نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۱۲۶-۱۱۷ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 117-126

بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.)

ابراهیم ایزدی[1*] و زهرا سلیمانپور[2]

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، و پژوهشکدهٔ علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود، آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل ژنوتیپ‌های نخود در ۴ سطح (هاشم، آی ال سی، کاکا، کرمانشاهی) و غلظت‌های علف‌کش تریفلورالین در خاک در ۷ سطح (۰، ۴/۶، ۹/۲، ۱۸، ۲۷/۶، ۳۶/۸، ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بودند. یک هفته پس از ظهور گیاهان، درصد سبز شدن آنها تعیین و در ابتدای مرحله گلدهی، درصد بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، زیست‌توده اندام هوایی، ریشه، تعداد و وزن تر گره آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که همه صفات اندازه‌گیری شده گیاهان مورد مطالعه تحت تأثیر معنی‌دار بقایای تریفلورالین در خاک قرار گرفت. با افزایش غلظت تریفلورالین در خاک صفات مذکور در تمام ژنوتیپ‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در کمترین غلظت تریفلورالین در خاک، تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه به‌ترتیب ۴۸/۶۴ و ۳۹/۸ درصد بود. در بیشترین غلظت تریفلورالین در خاک، نیز زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه گیاهان به‌ترتیب ۹۷/۹۶ و ۹۶/۳۹ درصد کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های نخود، بیشترین (۷۴/۹۳ و ۷۱/۵۱ درصد) تلفات زیست‌توده ساقه و ریشه در ژنوتیپ کاکا و کمترین تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی (۶۴/۸۲ درصد) و ریشه (۵۵/۹۶ درصد) نیز به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی و هاشم مشاهده شدند. براساس شاخص ED_{50}، ژنوتیپ آی ال سی (۳/۲۳ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و کرمانشاهی (۸/۲۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک) به‌ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های نخود به بقایای تریفلورالین در خاک بودند. باتوجه به نتایج حاصل و براساس شاخص ED_{50} اندام‌های هوایی، ژنوتیپ‌های نخود از نظر تحمل به بقایای تریفلورالین به‌صورت کرمانشاهی > هاشم > کاکا > آی ال سی طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: دی نیتروآنلین‌ها، گره‌زایی، ماندگاری علف‌کش‌ها، نخود

مقدمه

کاربرد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز در بوم نظام‌های کشاورزی نوین، به‌دلیل صرفه اقتصادی و سرعت عمل آنها از مهمترین روش‌های کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد. با وجود تمام مزیت‌های ناشی از کاربرد این آفت‌کش‌ها، مقاومت علف‌های هرز به آنها، تهدید سلامت انسان، آلودگی محیط‌های طبیعی و آب‌های زیرزمینی، برهم خوردن تنوع زیستی از مهمترین مشکلات ناشی از کاربرد آنها می‌باشد (Zand *et al.*, 2008; Mosavi, 2008). در این ارتباط، باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک و بروز اثرات سوء آن بر محصولات بعدی، از مشکلات دیگر مصرف علف‌کش‌ها است. این مسئله به‌خصوص در کشور ما حائز اهمیت است. زیرا شرایط خاک‌های ایران از جمله خشکی، کمی مواد آلی، سردی زمستان و جمعیت اندک میکروارگانیسم‌های خاک به‌گونه‌ای است که علف‌کش‌ها در آن دوام زیادی خواهند داشت (Mosavi, 2008). در این میان، علف‌کش‌های گروه دی نیتروآنلین‌ها از مهمترین علف‌کش‌هایی هستند که در ایران به‌طور وسیعی برای کنترل علف‌های هرز باریک و پهن‌برگ در محصولات زراعی مختلفی از جمله سویا، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و غیره به‌کار می‌روند (Zand *et al.*, 2008). این گروه از علف‌کش‌ها خاک مصرف بوده و از بازدارندگان قوی تقسیم سلولی هستند که در فرآیند تقسیم سلولی با ممانعت از تشکیل میکروتوبول‌ها در مرحله پروفاز

* **نویسنده مسئول:** دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۵۳۲۱۶۲۳۷؛ eizadi2000@yahoo.com

تقسیم میتوز، در مناطق مریستمی مانع از تقسیم سلولی می‌شوند (Mosavi, 2008). علی‌رغم کارایی بالای این گروه از علف‌کش‌ها در کنترل طیف وسیعی از علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ، ماندگاری و نیمه عمر نسبتاً بالای آنها در خاک از مهمترین مشکلاتی است که می‌تواند ضمن تأثیر سوء بر پایداری اکوسیستم خاک، تناوب زراعی را نیز محدود کرده و در محصولاتی از قبیل نخود که از مهمترین اجزای تناوب به‌شمار می‌روند با تأثیر بر روابط همزیستی باکتری-لگوم مانع از گره‌زایی و تثبیت زیستی نیتروژن شوند (Zand *et al.*, 2008). در بین این گروه از علف‌کش‌ها تریفلورالین از مهمترین و پرکاربردترین علف‌کش‌ها در کشور به‌شمار می‌رود (Zand *et al.*, 2008). که براساس گزارش‌های موجود از ماندگاری نسبتاً بالایی در خاک برخوردار است و این امکان وجود دارد که در محصولات تناوبی با تأثیر بر رشد آنها منجر به محدودیت تناوب شود به‌طوری‌که گزارش‌های موجود دال بر این واقعیت هستند. در این ارتباط Gerwing & McKercher (1992) باقیمانده تریفلورالین در خاک را یک سال بعد از کاربرد آن تعیین کردند. در مطالعه دیگر که توسط Corbin *et al*, (1994) انجام شد باقیمانده اندکی از تریفلورالین (۰/۰۰۶ تا ۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) را ۳۰ ماه پس از کاربرد آن در خاک مشاهده کردند.

در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از کربن نشاندار، پس از ۳۵۰ روز از کاربرد علف‌کش تریفلورالین در خاک‌های مناطق مختلف، نشان داده شد که بقایای علف‌کش تریفلورالین در این خاک‌ها از ۱۸ تا ۴۱ درصد کل مقدار کاربرد علف‌کش در خاک بوده است (Tiryaki *et al.*, 2004). پژوهش‌های دیگر صورت گرفته نیز متوسط نیمه عمر علف‌کش تریفلورالین را در مزرعه ۴۵ و در شرایط خشک و سرد تا ۱۲۰ روز گزارش کرده‌اند (William *et al.*, 2011). براساس گزارش نامبردگان، نیمه عمر علف‌کش تریفلورالین در خاک بین ۸ الی ۱۴ ماه متغیر است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد بررسی احتمال اثرات منفی ناشی از باقیمانده این علف‌کش بر گیاهان تناوبی مهم و مفید باشد.

در بین گیاهان زراعی موجود در کشور، نخود (*Cicer arietinum* L.) از مهمترین محصولات زراعی است که در بسیاری از نقاط کشور در تناوب با محصولاتی که توسط علف‌کش تریفلورالین تیمار می‌شوند قرار می‌گیرد (Parsa & Bageri, 2008). ویژگی‌های مطلوبی از جمله 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 دارا باشد (Parsa & Bageri, 2008). این مساله هرچند در بهبود عملکرد گیاهان زراعی تناوبی پس از آن مفید و مؤثر است، اما محدودیت‌هایی نیز ممکن است برای آن به‌ویژه به‌دلیل پسماند علف‌کش‌های محصول قبل به‌دنبال داشته باشد (Izadi-darbandi, & Akram, 2012).

در مطالعه‌ای که توسط Warner *et al*, (1987) در ارتباط با حساسیت چغندرقند به بقایای علف‌کش‌های تریفلورالین، پندیمتالین، فلوکورالین و پروفلورالین انجام شد، مشاهده شد که پندیمتالین و تریفلورالین سمیت بیشتری برای چغندرقند نسبت به دو علف‌کش دیگر ایجاد نمودند. در بررسی دیگری Hanson & Thill (2001) در آزمایش خود نشان دادند که علف‌کش‌های به‌کار رفته در مزرعه عدس و نخود سبز (ایمازاتاپیر و پندیمتالین) باعث آسیب به محصول بعدی که در تناوب با این گیاهان قرار گرفته بودند شد. نامبردگان اعلام داشته‌اند که مقدار ۲/۲۴ گرم در هکتار علف‌کش پندیمتالین به‌کار رفته در مزرعه عدس، منجر به کاهش ۳۵ تا ۵۱ درصد زیست‌توده و ۱۱ تا ۱۷ درصد عملکرد دانه در گندم شد. ترکیب علف‌کش‌های پندیمتالین (۱/۱۲ گرم در هکتار) و ایمازاتاپیر (۱۰۶ گرم در هکتار) نیز منجر به کاهش ۲۴ درصدی در زیست‌توده گندم شد. براساس گزارش‌های موجود سمیت این گروه از علف‌کش‌ها در خاک می‌توانند بر روی سایر صفات رشدی در گیاهان ازجمله گره زایی که شاخصی از میزان تثبیت بیولوژیک نیتروژن در بقولات دارد، اثرگذار باشد.

اعتقاد بر این است که علف‌کش‌ها به چندین روش می‌توانند رابطه همزیستی لگوم- رایزوبیوم را تحت تأثیر قرار دهند. این آفت‌کش‌ها می‌توانند از طریق تأثیر مستقیم بر رشد گیاه، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن را متأثر سازند و یا از طریق تأثیر مستقیم بر بقاء و رشد رایزوبیوم‌ها توانایی آنها برای همزیستی با گیاهان میزبان را کاهش دهند. در این ارتباط ممانعت از تشکیل سیگنال‌های بیوشیمیایی بین رایزوبیوم‌ها و گیاهان و نیز کاهش توانایی تقسیم سلولی در ریشه گیاه جهت تشکیل گره از دیگر اثرات علف‌کش‌ها بر همزیستی لگوم- رایزوبیوم بوده که متعاقب آن تثبیت زیستی نیتروژن را مختل می‌کند (Anderson *et al.*, 2004; Fox *et al.*, 2007). در آزمایش‌های Gonzalez *et al*, (1999) که به‌منظور بررسی تأثیر برخی علف‌کش‌ها بر تثبیت بیولوژیکی سویا انجام شد، مشاهده شد که علف‌کش‌های متری بیوزین، استوکلر، متولاکلر، فلومیاکسازین، تریفلورالین، ایمازتاپیر باعث کاهش گره‌زایی، تعداد و وزن گره در آغاز مرحله گلدهی سویا شدند. Bolich *et al*, (1985) نیز کاهش در تعداد گره، وزن خشک و تثبیت نیتروژن را در اثر کاربرد با علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین در گیاه سویا اعلام کرده‌اند.

از آنجایی‌که در ارتباط با اثرات احتمالی باقیمانده علف‌کش تریفلورالین در خاک بر ویژگی‌های رشدی و گره‌زایی نخود در کشور مطالعاتی انجام نشده است. این آزمایش با هدف بررسی پاسخ رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود به بقایای شبیه‌سازی شده علف‌کش تریفلورالین در خاک در شرایط کنترل‌شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی حساسیت ۴ ژنوتیپ نخود به بقایای شبیه‌سازی شده تریفلورالین در خاک، در پاییز سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار و در دو مرحله انجام شد. میانگین دمای روز و شب در طی دوره رشد گیاهان در گلخانه به ترتیب ۲۶ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. در مرحله اول که در واقع یک پیش‌آزمایش بود تأثیر غلظت‌های مختلف باقیمانده علف‌کش تریفلورالین شامل ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد مقدار توصیه شده تریفلورالین (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) بر رشد ژنوتیپ‌های هاشم، آی ال سی، کاکا و توده کرمانشاهی مورد بررسی قرار گرفت که براساس نتایج اولیه این پیش‌آزمایش همه ژنوتیپ‌های نخود از بین رفتند و زیست‌توده‌ای تولید نکردند. از این‌رو در مرحله بعد که آزمایش اصلی را تشکیل می‌داد دنبال شد که عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل غلظت‌های مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک در هفت سطح (۰، ۴/۶، ۹/۲، ۱۸، ۲۷/۶، ۳۶/۸ و ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک) که به‌ترتیب شامل ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد ۵۰ درصد مقدار توصیه شده تریفلورالین (۱ لیتر ماده تجاری در هکتار) و ژنوتیپ های نخود در ۴ سطح شامل هاشم، آی ال سی، کاکا و توده کرمانشاهی بودند. برای این منظور پس از تهیه خاک، ابتدا با استفاده از فرمولاسیون تجاری تریفلورالین (EC ۴۸٪)، مقدار کاربرد علف‌کش و میزان چگالی خاک (۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب)، مقدار ماده مؤثره لازم (برحسب میکروگرم در کیلوگرم خاک) از هر سطح شبیه‌سازی شده باقیمانده علف‌کش در خاک محاسبه و مقدار معادل آن از ماده تجاری برداشته و در ۵۰ سی سی آب حل گردید. به‌منظور اختلاط کامل علف‌کش با خاک پس از محاسبه وزن خاک خشک هر گلدان با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و عمق ۱۲ سانتی‌متر، به مقدار گلدان‌های مربوط به هر غلظت، خاک مورد نظر تهیه (حدود ۱۵ کیلوگرم) و برای سهولت در اختلاط و اطمینان از یکنواختی اختلاط علف‌کش، ابتدا یک کیلوگرم از خاک مذکور آماده شد، سپس ۵۰ میلی‌لیتر از هریک از محلول‌های تهیه شده برای هر غلظت علف‌کش با استفاده از بورت مدرج به‌طور یکنواخت روی خاک مذکور ریخته و پس از تبخیر آب از سطح خاک، کاملاً با خاک مخلوط شد. نمونه یک کیلوگرمی خاک مخلوط شده برای هر غلظت علف‌کش سپس با سایر خاک‌های مربوط به هر تیمار مجدداً به‌طور کامل و یکنواخت مخلوط شد. پس از اختلاط و آماده‌سازی خاک‌های آلوده شده با علف‌کش تریفلورالین، به گلدان‌های با ابعاد مذکور منتقل و بذور گیاهان نخود پس از تلقیح با باکتری مزورایزوبیوم، به تعداد ۸ عدد در هر گلدان و در عمق مناسب کشت شدند. برای ممانعت از آبشویی علف‌کش، گلدان‌ها به‌طور یکنواخت در حدی آبیاری شدند که فاضلاب خروجی نداشته باشد. برای این منظور زیر گلدانی نیز در زیر تمام گلدان‌ها گذاشته شد. یک هفته پس از سبز شدن گیاهان و در مرحله ۲ تا ۳ برگی نخود درصد سبز شدن آنها محاسبه و گیاهان تنک و تراکم آنها به سه بوته در هر گلدان تنظیم شد. در ابتدای مرحله زایشی (۱۰ الی ۲۰ درصد گلدهی)، پس از تعیین درصد بقاء، ارتفاع و تعداد شاخه جانبی، گیاهان مورد نظر در هر گلدان را از محل طوقه برداشت و پس از خاک‌شویی ریشه، تعداد گره و وزن تر گره اندازه‌گیری شدند. سپس ریشه و اندام‌های هوایی به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند (Datta *et al.*, 2009). سپس وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه با ترازوی دیجیتال هزارم توزین شد.

داده‌های به‌دست آمده از این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. تجزیه رگرسیون داده های حاصل با استفاده از نرم‌افزار R و از برازش زیست‌توده تولید شده گیاهان به معادله سیگموئیدی چهار پارامتری استفاده شد و غلظت لازم برای ۵۰ درصد بازدارندگی زیست‌توده ارقام نخود (ED_{50}) محاسبه و در تحلیل نتایج آزمایش به‌کار گرفته شدند (Santin-Montanya *et al.*,, 2006) (معادله ۱).

$$f\big((b,c,d,e)\big) = c + \frac{d-c}{1+\exp\{b(\log(x)-\log(e)\}} \quad (1)$$

در این معادله b شیب منحنی، c حد پایین منحنی پاسخ (وقتی‌که بیشترین مقدار علف‌کش استفاده شد)، e غلظتی از علف‌کش که سبب ۵۰ درصد کاهش در مقدار پاسخ می‌شود و d حد بالای منحنی پاسخ (وقتی‌که میزان کاربرد علف‌کش صفر است). لازم به ذکر است زمانی‌که در معادله فوق اثر پارامتر c معنی‌دار نبود با حذف آن، از معادله سه پارامتری برای برازش داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج آزمایش، باقیمانده علف‌کش تریفلورلین در خاک، سبزشدن، بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد گره، وزن تر گره، رشد ریشه و اندام‌های هوایی تمام ژنوتیپ‌های نخود مورد بررسی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد و ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در صفات مذکور در پاسخ به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک داشتند (جداول ۱ و ۲). با افزایش غلظت علف‌کش تریفلورالین در خاک، درصد سبزشدن و بقاء گیاهان مورد بررسی کاهش یافت. کمترین (۳۲/۴۰ درصد) و بیشترین (۹۷/۲۲ درصد) میزان بقاء به‌ترتیب از غلظت‌های ۵۵ و ۴/۶ و در غلظت ۳۶/۸ و ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک نیز به‌ترتیب کمترین (۳۹/۶۵ درصد) و بیشترین (۷۷/۱۳ درصد) درصد سبزشدن مشاهده شد. درصد سبزشدن ژنوتیپ کاکا کمتر و آی ال سی بیش از سایر ارقام تحت تأثیر علف‌کش قرار گرفت. درصد بقاء ژنوتیپ‌های کاکا و هاشم نیز بیشتر تحت تأثیر اثر سوء بقایای تریفلورالین قرار گرفت. به‌طوری‌که کمترین درصد بقاء (۵۹ درصد) را نیز در میان بقیه ژنوتیپ‌ها به‌خود اختصاص داده بود.

در بررسی اثر غلظت علف‌کش تریفلورالین در خاک بر زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه مشاهده شد که با افزایش غلظت علف‌کش در خاک، صفات مذکور کاهش یافتند. بر این اساس کمترین غلظت تریفلورالین (۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک) منجر به کاهش بیش از ۵۰ درصدی در زیست‌توده اندام‌های هوایی گیاهان شد و تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۲۷/۶، ۳۶/۸ و ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک وجود نداشت. با این وجود بیشترین تلفات در زیست‌توده اندام‌های هوایی (۹۷/۹۶درصد) در ۵۵ میکروگرم در کیلوگرم خاک به‌دست آمد. بیشترین (۹۶/۳۹ درصد) و کمترین (۳۹/۸ درصد) تلفات زیست‌توده کل ریشه نیز به‌ترتیب از غلظت‌های ۵۵ و ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک به‌دست آمد (جدول ۲). پاسخ ژنوتیپ‌های نخود نیز به باقیمانده تریفلورالین در خاک به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول۱ و شکل ۱). در بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ - باقیمانده تریفلورالین در خاک نیز مشاهده شد که در همه ژنوتیپ‌های نخود صفات مورد بررسی در اثر افزایش باقیمانده تریفلورالین در خاک کاهش یافت. با این وجود ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک تفاوت معنی‌داری داشتند (جداول ۱ و ۲ و شکل‌های ۱ و ۳). بیشترین (۷۴/۹۳ و ۷۱/۵۱ درصد) تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه در ژنوتیپ کاکا و کمترین تلفات زیست‌توده اندام‌های هوایی (۶۴/۸۲ درصد) و ریشه (۵۵/۹۶ درصد) نیز به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی و هاشم مشاهده شد. در این ارتباط، Santos *et al*, (2012) در بررسی خود نشان دادند که واریته‌های لوبیا و سویا پاسخ متفاوتی به بقایای علف‌کش تریفلورالین داشتند. به‌طوری که بر اساس گزارش آنها بقایای علف‌کش تریفلورالین منجر به کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل و ماده خشک واریته IAPAR 81 لوبیا، ۲۸ روز بعد بذرکاری شد. حال اینکه در واریته CD 214 سویا، محتوای کلروفیل تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی وزن خشک آن به‌طور محسوسی کاهش یافت Brewer *et al*, (1982) در بررسی اثر بقایای علف‌کش‌های فلوکلورالین، پروفلورالین و تریفلورالین بر رشد گیاهان برنج و سورگوم گزارش کرده‌اند که تمام علف‌کش‌های مذکور هنگامی که به مقدار ۰/۱ کیلوگرم در هکتار مصرف شدند باعث آسیب به گیاه برنج و کاهش در عملکرد آن شدند. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که بقایای علف‌کش‌های USB 3153، پروفلورالین و تریفلورالین به‌ترتیب منجر به کاهش در رشد و عملکرد گندم و سورگوم شدند (Abernathy & Keeling, 1978).

جدول۱- میانگین مربعات (MS) مربوط به درصد سبزشدن، درصد بقا، ارتفاع تعداد شاخه‌های جانبی، تعدادگره، وزن ترگره، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود تحت تأثیر بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Table 1. Mean of squares (MS) of chikpea genotypes emergence, survival, height, lateral shoot number, nodule number nodule fresh matter, root dry matter and shoot dry matter under different trifluralin soil residual concentration

Source of variation	df	Emergence	Survival	Height	Lateral shoot number	Nodule number	Nodule fresh matter	Root dry matter	Shoot dry matter
Variety (V)	3	864.29**	1606.30**	970.79**	2531.26**	41.89**	225.10**	857.20**	433.38**
Herbicide concentration (HC)	6	5005.72**	9964.61**	17708.70**	17860.49**	16683.53**	16728.24**	14272.81**	15565.17**
V×HC	18	233.93**	414.01**	500.73**	1304.78**	38.62**	207.06**	318.31**	234.55**
Error	56	113.17	39.68	37.46	6.82	0.10	1.37	90.12	12.66
CV%		16.81	9.4	16.41	9.69	2.04	6.53	26.54	11.76

** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

**significantly at 1% levels

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به درصد سبزشدن، درصد بقا، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره، وزن تر گره، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی در مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین در خاک در ژنوتیپ‌های نخود

Table 2. Means comparisons of chickpea different genotypes emergence survival, height, lateral shoot number, nodule number nodule fresh matter, root dry matter and shoot dry matter in different trifluralin soil residual concentration

Variety	Herbicide concentration (µg kg^{-1}soil)	Emergenece (% of control)	Survival (%)	Height (% of control)	Lateral shoot Number (% of control)	Nodule number (% of control)	Nodule fresh matter (% of control)	Root dry matter (% of control)
هاشم Hashem	0	87.50^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}(28.24)	100.00 ^{b}(1.69)	100.00^{a}(9.66)	100.00 ^{a}(0.013)	100.00^{a} (0.068)
	4.6	70.83^{cd}	92.59^{a}	79.62^{bc}(22.23)	120.72 ^{a}(2.04)	20.68 ^{b}(2.00)	43.80^{b} (0.0059)	96.69^{a} (0.065)
	9.2	75.00^{bc}	96.29^{a}	45.78^{e}(12.85)	65.65^{c}(1.11)	0.76^{e} (0.074)	1.39 ^{d}(0.00018)	46.86^{b} (0.032)
	18	41.66^{h}	37.03^{de}	30.29^{f}(8.61)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	22.08^{c} (0.015)
	27.6	45.83^{gh}	59.25^{c}	5.04^{hij}(1.38)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	20.17^{cde} (0.013)
	36.8	37.50^{hi}	29.62^{e}	3.75^{ij}(1.00)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	22.51^{c} (0.015)
	55	37.50^{hi}	0.00^{l}	0^{j}(0.00)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	0.00 ^{g}(0.00)
آی ال سی Ilc	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (31.32)	100.00^{b} (2.37)	100.00 ^{a}(28.44)	100.00^{a} (0.083)	100.00^{a} (0.14)
	4.6	65.27^{cde}	96.29^{a}	62.10 ^{d}(19.46)	45.20^{e} (1.07)	8.85 ^{d}(2.51)	12.24^{c} (0.010)	53.12^{b} (0.076)
	9.2	66.66^{cd}	100.00^{a}	76.22 ^{bc}(23.73)	13.87^{f} (0.33)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	53.82^{b} (0.077)
	18	58.33^{defg}	40.74^{d}	32.60 ^{f}(10.27)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.78^{cdefg}(0.021)
	27.6	37.50^{hi}	70.37^{b}	16.22 ^{g}(5.08)	2.38 ^{g} (0.05)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	11.31^{cdefg} (0.016)
	36.8	25.00^{i}	42.59^{d}	4.28 ^{hij}(1.36)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	13.41^{cdefg} (0.019)
	55	47.22^{fgh}	59.25^{c}	1.91 ^{j}(0.58)	0.00^{g} (0.00	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	3.67^{fg} (0.0052)
کاکا Kaka	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (30.20)	100.00^{b} (1.07)	100.00^{a}(7.11)	100.00^{a} (0.015)	100.00^{a} (0.071)
	4.6	87.50^{ab}	100.00^{a}	69.93 ^{cd}(21.12)	3.66 ^{g}(0.03)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	45.50^{b} (0.032)
	9.2	75.00^{bc}	62.96^{bc}	9.05 ^{ghij}(2.75)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	20.85^{cd} (0.014)
	18	66.66^{cd}	33.33^{de}	1.31 ^{j}(0.40)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	4.11^{fg} (0.003)
	27.6	59.72^{cdefg}	62.96^{bc}	8.53 ^{ghij}(2.58)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	9.25^{cdefg} (0.006)
	36.8	48.61^{fgh}	29.62^{e}	1.86 ^{j}(0.56)	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.56^{cdefg} (0.010)
	55	62.50^{cdef}	29.62^{e}	1.87 ^{j}(0.56)^{l}	0.00^{g} (0.00)	0.00 ^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	5.16^{efg} (0.003)
کرمانشاهی kermanshahi	0	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a} (30.89)	100.0 ^{b} (2.33)	100.00^{a}(15.18)	100.00^{a}(0.034)	100.00^{a} (0.14)
	4.6	75.00^{bc}	100.00^{a}	83.22 ^{b}(25.66)	42.82 ^{e} (0.99)	18.61c (2.82)	43.00^{b} (0.014)	45.50^{b} (0.06)
	9.2	45.83^{gh}	100.00^{a}	74.12 ^{bc}(22.78)	58.65 ^{d} (1.36)	0.48^{ef}(0.07)	1.51^{d} (0.0005)	48.01^{b} (0.06)
	18	50.00^{efgh}	59.25^{c}	13.70 ^{ghi}(4.22)	1.58^{g}(0.03)	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	16.31^{cdef} (0.02)
	27.6	58.33^{efgh}	70.37^{b}	14.18 ^{gh}(4.45)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	13.00^{cdef} (0.018)
	36.8	41.66^{h}	62.96^{bc}	6.20 ^{hij}(2.00)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	14.87^{cdefg} (0.021)
	55	44.44^{gh}	40.74^{d}	2.04 ^{j}(0.63)	(0.00) 0.00^{g}	0.00^{f}(0.00)	0.00^{d}(0.00)	5.62^{defg} (0.008)

در هر ستون، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با هم ندارند. اعداد داخل پرانتز داده‌های واقعی مربوط به نتایج آزمایش هستند.

با افزایش بقایای تریفلورالین در خاک، زیست‌توده اندام‌های هوایی و ریشه همه ژنوتیپ‌های نخود کاهش یافتند. اما تأثیر منفی بقایای تریفلورالین در خاک بر رشد ریشه به‌مراتب نسبت به رشد اندام‌های هوایی بیشتر بود (شکل ۲). از آنجایی‌که تریفلورالین از علف‌کش‌های خاک مصرف و از بازدارندگان تقسیم سلولی در منطقه مریستم ریشه می‌باشد (Ghadiri, 2007)، به‌نظر می‌رسد این نتیجه دور از انتظار نباشد. در این ارتباط سایر محققین نیز بر حساسیت رشد ریشه گیاهان چغندرقند و ذرت نسبت به باقیمانده علف‌کش‌های پندیمتالین و تریفلورالین اشاره کرده‌اند (Hatzinikolaou *et al.*, 2004; Radovanov & Elezovic, 2003). اعتقاد براین است که حساسیت بیشتر ریشه نسبت به اندام‌های هوایی به بقایای علف‌کش‌ها، می‌تواند به‌عنوان ابزاری سودمند در تشخیص باقیمانده علف‌کش‌ها از طریق آزمایش‌های زیست‌سنجی باشد (Kortekamp, 2011). از این‌رو در علف‌کش‌های خاک مصرفی از قبیل تریفلورالین و نیز در سایر علف‌کش‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخص قابل قبولی در این ارتباط باشد. برای مثال در مطالعه‌ای که به‌منظور بررسی اثرات سمی علف‌کش تریفلورالین بر سه هیبرید ذرت انجام شد، گزارش گردید که بقایای علف‌کش مذکور تأثیر معنی‌داری بر رشد هیبریدهای ذرت از جمله طول و وزن تر ریشه داشته است. براساس گزارش مذکور در بین هیبریدهای مورد بررسی، ریشه هیبرید ZPSC 633، حساسیت بیشتری به باقیمانده علف‌کش نشان داد؛ به‌طوری‌که ۱۹۲۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از باقیمانده تریفلورالین، در یک سال پس از کاربرد، منجر به بازدارندگی ۳۰ درصدی در طول و وزن تر ریشه هیبرید (ZPSC 633) ذرت گردید (Elezovic, 2003 & Radovanov). بررسی نتایج حاصل از تأثیر بقایای تریفلورالین در خاک بر صفات درصد سبزشدن، درصد بقاء، ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد گره و وزن تر گره ژنوتیپ‌های نخود نیز نشان از تفاوت‌های معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مذکور داشت. بقایای علف‌کش به‌طور معنی‌داری گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). براساس نتایج حاصل در غلظت‌های ۴/۶ و ۹/۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک

تریفلورالین، تعداد گره تشکیل شده و وزن آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش میزان باقیمانده تریفلورالین به بیش از ۹/۲ میکروگرم؛ بیشتر ژنوتیپ‌ها، قادر به تشکیل گره نشدند (جدول ۲). در بین ژنوتیپ‌های نخود تفاوت معنی‌داری از نظر حساسیت به تشکیل و رشد گره در پاسخ به مقدار باقیمانده تریفلورالین در خاک مشاهده شد (جدول ۱). براین اساس گره‌زایی ژنوتیپ کاکا بیش از سایر ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر قرار گرفت. به‌طوری‌که کمترین تعداد و زیست‌توده گره را تولید نمود و ژنوتیپ‌های هاشم و کرمانشاهی بیشترین تعداد گره و زیست‌توده آن را تولید نمودند به‌طوری‌که گره‌زایی ژنوتیپ‌های هاشم و کرمانشاهی تا غلظت ۹/۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک ادامه یافت، در ژنوتیپ آی ال سی تنها تا غلظت ۴/۶ میکروگرم در کیلوگرم خاک گره‌زایی مشاهده شد. درحالی‌که در ژنوتیپ کاکا در هیچ یک از مقادیر مربوط به تیمارهای مربوط به غلظت تریفلورالین در خاک گره‌زایی تشکیل نشد (جدول ۲). به‌طور کلی در ارتباط با تأثیر بقایای علف‌کش‌ها بر رشد و گره‌زایی لگوم‌ها منابع بسیار محدود است و نتایج موجود در این ارتباط مربوط به تأثیر کاربرد علف‌کش‌ها در گیاهان مذکور بر رشد و گره‌زایی آنها بوده است. با این وجود با توجه به نتایج این مطالعه به‌نظر می‌رسد اثرات بقایای علف‌کش‌ها در خاک بر رشد آنها مشابه تأثیر کاربرد آنها به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز آنها است. در این ارتباط در مطالعه‌ای نشان داده شد که کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و لنتاگران به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز نخود، منجر به اثرات منفی و زیانباری بر رشد و گره‌زایی ژنوتیپ‌های نخود شدند (Rasoli, 2012). در بررسی دیگری مشاهده شد که کاربرد علف‌کش‌های تریفلورلین و کاربتامید منجر به کاهش در گره‌زایی و رشد در در واریته‌های مختلف شبدر گردید (Brock, 1972). نامبرده اعلام داشته است که این کاهش در نتیجه تأثیر مستقیم علف‌کش‌های مذکور بر رشد گیاهان بوده است. در مطالعات دیگری نیز نشان داده شد که کاربرد مقادیر زیاد علف‌کش تریفلورالین، در ۴۲ روز بعد از سبزشدن سویا، گره‌زایی را کاهش داده است (1993 ,Antonio marenco *et al.*).

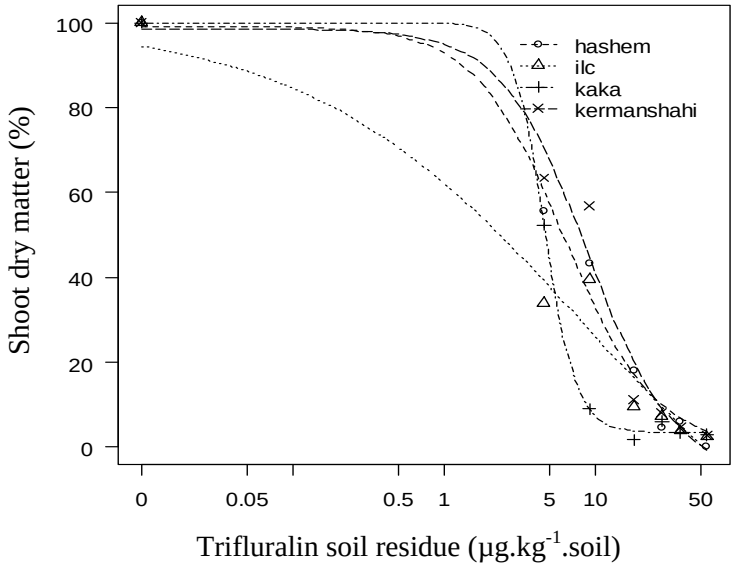
در مطالعه‌ای مشابه گزارش شد که کاربرد علف‌کش‌های بنتازون و ایمازاتاپیر، تعداد و زیست‌توده گره در گیاه نخود را بیش از ۹۰ درصد کاهش داده است. اما علف‌کش پیریدیت کاهش کمتری را در گره‌زایی گیاه نخود نسبت به دو علف‌کش مذکور ایجاد نمود (Izadi-Darbandi & Akram, 2012). مطالعات محدود انجام شده در ارتباط با تأثیر بقایای علف‌کش‌ها بر رشد، گره‌زایی و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن نیز در تطابق با مطالعات مذکور و نیز نتایج حاصل از این بررسی بوده است. در بررسی تأثیر بقایای علف‌کش‌های کلروسولفورون، فلومتسولام و ایمازتاپیر در خاک بر نخود مشاهده شد که بقایای علف‌کش‌های مذکور، وزن خشک اندام‌هوایی وگره‌زایی و میزان تثبیت نیتروژن را در مرحله بلوغ گیاه نخود، کاهش داده است (Rogers & Baldick, 2003). در آزمایشی که به‌منظور بررسی اثرات باقیمانده علف‌کش متری بیوزین بر تثبیت نیتروژن در نخودفرنگی (*Pisum sativum*) و نخود (*Cicer arietinum* L.) انجام شد، مشاهده شد که در این گیاهان، اثرات منفی علف‌کش بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن در مرحله اولیه رشد گیاه، بلافاصله بعد مصرف علف‌کش رخ داد و در مراحل انتهایی رشد، گیاه قادر به تحمل اثرات منفی علف‌کش بود (Parsa & Bagheri, 2008).

به‌طور کلی اعتقاد بر این است که علف‌کش‌ها به چندین روش ممکن است علاوه بر تأثیر منفی بر رشد بقولات، مانع از گره‌زایی و در نتیجه تثبیت بیولوژیکی نیتروژن شوند. علف‌کش‌ها می‌توانند تأثیر مستقیم بر رشد (Anderson *et al.*, 2004) و بقا رایزوبیا (Singh &Wright, 2002) بگذارند. از طرف دیگر این امکان وجود دارد که علف کش ها فعالیت آنزیم نیتروژناز در گره‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (Anderson *et al.*, 2004). با این وجود برخی از علف‌کش‌ها ممکن است به توانایی رایزوبیوم برای تشخیص گیاه میزبان آسیب بزنند (Fox *et al.*, 2004). یکی دیگر از اثرات احتمالی علف‌کش‌ها در کاهش تعداد گره، تأثیر آنها بر روی آغازش گره می‌باشد (Walley *et al.*, 2006). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش، به‌نظر می‌رسد که بقایای تریفلورالین در خاک با محدود نمودن رشد ریشه و متعاقب آن رشد کل گیاه، گره زایی ارقام مورد مطالعه نخود را تحت تأثیر خود قرار داده است و از آنجا که کمترین رشد ریشه در این مطالعه به رقم کاکا اختصاص یافته بود منطقی به‌نظر می‌رسد که گره‌زایی این رقم نیز بیشتر از سایر ارقام، تحت تأثیر قرار بگیرد.

در بسیاری از مطالعات مربوط به آزمایشات زیست‌سنجی بقایای علف‌کش‌ها شاخص‌های ED_{10}، ED_{30} و به‌ویژه ED_{50} برای زیست‌توده اندام های هوایی گیاه از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی حساسیت گیاهان به بقایای علف‌کش و طبقه‌بندی آنها بر این اساس می‌باشد (Santin-Montanya *et al.*, 2006). براساس نتایج حاصل از این آزمایش، بیشترین و کمترین شاخص ED_{50} تریفلورالین به ترتیب در ژنوتیپ‌های کرمانشاهی (۸/۲۲ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و آی ال سی (۳/۲۳ میکروگرم در کیلوگرم خاک) بود (جدول ۳ و شکل ۲). اگرچه در بین سایر ژنوتیپ‌ها، بیشترین تلفات ماده خشک تولیدی در بالاترین غلظت تریفلورالین در واریته کاکا ۱۰۰ درصد مشاهده

شد (پارامتر d)؛ بر این اساس و با توجه به نتایج حاصل، به‌نظر می‌رسد در بین ژنوتیپ‌های نخود، رقم آی ال سی حساس‌ترین و توده کرمانشاهی متحمل‌ترین گیاهان به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک باشد و سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس پارامتر مذکور به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۳).

کرمانشاهی>هاشم >کاکا>آی ال سی



شکل ۱- پاسخ ماده خشک اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Fig. 1. Shoot dry matter of chickpea gynotypes in response to trifluralin residue in soil

جدول ۳- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش معادله سه پارامتری لجستیک به وزن خشک اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های نخود

Table 3. Parameters estimated fitting 3-parametered logistic model to chickpea genotypes shoot dry weight data

Variety	b	d	ED_{50} (µg.kg^{-1}.soil)
Hashem	1.46 (0.28)*	99.14 (7.15)	6.23(1.15)
Ilc	1.04 (0.26)	99.65 (7.10)	3.23(1.11)
Kaka	(3.33 (1.29	100.03 (7.06)	4.72(0.43)
Kermanshahi	1.79856(0.36)	97.51435(7.41)	8.22(1.38)

* خطای استاندارد (Standard error)

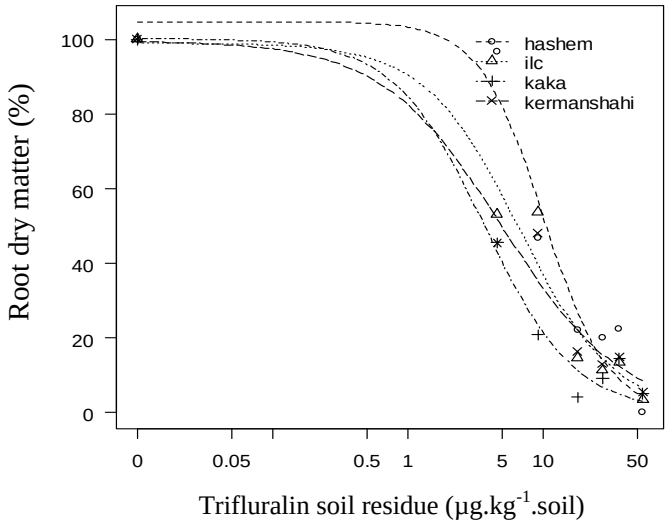
ازسوی دیگر براساس نتایج حاصل از برازش زیست‌توده ریشه ژنوتیپ‌های نخود به معادله لجستیک ۳ پارامتری مشاهده شد که کمترین (۳/۷۰ میکروگرم در کیلوگرم خاک) و بیشترین (۱۰/۱۰ میکروگرم در کیلوگرم خاک) شاخص ED_{50} ریشه به ترتیب در ژنوتیپ‌های کاکا و هاشم به‌دست آمد و بر این اساس در بین ژنوتیپ‌ها؛ کاکا و هاشم به‌ترتیب حساسیت و تحمل بیشتری به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک نشان داده‌اند و سایر ژنوتیپ‌ها براساس شاخص مذکور به‌صورت زیر طبقه‌بندی شدند (جدول ۴).

کاکا < کرمانشاهی < آی ال سی < هاشم

به‌طور کلی براساس نتایج حاصل از این مطالعه بقایای تریفلورالین در خاک، می‌تواند آسیب‌پذیری بالایی در ژنوتیپ‌های نخود داشته باشد. از این رو محدودیت در تناوب زراعی می‌تواند از مهم‌ترین مشکلات ناشی از کاربرد تریفلورالین در محصولات قبل از نخود باشد. از سوی دیگر با توجه به تفاوت در حساسیت ژنوتیپ‌های نخود در پاسخ به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک، این مهم نیز می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ مناسب در شرایطی که احتمال آلودگی به بقایای آن وجود دارد، مورد توجه قرار گیرد.

هرچند، عوامل متعددی نظیر عمق اختلاط علف‌کش با خاک، دما و رطوبت خاک در ماندگاری این علف‌کش در خاک مؤثراست (Grover *et al.*, 1997)؛ اما با توجه به نتایج حاصل به‌نظر می‌رسد لزوم رعایت فاصله تناوب برای کاشت نخود پس از برداشت محصولاتی نظیر سویا و پنبه که این علف‌کش در

آنها کـاربرد گسـترده دارد؛ بـرای کـاهش غلظـت بقایـای آن از آستانه، ضروری است.



شکل ۲- پاسخ ماده خشک ریشه ژنوتیپ‌های نخود به بقایای علف‌کش تریفلورالین در خاک

Fig. 2. Root dry matter of chickpea gynotypes in response to trifluralin residue in soil

جدول ۴- پارامترهای برآورد شده حاصل از برازش وزن خشک ریشه ژنوتیپ‌های نخود به معادله سه پارامتری لجستیک

Table 3. Parameters estimated fitting 3-parametered logistic model to chickpea genotypes root dry weight data

Variety	b	d	ED_{50} (µg.kg^{-1}.soil)
Hashem	1.83 (0.39)*	104.74 (8.20)	10.10(1.59)
Iilc	1.24 (0.31)	98.99 (9.14)	6.66(1.81)
Kaka	1.29 (0.53)	100.22 (8.97)	3.70(1.32)
Kermanshahi	0.98 (0.27)	99.53 (9.06)	5.01(1.81)

*خطای استاندارد (Standard error)

در ایـن ارتبـاط انجـام آزمایشـات تکمیلـی در شـرایط مزرعه‌ای جهت یافتن فواصل کاشت و نیز آزمایشـات تکمیلـی در شرایط مختلـف مزرعـه‌ای و خـاک‌هـای مختلـف پیشـنهاد می‌شود.

منابع

1. Abernathy, J.R., and Keeling, J.W. 1978. Efficacy and rotational crop response to level and dates and dinitroanaline herbicide applications. Weed Sciences 27: 312-317.
2. Anderson, A., Baldock, J.A., Rogers, S.L., Bellotti, W., and Gill, G. 2004. Influence of chlorsulfuron on Rhizobial growth, nodulation formation, and nitrogen fixation with chickpea. Australian Journal of Agricultural Research 55: 1059-1070.
3. Antonio Marenco, R., Lopes, N., and Mosquim, P.R. 1993. Nodulation and nitrogen fixation in soybeans treated with herbicides. Research Brasileira. Fisiol. Vegetal 5: 121-126.
4. Bollich, P.K., Dunigan, E.P., and Jadi, A.W.M. 1985. Effects of seven herbicides on N_2 (C_2H_2) fixation by soyabean. Weed Science 33: 427-430.
5. Brewer, F., Lavy, T., and Talbert, R. 1982. Effect of three dinitroanaline herbicide on rice (*Oryza sativa*) growth. Weed Science 30:153-158.
6. Brock, J.L. 1972. Effects of the herbicides trifluralin and carbetamide on nodulation and growth of legumes seedlings. Weed Research 12: 150-154.
7. Corbin, B.R., McCllelland, M., Frans, R.E., Talbert, R.E., and Horton, D. 1994. Dissipation of fluometuron and trifluralin residues after long-term use. Weed Science 42: 445-438.
8. Datta, A., Sindel, B.M., Kristiansen, P., Jessop, R.S., and Felton, W.L. 2009. Effect of isoxaflutole on the growth, nodulation and nitrogen fixation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Crop Protection 28: 923-927.

9. Fox, J.E., Gulledge, J., Engelhaupt, E., Burow, M.E., and McLachlan, J.A. 2007. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. PNAS 104: 10282-10287.
10. Fox, J.E., Starcevic, M., Jones, P.E., Burow, M.E., and McLachlan, J.A. 2004. Pyhotestrogen signaling and symbiotic gene activation are disrupted by endocrine-disrupting chemicals. Environment Health Perspect 112: 648-653.
11. Gerwing, P.D., and McKercher, R.B. 1992. The relative persistence of trifluralin (545 EC and 5 G) and ethafluralin in prairie soils. Canadian. Journal. Soil Scince 72: 255-266.
12. Ghadiri, H. 2007. Weed Science Principles and Practices. Shiraz University press 346. (In Persian).
13. Gonzalez, N., EyherabIide, J., Ignacia barcelona, M., Gaspari, A., and Sanmartino, S. 1999. Effect of soil interacting herbicides on soybean nodulation in Balcarc, Argentina. Pesquisa Agropecuária Brasileira 7: 1167-1173.
14. Grover, R., Wolt, J., Cessna, A., and Schiefer, H. 1997. Environmental fate of trifluralin, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 153:1-16.
15. Hanson, B., and Thill, D. 2001. Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil (*Lens culinaris*), pea (*Pisum sativum*), and a subsequent winter wheat (*Triticum aestivum*) crop. Weed Technology 15: 190-194.
16. Hatzinikolaou, A., Eleftherohorinos, I., and Vasilakoglou, I. 2004. Influence of formulation on the activity and persistence of pendimethalin. Weed Technology 18: 397-403.
17. Izadi-darbandi, E., and Akram, L. 2012. Effect prydate, bentazon and imazathapyr herbicides on growth, nodulation and nitrogen biological fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L). Iranian Journal of Pulses Research 3: 105-118.
18. Kortekamp, A. 2011. Herbicide and Environment. InTech Press. 937 pp.
19. Mosavi, M.R. 2008. Weed Control (Principles and Practices). Tehran Gohar Press. (In Persian).
20. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulse Crops. Mashhad University Jihad press. (In Persian).
21. Radovanov, K., and Elezovic, I. 2003. Fitotoxic effects of trifluralin to hybrid maize (*Zea mays*) and their persistence. Pesticide Scince 18: 77-98.
22. Rasoli, R. 2012. The impact lentagran, persoeet and treflan herbicides on growth nodulation and nitrogen fixation in chickpea variety three (*Cicer arietinum* L.). MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
23. Rogers, S., and Baldock, J. 2003. Herbicide link to low legume nitrogen fixation. Farming Ahead 134: 39-40.
24. Sanntin-Montanya, I., Alonso-pradose, L., Villarroya, M., and Garcia-Baudin, J.M. 2006. Bioassay for determining sensitivity to sulfosulfuron on seven plant species. Journal of Environmental Science and Health 41: 781-793.
25. Santos, G., Francischini, A.C., Constantin, J., and Oliveirajr, R.S. 2012. Carry-over effect of S-metolachlor and trifluralin on bean, corn and soybean crops. Planta Daninha 30: 827-834.
26. Singh, G., and Wright, D. 2002. In vitro studies on the effects of herbicides on the growth of rhizobia. Letters in Applied Microbiology 35: 12-16.
27. Tiryaki, O., Ülkü, Y., Sezen, G. 2004. Biodegradation of trifluralin in harran soil. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 39: 747-756.
28. Wally, F., Taylor, A., and Lupwayi, N. 2006. Herbicide residues & effects on nitrogen fixation in pulse crops. Presented at Farm Tech. 2006. Herbicide Effects on Pulse Crop Nodulation and Nitrogen Fixation p: 52-55.
29. Warner, J.E., Winter, S.R., and Wiese, A.F. 1987. Persistence of dinitroaniline herbicides and potential for injury to sugar beets. Journal American Society Sugar Beet Tecnologhy 24:57-66.
30. William, E. Gillespie, G.C., and Hager, A.G. 2011. Pesticide fate in the environment: A guide for field inspectors. Illinois State Water Survey. Institute of Natural Resource Sustainability.University of Illinois at Urbana-Champaign.
31. Zand, E., Mosavi, S.K., and Sadri, A. 2008. Herbicides and application methods. Ferdowsi University of Mashhad press (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 117-126

Effect of Trifluralin herbicide residues in soil on growth and nodulation of chickpea genotypes

Izadi[1*], E., & Soleimanpour[2], Z.

1. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
2. MSc. student of Crop Ecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Received: 24 October 2013
Accepted: 14 February 2015

Abstract

In order to study the effect of Trifluralin herbicide soil residues on growth and nodulation of chickpea genotypes, a greenhouse experiment was conducted at Ferdowsi University of Mashhad. A factorial experimental was conducted based on completely randomized design with three replications. Treatments included of four genotyps of chickpea (Hashem, Ilc, Kaka and Kermanshahi) and seven concentration of Trifluralin herbicide residue in soil (0, 6.4, 9.2, 18, 27.6, 36.8 and 55 µg.kg^{-1}.soil). Plants emergence percentage was determined 7 days after their emergence and at the beginning flowering stage, plants survival, height, number of lateral branches, shoot and root biomass, nodule number and nodule fresh weight were recorded. Results showed, all measured traits were decreased significantly in all genotypes by increasing of Trifluralin concentration in soil. At the lowest concentration (6.4 µg.kg^{-1}.soil) of trifluralin in soil, chickpea shoot and root biomass were decreased 48.64 and 39.80 percent respectively and their lost reached to 97.96 and 96.39 percent respectively, when Trifluralin concentration in soil was at the highest level (55 µg.kg^{-1}.soil). Among the studied genotypes of cheakpea, the highest of shoot (74.93%) and root (71.51%) biomass lost were observed in Kaka genotype and the lowest shoot (64.72%) and root (55.96%) biomass lost were observed in the varieties of kermanshahi and hashem respectively. Based on ED_{50} parameter, among the chickpea genotypes, Ilc (3.23 µg.kg^{-1}.soil) and Kermanshah (8.22 µg.kg^{-1}.soil) appeared to be the most susceptible and tolerant genotypes to trifluralin soil residue respectively. The other chickpea genotypes were classified by tolerant to Trifluralin soil residual to: kermanshahi> Hashem> Kaka> Ilc.

Key words: Chickpea, Dinitroanalines, Herbicide persistence nodulation

* **Corresponding Author:** eizadi2000@yahoo.com, Mobile: 09153216237