بشری نیست.

از این رو، بالا بردن تولید در واحد سطح منطقی ترین و عملی ترین تلاشی است که در جهت افزایش تولیدات کشاورزی می توان انجام داد. افزایش عملکرد گیاهان زراعی در واحد سطح منوط به استفاده بهینه از نهاده هایی همچون زمین، میزان و کیفیت بذر، آب آبیاری، کود و آفت کش ها است (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۸۴). در حال حاضر بیش از ۸۰۰ ماده ی موثره آفت کش در جهان مورد استفاده قرار می گیرد که تقریباً ۹۸ درصد مصرف آفت کش ها متعلق به ۳۵۰ ماده موثره است که در کشاورزی بیشترین مقدار را دارند (پادووانی و همکاران، ۲۰۰۴). علف کش ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی بالایی که دارند نقش محوری در مدیریت علف های هرز ایفا می کنند و امروزه به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. به رغم مشکلات زیست محیطی علف کش ها، این ترکیبات هنوز هم از اجزای مهم در مدیریت تلفیقی علف های هرز به حساب می آیند به طوری که در طی ۲۰ سال اخیر همواره سهم فروش جهانی علف کش ها از کل سموم آفت کش فروخته شده در دنیا بیشتر بوده است (زند و همکاران، ۱۳۸۷). با این وجود، امروزه علف کش ها به یکی از مهم ترین نهاده های ضروری در سیستم های کشت پیشرفته تبدیل شده اند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۸۸). به طوری که بخشی از تولید ناخالص ملی هر کشوری به شدت به مصرف علف کش ها و به تبع آن افزایش تولید محصولات زراعی وابسته است (کدسک، ۲۰۰۸). با وجود تمام مزیت هایی که کاربرد علف کش ها دارند اما آلودگی های زیست محیطی و تاثیر سوء این مواد بر موجودات زنده (زیمدال، ۲۰۱۰)، تجمع سموم در زنجیره غذایی، مقاوم شدن آفات (هال و همکاران، ۱۹۹۳) و اختلال در فرایندهای طبیعی بوم نظام ها (سینگ و رایت، ۱۹۹۹) از جمله تبعات کاربرد این مواد شیمیایی کشاورزی به شمار می رود.

یکی دیگر از مشکلات علف کش ها که در دهه های اخیر مشاهده شده است، وجود بقایای علف کش ها در خاک می باشد که روی محصولات بعدی تاثیر منفی می گذارند. هر چند بسیاری از علف کش ها در همان فصل رشد کشتی که در آن به کار رفته اند تجزیه می شوند، اما در برخی موارد ماندگاری علف کش ها در خاک به درازا می کشد و ممکن است به گیاه زراعی بعدی آسیب وارد آورد (ساندرلند و همکاران، ۱۹۹۱). از این رو

باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک از مهم‌ترین آلودگی‌های محیطی است، که ضمن آلودگی و ناپایداری بوم نظام خاک، از دیدگاه زراعی و کشاورزی نیز می‌تواند مورد توجه باشد. این پدیده هر چند در کنترل دراز مدت علف‌های هرزی که بصورت دوره‌ای سبز می‌شوند، مفید است، اما باقیمانده طولانی مدت آنها به ویژه در علف‌کش‌هایی که دارای فعالیت زیستی بالایی در خاک هستند، کشت محصولات زراعی بعد را با مشکل مواجه کرده و خسارت به آنها را به دنبال خواهد داشت (راشد محصل و موسوی، ۱۳۸۷).

نخود از مهم‌ترین محصولات زراعی است که در کشور در تناوب با سایر محصولات از قبیل گندم قرار می‌گیرد و از آنجا که، همزیستی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن با آن، از مهم‌ترین فرایندهای طبیعی است که می‌تواند نقش مهمی در بقاء، ثبات و توالی بسیاری از اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی داشته باشد. و از طرفی تحت تاثیر کاربرد نهاده‌های کشاورزی به ویژه علف‌کش‌ها قرار می‌گیرد (سینگ و رایت، ۱۹۹۹). لذا مطالعه تاثیر باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک، بر رشد نخود و نیز فرایند تثبیت زیستی نیتروژن مهم می‌باشد. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر باقیمانده علف‌کش‌های سولفونیل اوره (سولفوسولفورون و متسولفورون متیل+سولفوسولفورون) و آریلوکسی فنوکسی پروپیونات‌ها (دیکلوفوپ متیل، فنوکساپروپ پی اتیل) که از پرمصرف‌ترین علف‌کش‌های مورد استفاده در مزارع گندم کشور می‌باشند بر رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن در ژنو تیپ‌های نخود با فرضیات و اهداف زیر انجام شد.

فرضیات :

- ۱- ارقام مختلف نخود از نظر توانایی گره‌زایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن با هم اختلاف دارند.
- ۲- باقیمانده علف‌کش‌های دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)، فنوکساپروپ- پی- اتیل (پوماسوپر)، سولفوسولفورون (آپروس)، متسولفورون متیل+ سولفوسولفورون (توتال)، منجر به کاهش رشد و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در نخود می‌شوند.

- ۳- تحمل ارقام مختلف نخود نسبت به بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)، فنوکساپروپ پی- اتیل (پوماسوپر)، سولفوسولفورون (آپیروس)، متسولفورون متیل+سولفوسولفورون (توتال)، در خاک متفاوت است.
- ۴- رشد و فعالیت باکتری *Mesorhizobium ciceri* تحت تاثیر حضور علف‌کش‌های دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)، فنوکساپروپ- پی اتیل (پوماسوپر)، سولفوسولفورون (آپیروس)، متسولفورون متیل+سولفوسولفورون (توتال)، در خاک قرار می‌گیرند.

اهداف :

- ۱- بررسی توان تثبیت بیولوژیک نیتروژن در ارقام مختلف نخود.
- ۲- ارزیابی تاثیر بقایای علف‌کش‌های دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)، فنوکساپروپ-پی-اتیل (پوماسوپر)، سولفوسولفورون (آپیروس)، متسولفورون متیل+ سولفوسولفورون (توتال) در خاک بر ویژگی‌های رشدی و تثبیت بیولوژیک نیتروژن در ارقام نخود.
- ۳- ارزیابی تحمل ارقام مختلف نخود به باقیمانده علف‌کش‌های دیکلوفوپ- متیل (ایلوکسان)، فنوکساپروپ پی اتیل (پوماسوپر)، سولفوسولفورون (آپیروس)، متسولفورون متیل+سولفوسولفورون (توتال) در خاک.

۲ فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ نخود، اهمیت و تولید

حبوبات یکی از منابع گیاهی سرشار از پروتئین و دومین منبع غذایی انسان به شمار می‌رود و همراه با غلات نقش بسیار موثری در تغذیه انسان دارد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). در بین حبوبات، نخود با نام علمی (*Cicer aritinum* L.) به عنوان مهم‌ترین گیاه لگوم از خانواده *Fabaceae* است که در سرتاسر جهان از لحاظ تغذیه‌ای حائز اهمیت می‌باشد (جوکانتی و همکاران، ۲۰۱۲). در ایران نخود با سطح زیر کشت ۵۹۵ هزار هکتار، تولید ۳۳۸ هزار تن و میانگین عملکرد ۵۵۵ کیلوگرم در هکتار، در بین حبوبات مقام اول را دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۸). این گیاه بعد از لوبیا و نخودفرنگی، رتبه سوم را در میان حبوبات به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۱۱). ایران نیز، با سطح کشت، عملکرد و تولید به ترتیب ۵۶۵ هزار هکتار، ۵۵۷/۵ کیلوگرم در هکتار و ۳۱۵ هزار تن چهارمین کشور تولیدکننده این محصول در جهان به شمار می‌رود (فائو، ۲۰۱۳). منبع غذایی و خواص دارویی و تغذیه‌ای فراوان این گیاه باعث شده است که به عنوان یکی از حبوبات مهم مطرح باشد (جوکانتی و همکاران، ۲۰۱۲). علاوه بر آن، نخود نیز به مانند دیگر حبوبات، با قرارگیری در تناوب با غلات و دیگر محصولات، به عنوان برهم زننده چرخه بیماری‌ها، آفات و افزایش‌دهنده نیتروژن خاک مطرح است (شبکه جهانی اطلاعات کشاورزی، ۲۰۱۳).

نخود آب و هوای خنک را ترجیح می‌دهد و بهترین عملکرد را در دمای روزانه ۲۱ تا ۲۶ و شبانه ۱۷ تا

۲۱ درجه سانتی‌گراد دارد. خاک‌های شنی یا لومی سیلتي که به خوبی زهکشی شده باشند برای رشد این گیاه مناسب و قادر به تحمل خاک‌های مرطوب نیست (کورپ و همکاران، ۲۰۰۴). نخود حساسیت زیادی به شوری خاک دارد. شوری اثرات نامطلوبی را بر زیست‌توده تولیدی و جذب فسفر، روی و آهن دارد (سینگ و دیو اکار، ۱۹۹۵). از سوی دیگر گزارش شده است که نخود به مقدار باقیمانده علف‌کش‌های مصرف شده از زراعت قبلی (غلات) حساسیت زیادی نشان داده و بقایای علف‌کش‌ها، بر روی زیست‌توده اندام‌های هوایی، گره‌زایی و مقدار نیتروژن تثبیت شده این گیاه اثر منفی دارد (راجرز و بالدوک، ۲۰۰۳). خصوصياتی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی، سبب شده است که این گیاه نقش مهمی را در ثبات تولید نظام‌های زراعی در کشاورزی پایدار ایفا نماید (پزشکپور و خادمی، ۱۳۸۳).

۲-۲ ماندگاری و زیست ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک

بطور کلی مدت زمانی که علف‌کش در خاک باقی می‌ماند و بقایای آنها با استفاده از روش‌های آنالیز دستگاهی یا زیست‌سنجی، قابل تشخیص باشد را ماندگاری علف‌کش در خاک می‌گویند (هاگر و نوردبی، ۲۰۰۷). از آنجایی که ماندگاری یک علف‌کش می‌تواند کارایی و انتقال علف‌کش در محیط خاک را تحت تأثیر قرار دهد، طبیعتاً قادر خواهد بود که به گیاهان زراعی کشت شده در تناوب آسیب وارد نماید؛ لذا ماندگاری یک عامل بسیار مهم در زمینه کاربرد علف‌کش‌ها در مدیریت شیمیایی علف‌های هرز است (لوکس و ریز، ۱۹۹۳). ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک در ارتباط مستقیم با سرعت تجزیه علف‌کش و در دسترس قرار گرفتن آن برای جذب توسط گیاه است (کالکوهان، ۲۰۰۶). از این‌رو هر عاملی که تجزیه یا از بین رفتن علف‌کش را تحت تأثیر قرار دهد بر ماندگاری آن نیز مؤثر خواهد بود. صرف‌نظر از روش کاربرد علف‌کش‌ها، خاک مخزن اصلی نگهداری آنها در محیط است. علف‌کش‌ها به محض ورود به خاک تحت تأثیر فرایندهای فیزیکی (آبشویی، رواناب، تبخیر، جذب توسط گیاه و اجزای خاک) و فرایندهای بیوشیمیایی (تجزیه

شیمیایی، زیستی، نوری) قرار گرفته و به تدریج ناپدید می‌شوند (تنگ و همکاران، ۲۰۰۰). سهم نسبی هریک از فرایندهای مذکور، تعیین‌کننده بقای علف‌کش‌ها در خاک است. از این‌رو، ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک از فرایندهای اصلی تعیین‌کننده سرنوشت آنها در محیط‌های خاک و آب است که به توانایی خاک در نگهداری علف‌کش و ممانعت از حرکت آن به خارج از سیستم خاک گفته می‌شود.

معمول‌ترین روش برای مطالعه پایداری علف‌کش‌ها در خاک، استفاده از نیمه عمر آنها است که بیانگر مدت زمانی است که یک علف‌کش به ۵۰ درصد غلظت اولیه‌اش برسد (هلینگ، ۲۰۰۵).

طبقه‌بندی جهانی پذیرفته شده‌ای برای ماندگاری محیطی علف‌کش‌ها وجود ندارد. با این حال، روبرت (۱۹۹۶) از شاخص نیمه‌عمر علف‌کش‌ها در خاک برای طبقه‌بندی آنها در خاک استفاده کرد و بر این اساس علف‌کش‌ها به ۴ گروه تقسیم می‌شوند.

۱- علف‌کش‌های ناپایدار: به علف‌کش‌هایی اطلاق می‌شود که نیمه‌عمر کمتر از ۵ روز داشته باشند.

۲- علف‌کش‌های کمی پایدار: علف‌کش‌هایی هستند که نیمه‌عمر آنها در خاک بین ۵ تا ۲۱ روز است.

۳- علف‌کش‌های با پایداری متوسط: علف‌کش‌هایی که نیمه‌عمر آنها بین ۲۱ تا ۶۰ روز است.

۴- علف‌های با پایداری بالا: علف‌کش‌هایی هستند که نیمه‌عمر بیشتر از ۶۰ روز دارند.

در تعریف دیگر، از پایداری به مدت زمان حضور علف‌کش یا متابولیت‌های آن در محیط اطلاق شده است که با استفاده از روش‌های آنالیتیکی یا زیست‌سنجی قابل تشخیص باشند (هلینگ، ۱۹۹۷). ونسیل (۲۰۰۲) به پایداری علف‌کش مفهوم بیولوژیکی داده و آن را به خسارت‌های حاصل از بقایای علف‌کش بر محصولات موجود در تناوب و یا سبزینه‌های غیر زراعی اطلاق کرده است. بر مبنای این تعریف کاربردی که به آن زیست‌ماندگاری نیز می‌گویند، تاثیر علف‌کش‌ها بسته به نوع آنها و حساسیت گیاهان متفاوت است

(ونسیل، ۲۰۰۲). با توجه به مورد مذکور پایداری علف‌کش‌ها در خاک، پدیده‌ای فیزیکی، شیمیایی است که متاثر از روند تجزیه علف‌کش‌ها در محیط است.

در این ارتباط و با توجه به ماندگاری و زیست ماندگاری نسبتاً بالای علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره، مصرف کم این گروه از علف‌کش‌ها تضمینی برای ایمنی کاربرد آنها نیست. بطوریکه در برخی گزارش‌های موجود، حتی مقادیر کمتر از یک درصد مقدار مصرف اولیه آنها باعث خسارت به گیاهان حساس شده است (بیر و همکاران، ۱۹۸۷). منصوری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که باقیمانده علف‌کش‌های مت‌سولفورن متیل+سولفوسولفورن و کلروسولفورن باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک در گیاه آفتابگردان و پنبه شده است. سلیمان‌پور (۱۳۹۲) نیز گزارش کرده است که باقیمانده علف‌کش‌های نیکوسولفورن و فورام سولفورن باعث کاهش زیست توده اندام‌های هوایی، تعداد گره و نیتروژن کل گیاه نخود شده است.

۳-۲ زیست‌سنجی

استفاده از روش‌های زیست‌سنجی در پژوهش‌های علوم علف‌هرز متداول است (کینزویچ و همکاران، ۲۰۰۹؛ استریبیگ، ۱۹۸۸). مراد از زیست‌سنجی در پژوهش‌های مربوط به علف‌کش‌ها، اندازه‌گیری پاسخ زیستی موجود زنده‌ای برای تعیین وجود یا غلظت ماده شیمیایی است. زیست‌سنجی برای تعیین وجود علف‌کش‌ها در خاک، معمولاً با استفاده از گونه‌های گیاهی حساس به علف‌کش انجام می‌شود. برای مثال، زیست‌سنجی خاک مستلزم کاشت گونه گیاهی محک در خاک تیمار شده با علف‌کش و پس از آن مقایسه پاسخ آنها با گیاهان شاهد کاشته شده در خاک تیمار نشده یا در خاک حاوی غلظت معینی از علف‌کش است (کینزویچ و همکاران، ۲۰۰۹). زیست‌سنجی خاک معمولاً مشتمل بر روش کمی برای تعیین مقدار علف‌کشی خاص در نمونه خاک است (ویتچ و همکاران، ۲۰۱۲؛ لای و سانتلمن، ۱۹۸۶). زیست‌سنجی برای مطالعه فعالیت ماندگاری و حرکت علف‌کش‌ها در خاک، تاثیر ویژگی‌های مختلف خاک و شرایط محیطی روی گیاه سوزی، جذب سطحی، حرکت و تجزیه علف‌کش‌ها در گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (سانتلمن، ۱۹۷۷؛

بیلر و همکاران، ۲۰۰۹). از طرفی معمولاً برای اندازه گیری کمی بقایای فعال زیستی علفکش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (بیلر و همکاران، ۲۰۰۹).

چندین روش زیست سنجی برای تشخیص علفکش‌های مختلف در خاک و آب ارائه شده است. استفاده از این روش‌های زیست سنجی سه مزیت اصلی دارد: اول حساسیت بالا برای علفکش‌هایی است که در مقادیر کم به کار می‌روند، نظیر سولفونیل اوره‌ها (بیر و همکاران، ۱۹۹۸؛ هولوی و همکاران، ۱۹۹۹). دوم اینکه، برخی روش‌های تجزیه جدید برای اندازه گیری این قبیل علفکش‌ها ارائه شده است که بسیار تخصصی، حساس و پرهزینه هستند، و به طور گسترده‌ای در دسترس نیست (مثل روش آنالیز دستگاهی)، در حالی که روش‌های زیست سنجی به سهولت در دسترس و کم هزینه هستند. در نهایت در آزمایش‌های زیست سنجی قسمتی از کل باقیمانده علفکش در خاک که برای جذب گیاهی در دسترس است، اندازه‌گیری می‌شود و این همان چیزی است که در ارزیابی خطر آسیب دیدگی گیاهان زراعی بعدی به کار می‌آید (رشید و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین زیست سنجی روشی است که در پیش بینی صدمه به گیاه در اثر بقایای علفکش می‌تواند کمک زیادی کند. این روش، آزمونی است که زیاد هزینه بر نیست و می‌تواند با یک مجموعه تجهیزات ساده انجام شود. روش زیست سنجی مقدار دقیق بقایای علفکش موجود در خاک را اندازه گیری نمی‌کند اما با توجه به آسیب و صدمه به گیاهان حساس، وجود بقایا را ثابت می‌کنند. در روش زیست سنجی دو راه برای این بررسی وجود دارد که یکی زیست سنجی مزرعه‌ای و دیگری زیست سنجی گلخانه‌ای (سر پوشیده) است (هاگر و رفزل، ۲۰۰۸).

۴-۲ علفکش‌های خانواده سولفونیل اوره و نحوه عمل آن‌ها

علفکش‌های سولفونیل اوره طی پژوهش‌هایی بر روی واکنش ایزوسیانات‌های آریل سولفونیل با آریل آمین‌ها و آمین‌های خطی توسط دکتر لویت در نیمه دهه ۱۹۷۰ کشف و برای اولین بار در سال ۱۹۸۲

معرفی شدند (براون و همکاران، ۱۹۹۸؛ پاولی، ۲۰۰۳). سولفونیل‌اوره‌ها یکی از بزرگ‌ترین خانواده‌های علف‌کشی با بیش از ۳۱ ماده مؤثره مختلف هستند. شرکت DuPont اولین سولفونیل‌اوره قابل‌دسترس تجاری را در سال ۱۹۸۲ در آمریکا به نام سولفومتورون متیل ثبت کرده است. تاکنون ۸ شرکت، علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره را ثبت کرده‌اند که این شرکت‌ها عبارت‌اند از: DuPont-ISK- BASF-Bayer CropScience-Monsanto-Nissan-Synyenta-Takeda از مصرف این خانواده از علف‌کش‌ها را نیز دنبال می‌کنند. (براون، ۱۹۹۰).

کلمه سولفونیل‌اوره به دلیل محل اتصال قسمتی از مولکول که از قسمت سولفونیل به یک گروه اوره وصل شده است به این نام اطلاق می‌شود. این علف‌کش‌ها علاوه بر نحوه عمل ویژه آنها، از بازدارندگان مؤثر در تقسیم سلولی نیز هستند. این علف‌کش‌ها بازدارنده استولاکتات سنتاز^۱ (ALS) هستند. استولاکتات سنتاز که یک آنزیم کلیدی و مهم در جریان سنتز ساختار زنجیره‌ای شاخه‌دار اسیدهای آمینه در گیاهان بوده و در مسیر سنتز اسیدهای آمینه لو سین^۲، ایزولوسین^۳ و والین^۴ حائز اهمیت است (براون و همکاران، ۱۹۹۸؛ بلیر و مارتین، ۱۹۸۸).

^۱ Acetolactate synthase

^۲ Leucine

^۳ Isoleucine

^۴ Valine