

بررسی پراکنش مکانی تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و تاج ریزی سیاه (*Solanum nigrum*) در شرایط مختلف کنترل علف های هرز

Spatial distribution of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and night-shade (*Solanum nigrum*) in different weed control conditions

مریم آریان مهر^{۱*}، علی قنبری^۲، رضا قربانی^۲، مهدی نصیری محلاتی^۲

۱. دانشجوی دکتری گروه آگروتکنولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، (*نگارنده مسئول)
۲. عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۱ شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2021.127751.1432

چکیده

آریان مهر، م.، قنبری، ع.، قربانی، ر.، نصیری محلاتی، م.، بررسی پراکنش مکانی تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و تاج ریزی سیاه (*Solanum nigrum*) در شرایط مختلف کنترل علف های هرز
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۳ - شماره ۴ - پایايند ۱۲۹ زمستان ۱۳۹۹ صفحه: ۱۲۸-۱۴۵

در این پژوهش، اثر روش کنترل شیمیایی، تلفیق کنترل شیمیایی و مکانیکی و شاهد علف های هرز بر پراکنش مکانی گونه های تاج خروس ریشه قرمز و تاج ریزی سیاه در مزرعه ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت. قطعه زمینی به ابعاد ۲۱×۵۶/۲۵ متر انتخاب و هر یک از روش های مورد بررسی در یک سوم زمین اجرا شد. شمارش تراکم گونه های مورد مطالعه در ابتدا و پایان فصل رشد ذرت در محل شاخص هایی که به فاصله ۱/۸۷×۲/۵ در زمین تعبیه شده بودند، انجام شد. در هر مرحله شمارش گونه ها از ۲۷۰ نقطه انجام شد. بررسی پراکنش مکانی گونه ها، با استفاده از تکنیک های آمار مکانی و تحلیل واریوگرام صورت گرفت. مدل واریوگرام برازش داده شده به تراکم گونه ها در ابتدا و پایان فصل رشد و در هر سه شرایط کنترل علف های هرز، با توجه به درصد خطای RMSE در اغلب موارد با مدل کروی مطابقت داشت. تطابق با مدل کروی ثبات مکانی لکه های علف های هرز را نشان می دهد. اعمال کنترل تلفیقی موجب کاهش دامنه تأثیر تاج خروس ریشه قرمز و تاج ریزی سیاه در پایان فصل رشد به ترتیب حدود ۱۵/۵ متر (۴۸ درصد) و ۲/۸ متر (۳۰ درصد) شد. در حالی که در شاهد علف های هرز دامنه تأثیر این گونه ها به ترتیب حدود ۰/۵ متر (۶ درصد) و ۲ متر (۱۷ درصد) در پایان فصل رشد افزایش یافت. تحت شرایط کنترل شیمیایی نیز دامنه تأثیر تاج خروس ریشه قرمز در پایان فصل رشد ۰/۶۸ متر کاهش یافت و دامنه تأثیر تاج ریزی سیاه نیز در پایان فصل رشد ۰/۶۰ متر افزایش یافت.

واژه های کلیدی: توزیع لکه ای علف های هرز، کنترل تلفیقی، کنترل شیمیایی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: m.arianmehr@um.ac.ir

مقدمه

مطالعات بسیاری در مورد شناخت الگوی توزیع علف‌های هرز برای مدیریت بهتر آن‌ها انجام شده است. نتایج بسیاری از آن‌ها حاکی از اندازه و تراکم متفاوت لکه‌های بذر و گیاهچه‌های علف‌های هرز در سطح مزارع بوده و توزیع غیر تصادفی و لکه‌ای علف‌های هرز را نشان داده است (Cardina et al., 1995; Schuster et al., 2007; San Martin et al., 2018). استفاده از ماشین‌های کشاورزی و عملیات خاک‌ورزی در مزارع، با تغییر محیط بذر گونه‌های علف هرز، بر خواب و جوانه‌زنی بذر آن‌ها تأثیر داشته (Chauhan, 2013) و می‌تواند منجر به تفاوت در الگوی توزیع گونه‌ها در سطح مزارع گردد. برخی محققان، عملیات خاک‌ورزی، نوع ماشین‌آلات مورد استفاده در مزارع، تناوب زراعی، کاربرد علف‌کش، تداخل بین گونه‌ها، فنولوژی، روش پراکنندگی و نوع بذر علف‌های هرز را از جمله عوامل اثرگذار بر چگونگی توزیع علف‌های هرز در مزارع عنوان کرده‌اند (San Martin et al., 2018).

روش کنترل علف‌های هرز می‌تواند عاملی افزایش‌دهنده یا محدودکننده برای گونه‌های مختلف علف‌های هرز باشد، لذا توزیع لکه‌ای علف‌های هرز برحسب نوع گونه می‌تواند تحت تأثیر روش کنترل علف‌های هرز قرار گیرد (Khochaki et al., 2001). به دلیل سهولت کاربرد و اثرات مطلوب برخی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز و همچنین افزایش عملکرد محصول (Vasic et al., 2015)، کنترل شیمیایی علف‌های هرز در کشاورزی مدرن جایگاه

ویژه‌ای دارد. از طرفی بسیاری از تحقیقات بر تلفیق کنترل مکانیکی و شیمیایی علف‌های هرز تأکید دارند (Chauhan 2013, Morhart et al., 2013; Bhaskar et al., 2014; Pannacci & Tei, 2016; Henkel-Johnson et al., 2014).

نتایج مقایسه اثر روش کنترل شیمیایی با کنترل مکانیکی بر توزیع مکانی علف‌های هرز در دو مزرعه زعفران که دامنه تغییرات تراکم کل علف‌های هرز در آن‌ها بین ۳۹ تا ۱۵۴ و ۱۲ تا ۴۳۸ بوته در مترمربع بوده، نشان داده است متعاقب افزایش کنترل علف‌های هرز در روش کنترل شیمیایی از طریق (کاربرد سراسری و لکه‌ای مخلوط علف‌کش‌های هالوکسی فوپ اتوکسی اتیل^۱ (۱/۵ لیتر در هکتار) و بنتازون^۲ (۲/۵ لیتر در هکتار) نسبت به کنترل مکانیکی توسط (کولش^۳) توزیع علف‌های هرز در سطح مزرعه یکنواخت‌تر گردیده است (Makarjian & Abasdokht, 2014). نتایج مطالعه تلفیق روش‌های کنترل شیمیایی با مصرف گلایفوسیت^۴، کاشت یک گیاه پوششی^۵ و کنترل مکانیکی با استفاده از شخم و چنگک بر توزیع و ترکیب بانک بذر علف‌های هرز در مزارع نارگیل نیز نشان داده است تلفیق این روش‌ها موجب کاهش معنی‌دار تعداد بذرهای علف‌های هرز در لایه‌های بالایی خاک شده و همچنین اعمال کنترل مکانیکی با مدفون کردن بذور، موجب کاهش معنی‌دار بانک بذر علف‌های هرز در لایه بالایی خاک

۱ - نام تجاری: گالانت

۲ - نام تجاری: بازاگران

۳ - کولش (اصطلاح مرسوم در خراسان جنوبی) که یک یا چند نفر کارگر با استفاده از ابزاری به نام چهارشاخ، خاک را تا عمق حدود ۷ سانتی متری برداشته و واژگون می‌کنند.

۴ - glyphosate (N-[phosphonomethyl]-glycine)

۵ - *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.

می تواند اقدامی در جهت مدیریت متناسب با مکان علف های هرز در نظر گرفته شود. مطالعه نوسانات مکانی گونه های علف هرز، با کمک زمین آمار که علم حساب مخصوص متغیرهای ناحیه ای است، امکان پذیر است. متغیر ناحیه ای در هر نقطه از فضا، به دو جزء مؤلفه های قطعی و تصادفی تجزیه می شود (معادله ۱).

$$Z(x) = m(x) + f(x) \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن $Z(x)$ مقدار متغیر ناحیه ای در نقطه ای با مختصات (x, y) ، $m(x)$ مؤلفه قطعی متغیر ناحیه ای و $f(x)$ مؤلفه تصادفی آن است. مؤلفه تصادفی تابعی از فاصله است و به مقدار متغیرهای ناحیه ای مجاور بستگی دارد، به این صورت که احتمال اختلاف بین مؤلفه های تصادفی در دو متغیر ناحیه ای، در فواصل مکانی نزدیک به هم کمتر و در فواصل مکانی دور از هم بیشتر می شود. لذا می توان با اندازه گیری مقدار متغیر ناحیه ای در نقاط معلوم و با فواصل مشخص، مقدار آن را در نقاط مجهول تخمین زد (Hasani Pak, 1999). با رعایت فاصله مناسب و شمارش دقیق و کافی از تراکم گونه های علف های هرز در قسمت های مختلف یک مزرعه در نقاط معلوم، می توان تراکم آن ها را در سایر نقاط تخمین زده و الگوی توزیع گونه ها را در سطح مزرعه بررسی نمود. در این مطالعه پراکنش مکانی گونه های غالب علف های در مزرعه ذرت علوفه ای، تحت تأثیر کنترل شیمیایی و تلفیق کنترل شیمیایی و مکانیکی مورد بررسی قرار گرفت.

و افزایش جوانه زنی بذور از لایه های پایینی خاک (عمق بیشتر از ۱۰ سانتی متر) گردیده است. در این مطالعه درجه حساسیت و مقاومت گونه های علف های هرز نسبت به روش های مختلف کنترل مکانیکی و شیمیایی از عوامل مؤثر بر پویایی و تنوع جمعیت علف های هرز در سطح مزرعه عنوان شده است (Senarathne & Sangakkara, 2009). در مطالعه ای تراکم داتوره به فشردگی خاک زیر چرخ های تراکتور واکنش مثبت نشان داده و تراکم گونه های قیاق و توق^۶ در قسمت های فشرد شده خاک کاهش یافته است. مطابق گزارش محققین در این مطالعه روش تکثیر گونه های علف هرز از طریق بذر یا اندام رویشی می تواند در واکنش متفاوت آن ها به فشردگی خاک ناشی از عبور ماشین آلات مؤثر باشد (San Martin et al., 2018). نتایج مطالعه ای دیگر نشان داده است بذرها ی علف هرز داتوره^۷ قادر به جوانه زنی از عمق خاک و در ناحیه ای پایین تر از جایی که علف کش های خاک مصرف با خاک مخلوط شده اند، می باشند (Weaver, 1985). برخی محققین در معرض نور قرار گرفتن در زمانی کوتاه و همچنین تغییر نسبت آب و گازهای موجود در خاک را عامل تحریک جوانه زنی بذر علف های هرز از طریق به هم خوردن خاک عنوان کرده اند (Theisen & Bastiaans, 2015). (Senarathne & Sangakkara, 2009).

مطالعه نوسانات مکانی گونه های علف های هرز، تحت تأثیر روش های مختلف کنترل،

۶- *Xanthium strumarium* L.

۷- *Datura Stramonium* L.

مواد و روش‌ها

موقعیت و خصوصیات محل آزمایش

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی در ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا، اجرا شد.

آماده‌سازی زمین و کاشت

عملیات آماده سازی زمین به روش معمول منطقه شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین انجام شد. قبل از کاشت آزمون خاک نیز انجام شد. بافت خاک محل آزمایش لوم شنی بود. بر اساس نتایج آزمایش خاک، کودهای سوپر فسفات تریپل ۴۶ درصد به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم ۵۰ درصد به میزان ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار در زمین محل آزمایش، به صورت یکسان قبل از کاشت پخش و با زدن دیسک نرم با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن نیز بر اساس ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص طی سه مرحله مورد استفاده قرار گرفت که اولین مرحله آن قبل از کشت ذرت و به صورت کودکاری بود. مرحله دوم و سوم مصرف کود، مقارن با مشاهده علائم کلروز خفیف در برگ‌ها بود که پس از کود دهی علائم کلروز از بین رفت. پس از هر بار کوددهی، بلافاصله آبیاری انجام شد. بذر ذرت، رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، در تاریخ ۲۰ خرداد ۱۳۹۵ کشت شد. کشت مقدماتی بذر به صورت متراکم و پس از استقرار گیاه، با تنک کردن، فاصله بوته های روی ردیف به ۱۰ سانتی متر رسید. فاصله خطوط کشت نیز ۷۵ سانتی متر بود و تراکم

ذرت در مزرعه تقریباً ۱۳۳۰۰۰ بوته در هکتار لحاظ شد.

محل نصب شاخص‌ها جهت بررسی

پراکنش مکانی علف‌های هرز

این مطالعه در یک قطعه زمین به ابعاد ۵۶/۲۵ × ۲۱ متر اجرا شد. هر یک از روش‌های کنترل علف‌های هرز شامل کنترل شیمیایی، کنترل تلفیقی (شیمیایی + مکانیکی) و شاهد علف‌های هرز در یک سوم قطعه زمین اجرا شد. شمارش علف‌های هرز غالب مزرعه، در محل تقاطع شبکه‌هایی به فاصله ۲/۵ × ۱/۸۷ متر که با نصب شاخص‌هایی علامت گذاری شده بودند و با استفاده از کوادراتی به ابعاد ۰/۲۵ × ۰/۲۵ متر انجام شد. شمارش علف‌های هرز طی دو مرحله در ابتدا و پایان فصل رشد (۳۰ و ۹۰ روز پس از کشت) انجام شد و در هر مرحله، شمارش از ۲۷۰ واحد در سطح مزرعه صورت پذیرفت.

روش‌های کنترل علف‌های هرز

کنترل شیمیایی: در قطعه زمین مربوط به کنترل شیمیایی علف‌های هرز، از اختلاط علف کش دو منظوره نیکوسولفورون^۸ (4% SC) به میزان ۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱/۵ لیتر در هکتار) به همراه بروموکسینیل + ام سی پی^۹ (40% EC) به میزان ۴۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱ لیتر در هکتار) استفاده شد. سم پاشی ۳۱ روز پس از کاشت ذرت (مرحله ۳ - ۴ برگگی) با سم پاش پستی کتابی مجهز به نازل شره ای انجام شد. سم پاش بر اساس خروجی محلول سم به میزان ۳۰۰ لیتر در هکتار کالیبره شد.

۸- با نام تجاری کروز
۹- با نام تجاری برومیسیدام آ

گونه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum*) بیشتر از ۹۶ درصد تراکم علف‌های هرز مزرعه را تشکیل داده‌اند. لذا تنها تراکم این دو گونه وارد محاسبات شد و سایر گونه‌ها نیز در طی فصل رشد با وجین دستی حذف شدند. قبل از بررسی پراکنش مکانی دو گونه غالب علف هرز در مزرعه، برخی خصوصیات آماری آن‌ها شامل میانگین، انحراف معیار، ضریب تغییرات و فراوانی نسبی آن‌ها در ابتدا و انتهای فصل رشد ذرت محاسبه شد. سپس داده‌های حاصل از شمارش گونه‌های علف‌های هرز با مختصات مکانی مشخص در هر یک از مراحل نمونه‌برداری وارد نرم‌افزار GIS (۱۰.۴) شد و بقیه محاسبات در محیط این نرم‌افزار انجام شد. بررسی تغییرات مکانی تراکم گونه‌های علف‌های هرز بین نقاط نمونه‌برداری شده با محاسبه تابع سمی واریانس یا نیم تغییر نما $\gamma(h)$ (معادله ۲)، انجام شد.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad \text{معادله (۲)}$$

در این معادله $\gamma(h)$ ، مقدار سمی واریانس برای جفت نقاطی است که به فاصله h از یکدیگر قرار دارند و $N(h)$ تعداد کل جفت نقاط (x_i, x_i+h) می‌باشد، $z(x_i)$ مقدار مشاهده‌ای متغیر (تراکم گونه علف هرز) در موقعیت (x_i) و $z(x_i+h)$ مقدار مشاهده‌ای متغیر در موقعیت x_i+h می‌باشد. با استفاده از مقادیر محاسبه شده سمی واریانس برای هر گونه در هر مرحله نمونه برداری، نمودار سمی واریوگرام یا واریوگرام

کنترل تلفیقی: در قطعه زمین در نظر گرفته شده برای کنترل تلفیقی از تلفیق روش‌های شیمیایی و مکانیکی برای کنترل علف‌های هرز استفاده شد. به این صورت که یک‌مرتبه سم‌پاشی با استفاده از اختلاط علف‌کش‌های نیکوسولفورون (4% SC) به میزان ۴۵ گرم ماده مؤثره در هکتار (۱/۱۲ لیتر در هکتار) به همراه بروموکسینیل + ام سی پی آ (40% EC) به میزان ۳۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار (۰/۷۵ لیتر در هکتار) انجام شد که به‌جز دوز مصرف علف‌کش‌ها، دیگر شرایط سم‌پاشی مشابه با شرایط کنترل شیمیایی بود. همچنین در کنترل تلفیقی یک‌مرتبه کنترل مکانیکی علف‌های هرز نیز انجام شد به این صورت که ۳۹ روز پس از کشت ذرت (مرحله ۵ - ۶ برگگی) به‌منظور شبیه‌سازی کولتیواسیون، فواصل بین ردیف با استفاده از بیل و به عمق ۱۰ سانتیمتر خاک برگردانده شد. پس از کنترل مکانیکی برای جلوگیری از رشد مجدد علف‌های هرز تا ۳ روز مزرعه آبیاری نشد. زمان اعمال تیمارهای کنترل علف‌های هرز بر اساس دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت ذرت در شرایط مشهد انتخاب شد (Abbaspor & Rezvani, ۲۰۱۱; Moghaddam, ۲۰۰۳; Ghanbari et al., ۲۰۱۱). شاهد علف‌های هرز: در یک سوم از قطعه زمین نیز به‌عنوان شاهد علف‌های هرز هیچ‌گونه اقدامی جهت کنترل علف‌های هرز انجام نشد.

آنالیز داده‌های زمین آماری علف‌های هرز

در این مطالعه پس از شمارش علف هرز به تفکیک گونه در مرحله اول نمونه‌برداری (۳۰ روز پس از کشت ذرت)، مشخص شد که

باشد نمایانگر خطای کمتر مدل می باشد. درصد RMSE نیز خطا را به عنوان درصدی از میانگین مشاهدات بیان می کند (معادله ۴).

$$\text{RMSE}(\%) = \text{RMSE} \times \frac{100}{\bar{O}} \quad (\text{معادله } 4)$$

در این معادله \bar{O} میانگین مقادیر اندازه گیری شده می باشد. اگر مقدار RMSE٪ کمتر از ۱۰ درصد باشد، پیش بینی عالی، بین ۱۰-۲۰ درصد خوب، ۲۰-۳۰ درصد متوسط و بیشتر از ۳۰ درصد ضعیف خواهد بود (Jamieson et al., 1991).

پس از انتخاب مدل سمی واریوگرام، ویژگی های آن شامل عرض از مبدأ^{۱۴} (ناگت^{۱۵})، دامنه تأثیر^{۱۶} و حد آستانه^{۱۷} (مجانب^{۱۸}) مورد ارزیابی قرار گرفت. به لحاظ تئوری مقدار سمی واریوگرام در $h=0$ بایستی برابر صفر باشد اما گاهی سمی واریوگرام دارای عرض از مبدأ مثبت می باشد که به واریانس قطعه یا ناگت موسوم است. ناگت نشان دهنده تغییرات کوچک مقیاس در داده ها است. به عبارت دیگر تنها بخش کوچکی از تغییرپذیری واریوگرام، به صورت تصادفی است که آن را اثرناگت می نامند. بخشی از این تغییرات ممکن است نتیجه خطای اندازه گیری و تغییرات ناگهانی در فواصل کوچک باشد (Gringarten & Deutsch, 2001). واریوگرام دارای مدل های سقف دار و مدل های بدون سقف می باشد. در مدل های سقف دار فاصله ای که در آن واریوگرام به حد ثابت (حد آستانه) می رسد را دامنه تأثیر و مقدار

- ۱۴ - Intercept
- ۱۵ - Nugget
- ۱۶ - Range
- ۱۷ - Sill
- ۱۸ - Asymptote

تجربی آن ها رسم شد. سمی واریوگرام روی مقادیر محاسبه شده سمی واریانس در فاصله های مختلف برازش داده می شود. برای پیش بینی هر نقطه نیز از ارزش نقاطی که در همسایگی همان نقطه قرار دارند، استفاده می شود. معمولاً اختلاف مقادیر سمی واریانس در نقاطی با فواصل کم، کمتر بوده و با افزایش فاصله نقاط تا یک حد مشخص، اختلاف مقادیر سمی واریانس افزایش می یابد. وجود ناهمگنی در جهات مختلف، باعث بروز ناهمسان گردی^{۱۱} واریوگرام می شود (Saghafian et al., 2008). در این مطالعه همسان گردی^{۱۲} واریوگرام ها با ترسیم آن ها در جهات مختلف برای گونه های مورد بررسی احراز شد. برای دستیابی به بهترین مدل جهت برازش به واریوگرام تجربی نیز ریشه میانگین مربع خطاهای^{۱۳} (RMSE) توابع با استفاده از معادله ۳ (Hyndman & Koehler, 2006) با یکدیگر مقایسه شد.

$$\text{RMSE} = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (z^*(xi) - z(xi))^2} \quad (\text{معادله } 3)$$

در این معادله $Z^*(Xi)$ مقدار برآورد شده متغیر در نقطه (Xi) ، مقدار مشاهده ای متغیر در نقطه Xi ، n تعداد نقاط یا متغیر مشاهده ای می باشد. RMSE انحراف معیار خطای پیش بینی است و دارای واحدی مشابه واحد متغیر مورد بررسی می باشد. کوچک بودن این شاخص، معیاری برای بالا بودن دقت مدل برازش داده شده برای پیش بینی نقاط مجهول است، بطوریکه هر چه RMSE به صفر نزدیک تر

- ۱۱ - anisotropy
- ۱۲ - isotropy
- ۱۳ - Root Mean Square Error

۲) و مدل واریوگرام مناسب به آن برازش داده شد. مدل واریوگرام تراکم گونه های غالب علف های هرز تحت شرایط کنترل تلفیقی، شیمیایی و شاهد علف های هرز به ترتیب در شکل های ۱-۳ نشان داده شده است. پارامتر های مربوط به مدل های برازش داده شده نیز در جدول ۲ آمده است.

حداکثر درصد اثر قطعه ای برای گونه های مورد بررسی در ابتدای فصل رشد تحت شرایط کنترل تلفیقی، شیمیایی و شاهد علف های هرز ۲/۷۳ درصد بود. در پایان فصل رشد نیز حداکثر درصد اثر قطعه ای در شرایط کنترل تلفیقی، شیمیایی و شاهد علف های هرز به ترتیب ۳/۴۴، ۲۵/۷۱ و ۳۷/۸۲ درصد به دست آمد. از آنجا که اگر درصد اثر قطعه ای کمتر از ۲۵ درصد باشد نشان دهنده همبستگی مکانی قوی می باشد (Cambardella et al., 1994) می توان گفت گونه های مورد مطالعه در ابتدای فصل رشد ذرت دارای همبستگی مکانی قوی بوده و در آخر فصل رشد نیز پس از اعمال کنترل تلفیقی و شیمیایی، علف های هرز همچنان همبستگی مکانی و ساختار لکه ای خود را حفظ کرده اند. در نتیجه عملیات مدیریت علف های هرز معمولاً مراکز لکه های کمتر تأثیر پذیرفته و در نتیجه ساختار لکه ای علف های هرز حفظ می شود (Eshrafi et al., 2003).

در شرایط مختلف کنترل شیمیایی، تلفیقی و شاهد علف های هرز، دامنه تأثیر تاج خروس ریشه قرمز (از ۷/۵۵ تا ۳۲/۱۴ متر در ابتدای فصل رشد و از ۸/۰۷ تا ۱۶/۵۷ متر در پایان فصل رشد) متغیر بود. همچنین دامنه تأثیر

واریوگرام در این فاصله را مجانب یا حد آستانه می نامند. (Webster & Oliver, 2007). در این مطالعه دامنه تأثیر، نشان دهنده فاصله ای است که همبستگی مکانی گونه علف هرز وجود دارد. نسبت واریانس ناگت (C0) به حداکثر واریانس (C0/C0+C) که به درصد اثر قطعه ای^{۱۹} موسوم است می تواند شدت همبستگی مکانی را نشان دهد. در صورتی که نسبت واریانس ناگت به حداکثر واریانس کمتر از ۲۵ درصد باشد، همبستگی مکانی قوی، بین ۲۵ تا ۷۵ درصد، همبستگی مکانی متوسط و بیشتر از ۷۵ درصد، همبستگی مکانی ضعیف خواهد بود (Cambardella et al., 1994).

نتایج و بحث

بر اساس فراوانی به دست آمده از تراکم گونه های علف هرز در ابتدای فصل رشد در سطح مزرعه، دو گونه تاج خروس ریشه قرمز و تاج ریزی سیاه، ۹۶/۱۹ درصد از کل تراکم علف های هرز مزرعه را تشکیل می دادند، لذا به جز این دو گونه علف هرز غالب در مزرعه، سایر گونه ها طی فصل رشد با وجین دستی حذف شده و در محاسبات در نظر گرفته نشدند. برخی خصوصیات آماری گونه های مورد مطالعه در ابتدا و انتهای فصل رشد در جدول شماره ۱ آمده است.

برای مشخص نمودن اثر روش های کنترل علف های هرز بر الگوی تغییرات مکانی گونه های تاج خروس ریشه قرمز و تاج ریزی سیاه، سمی واریانس مربوط به تراکم هرگونه در ابتدا و پایان فصل رشد ذرت محاسبه (معادله ۱۹ - Nugget Effect

در شاهد علف‌های هرز نیز با وجود کاهش تراکم گونه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌ریزی سیاه به ترتیب حدود ۶۶ و ۶۳ درصد (جدول ۱)، دامنه تأثیر این گونه‌ها به ترتیب حدود ۰/۵ و ۲ متر افزایش یافت (جدول ۲).

اعتبار سنجی مدل واریوگرام

در ابتدای فصل رشد، سمی واریانس تراکم گونه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌ریزی سیاه در هر سه شرایط کنترل علف‌های هرز با توجه به درصد RMSE، در اکثر موارد با مدل کروی مطابقت خوب یا متوسطی داشت (جدول ۳). در پایان فصل رشد نیز در هر سه شرایط کنترل علف‌های هرز مورد مطالعه، مطابقت سمی واریانس تراکم گونه‌ها با مدل کروی عالی بود (جدول ۳). این نتیجه ثبات مکانی گونه‌های مورد بررسی را تأیید می‌کند. برازش مناسب مدل واریوگرام سقف دار (دارای حدآستانه) به هر متغیر، نشان‌دهنده ثبات مکانی آن متغیر عنوان شده است (Cressie, 1993).

از آنجا که علف‌های هرز، جوامعی پویا هستند نمی‌توان به‌طور قطع مدلی را به عنوان مدل مناسب واریوگرام برای همه گونه‌های علف‌های هرز و در هر شرایطی پیشنهاد داد. اما مطابق یافته‌های مطالعه حاضر با توجه به درصد RMSE برای مدل‌های برازش داده شده (جدول ۳) و همچنین مطابق نتایج برخی از مطالعات دیگر، مدل کروی با روند تغییرات سمی واریانس تراکم علف‌های هرز مطابقت داشته است (Nasiri Mahalati et al., 2014; Makarian & Abasdokht, 2014). مدل کروی با برخی خصوصیات بیولوژی علف‌های هرز

تاج‌ریزی سیاه نیز (از ۴/۵۱ تا ۱۱/۴۸ متر در ابتدای فصل رشد و از ۵/۱۱ تا ۱۳/۴۹ متر در پایان فصل رشد) متغیر بود. دامنه تأثیر (A0)، نشان‌دهنده حداکثر فاصله‌ای است که در آن متغیر مورد مطالعه دارای همبستگی مکانی است. از طرفی دامنه تأثیر اطلاعاتی در رابطه با فاصله مجاز نمونه‌برداری ارائه می‌کند (Goovaerts, 1999). در این مطالعه دامنه تأثیر محاسبه شده برای گونه‌های مورد بررسی و در شرایط کنترل تلفیقی، شیمیایی و شاهد بدون کنترل، بیشتر از فواصل نمونه‌برداری (۱/۸۷×۲/۵ متر) بود (جدول ۲)، که این نتیجه نشان می‌دهد انتخاب فواصل نمونه‌برداری برای بررسی پراکنش گونه‌ها در شرایط این آزمایش مناسب بوده است.

اعمال کنترل تلفیقی علف‌های هرز (شیمیایی+مکانیکی) ضمن اینکه موجب کاهش تراکم گونه‌های تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌ریزی سیاه به ترتیب به میزان ۹۵ و ۹۳ درصد در پایان فصل رشد شد (جدول ۱)، با تخریب حواشی لکه‌های این گونه‌ها نیز موجب کاهش دامنه تأثیر آن‌ها به ترتیب در حدود ۱۵/۵ متر (حدود ۴۸ درصد) و ۲/۸ متر (حدود ۳۰ درصد) شده است (جدول ۲).

تحت شرایط کنترل شیمیایی نیز ضمن اینکه کاهش تراکم هر دو گونه تاج‌خروس ریشه قرمز و تاج‌ریزی سیاه به ترتیب به میزان ۸۸ و ۸۴ درصد در پایان فصل رشد، حاصل شد (جدول ۱)، دامنه تأثیر تاج‌خروس ریشه قرمز در پایان فصل رشد ۰/۶۸ متر کاهش و دامنه تأثیر تاج‌ریزی سیاه ۰/۶۰ متر افزایش یافت (جدول ۲).

برای پراکنش بذر نیز همخوانی دارد.

نتیجه گیری

رشد ثابت بود، لذا اعمال کنترل شیمیایی نیز در شرایط حاکم بر این پژوهش توانسته است مانع از گسترش دامنه تأثیر تاجخروس ریشه قرمز گردد. پیشنهاد می شود به تلفیق کنترل مکانیکی و شیمیایی علف های هرز به عنوان روشی برای کاهش دامنه تأثیر علف های هرز یک ساله در مزرعه ذرت توجه گردد.

نتایج بسیاری از مطالعات پراکنش مکانی علف های هرز، بر توزیع لکه ای علف های هرز دلالت دارند. البته نحوه توزیع گونه ها تا حد زیادی به خصوصیات بیولوژی، شرایط مدیریتی و محیط پیرامون آن ها مرتبط می باشد. واریوگرام تراکم گونه های مورد بررسی در ابتدا و پایان فصل رشد، در هر سه شرایط کنترل علف های هرز در اکثر موارد با مدل کروی مطابقت داشت که نشان دهنده حفظ ساختار لکه ای گونه های مورد بررسی حتی پس از اعمال کنترل شیمیایی و تلفیق کنترل شیمیایی + مکانیکی بود. در هر سه شرایط کنترل تلفیقی، شیمیایی و شاهد علف های هرز، تراکم گونه های غالب علف هرز در سطح مزرعه کاهش یافت، اما دامنه تأثیر این گونه ها به طور متفاوتی تحت تأثیر شرایط مدیریتی مزرعه قرار گرفت. دامنه تأثیر گونه های مورد مطالعه در شاهد بدون کنترل افزایش یافت، در حالی که بیشترین کاهش دامنه تأثیر این گونه ها در شرایط کنترل تلفیقی به دست آمد. معمولاً حواشی لکه های علف هرز قسمت های آسیب پذیرتری نسبت به مراکز پرتراکم هستند. می توان گفت تلفیق کنترل شیمیایی و مکانیکی طی دوره بحرانی کنترل علف های هرز در مزرعه ذرت، به خوبی توانسته موجب تخریب حواشی لکه های علف های هرز مورد بررسی گردیده و دامنه تأثیر گونه های تاجخروس ریشه قرمز و تاجریزی سیاه را کاهش دهد. در کنترل شیمیایی نیز تقریباً دامنه تأثیر تاجخروس ریشه قرمز در ابتدا و پایان فصل

References

- Abaspour, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2003. Critical period of corn weed control in Mashhad conditions. *Iranian Agricultural Research* 2(2): 182-195 (In Persian).
- Bhaskar, A. V., Lovera, K. R., Davies, W., and Cannon, N. 2014. Weed prevalence under organic and low-input cultivation systems. *Aspects of Applied Biology* 125: 129-134.
- Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., and Konopka, A.E. 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Sciences. soil Science society of america journal* 58(5): 1501–1511.
- Cardina, J., Sparrow, D. H., and McCoy, E. L. 1995. Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*). *Weed science* 258-268.
- Chauhan, B. 2013. Effect of tillage systems, seeding rates, and herbicides on weed growth and grain yield in dry-seeded rice systems in the Philippines. *Crop Protection* 54: 244-250.
- Cressie, N.A.C. 1993. *Statistics for Spatial Data*. Wiley, New York, NY, 900 pp.
- Eshrafi, A., Banayan Aval, M., and Rashed Mohasel, M.H. 2003. Study of Spatial Dynamics of Weed Populations in Corn Field Using Geostatistic. *Iranian Journal of Agricultural Research* 1(2): 139-154. (In Persian).
- Ghanbari, A., Afshari, M., and Mohammadabadi, A. A. 2011. Estimation of weed competition in maize (*Zea mays* L.) by using function of inverse weight of individual plants and relative leaf area of weeds. *Iranian Journal of Agricultural Research* 9(3): 428-437 (In Persian).
- Goovaerts, P. 1999. *Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives*. *Geoderma* 89(1): 1-45.
- Gringarten, E. and Deutsch, C. V. 2001. Teacher's aide variogram interpretation and modeling. *Mathematical Geology*, 33(4): 507-534.
- Hasani Pak, A.S. 1999. *Geostatistical*. Third Edition, Tehran University Press, Tehran. 314 p. (In Persian).

- Henkel-Johnson, D., Macdonald, S. E., Bork, E. W., and Thomas, B. R. 2016. Influence of weed composition, abundance, and spatial proximity on growth in young hybrid poplar plantations. *Forest ecology and management, Elsevier Science*, 362: 55-68.
- Hyndman, R.J., and Koehler, A.B. 2006. Another look at measures of forecast accuracy. *International journal of forecasting*, 22(4): 679-688.
- Jamieson, P. D., Porter, J. R., and Wilson, D. R. 1991. A test of the computer simulation model ARCWHEAT1 on wheat crops grown in New Zealand. *Fields Crop Research*, 27:(4) 337-350.
- Kochaki, A., Zarifketabi, H., and Nakhforoush, A. 2001. Translation. *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. First Edition, Altieri, M., and Liebman, M. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad. 458 p (In Persian).
- Makarian, H., Abasdokht, H. 2014. The effect of different management methods on spatial-temporal distribution of weed population and Saffron biomass. *Journal of Crop Production Research*, 21(2):107-124 (In Persian).
- Morhart, C., Sheppard, J. Seidl, F. and Spiecker, H. 2013. Influence of different tillage systems and weed treatments in the establishment year on the final biomass production of short rotation coppice poplar. *Forests*, 4(4): 849-867.
- Nassiri Mahalati, M., Koocheki, A., and Jahani, M. 2014. Estimating within field variability of wheat yield using spatial variables: An approach to precision agriculture. *Journal of Agroecology* 8(3):329-345, (In Persian).
- Pannacci, E., and Tei, F. 2014. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop protection*, 64:51-59.
- Saghafian, B., Danesh Kar Araste, P., Rahimi Bandar Abadi, S., Mohamadzade, M., and Fattahi, E. 2008. Guideline of spatial distribution of climatological factors using point data. *Adjutancy of Strategic planning and monitoring of President*, 585: 133-1.
- San Martín, C., Milne, A., Webster, R., Storkey, J., Andújar, D., Fernández-Quintanilla, C., and Dorado, J. 2018. Spatial analysis of digital imagery of

- weeds in a maize crop. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 61(7):1-20.
- Schuster, I., Nordmeyer, H., and Rath, T. 2007. Comparison of vision-based and manual weed mapping in sugar beet. *Biosystems engineering*, 98(1):17-25.
- Senarathne, S. H., and Sangakkara, R. U. 2009. Effect of different weed management systems on the weed populations, and seedbank composition and distribution in tropical coconut plantations. *Weed biology and management*, 9(3):209-216.
- Theisen, G. and Bastiaans, L. 2015. Low disturbance seeding suppresses weeds in no-tillage soyabean. *Weed Research*, 55(6):598-608.
- Vasic, V., Orlovic, S., Pap, P., Kovacevic, B., Drekić, M., Pajnik, L. P. and Galic, Z. 2015. Application of pre-emergence herbicides in poplar nursery production. *Journal of forestry research*, 26(1):143-151.
- Weaver, S. 1985. *Geographic spread of Datura stramonium in association with soybeans and maize in Ontario, Canada*. Paper presented at the Proceedings of the 1985 British Crop Protection Conference–Weeds.
- Webster, R., and Oliver, M. 2007. *Geostatistics for environmental scientists*. Second Edition, John Willy and Sons. INC Architecture and Design, New York City.330p.

جدول ۱- خصوصیات آماری گونه های غالب علف های مرز در ابتدا و انتهای فصل رشد ذرت

Table 1. Statistical characteristics of pigweed and nighshade at the beginning and end of the maize growing season

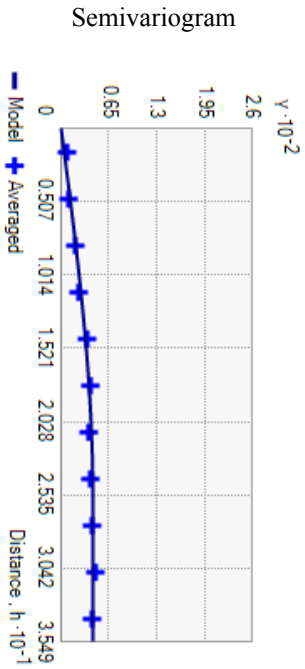
روش کنترل علف های مرز	گونه علف مرز	Min*	Max*			Mean (n m ⁻²)	SDm m ⁻²			CV (%)			Relative abundance (%)	
			90 DAP	30 DAP	90 DA P		90 DAP	30 DAP	90 DAP	30 DAP	90 DAP	30 DAP	90 DAP	
کنترل تلفیقی Integrated control	<i>Amaranthus retroflexus</i> ¹	0	0	25	2	160.35	8.35	86.54	11.05	53.97	132.25	40.74	33.81	
	<i>Solanum nigrum</i> ²	1	0	34	3	233.24	16.35	133.13	12.45	57.07	76.16	59.25	66.18	
	Total weeds ³	5	0	40	3	393.60	24.71	121.61	12.26	30.89	49.64	100	100	
کنترل شیمیایی Chemical control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	28	5	207.46	25.60	125.21	18.23	60.35	71.23	51.45	45.14	
	<i>Solanum nigrum</i>	0	0	32	6	195.73	31.11	119.08	21.09	60.83	67.80	48.54	54.85	
	Total weeds	7	2	40	6	403.20	56.71	98.40	17.81	24.40	31.41	100	100	
ناحیه علف های مرز Weedy control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0	24	7	121.95	41.06	83.48	24.69	68.45	60.14	35.48	33.09	
	<i>Solanum nigrum</i>	0	0	34	11	221.68	83.02	133.01	46.74	60.05	56.30	64.51	66.90	
	Total weeds	5	3	39	13	343.64	124.0	110.07	38.62	32.03	31.12	100	100	

کل علف های هرز-3، 2، 1- تاخ خروج رس ریشه قوبر-1-1
(تعداد روزهای پس از کاشت)،
DAP= Days After Planting (25×25cm) n=90, Max= maximum in each quadrat (25×25cm) n =90.
Min = minimum in each quadrat (25×25cm) n=90, Max= maximum in each quadrat (25×25cm) n =90.

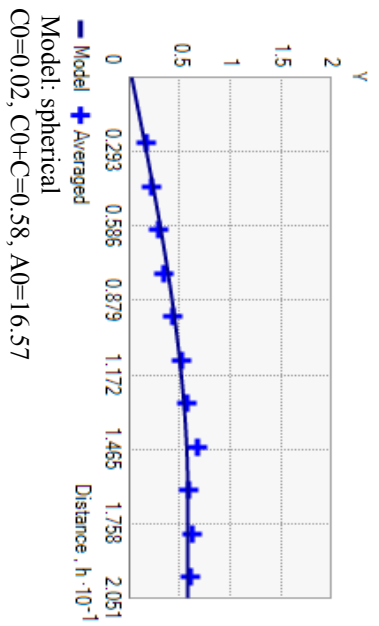
۳۰ روز پس از کاشت
 (تاج خروس ریشه قرمز) *Amaranthus retroflexus*
 :30 days after planting

۹۰ روز پس از کاشت
 :90 days after planting

a)

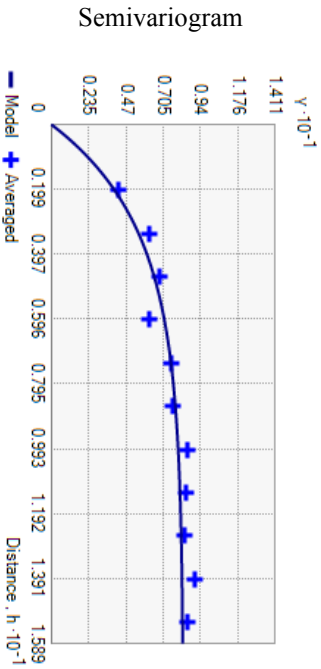


b)



(تاج ریزی سیاه) *Solanum nigrum*

c)



d)

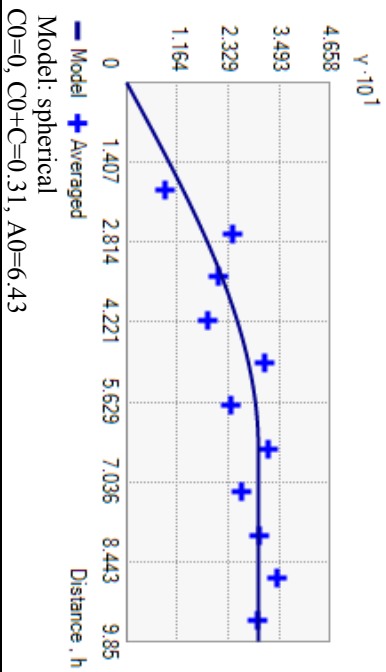


Figure 1- the fitted model to semivariances of species density after integrated control.

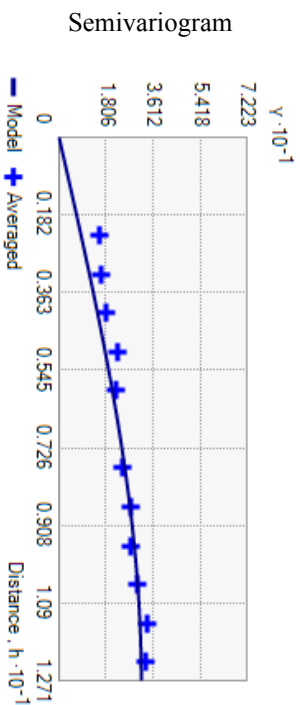
شکل ۱- مدل برازش داده شده به سنجی واریانس تراکم علف های هرز در شرایط کنترل تلفیقی علف های هرز

۳۰ روز پس از کاشت
(30 days after planting)

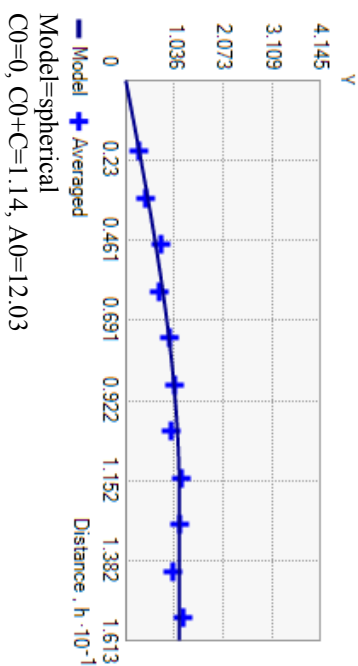
۹۰ روز پس از کاشت
(90 days after planting)

Amaranthus retroflexus (تاج خروس ریشه قرمز):

a)

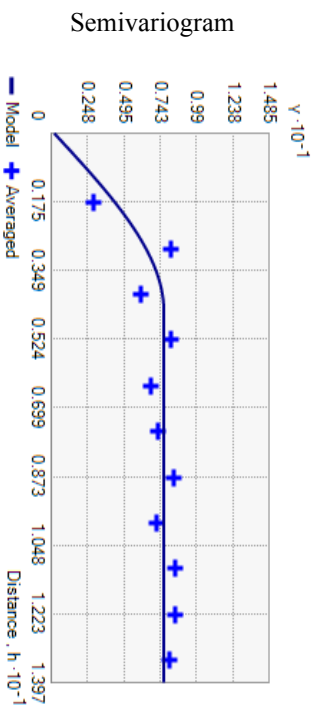


b)



Solanum nigrum (تاج ریزی سیاه):

c)



d)

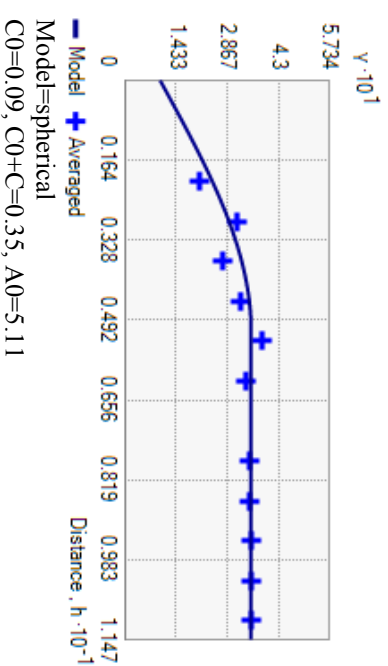


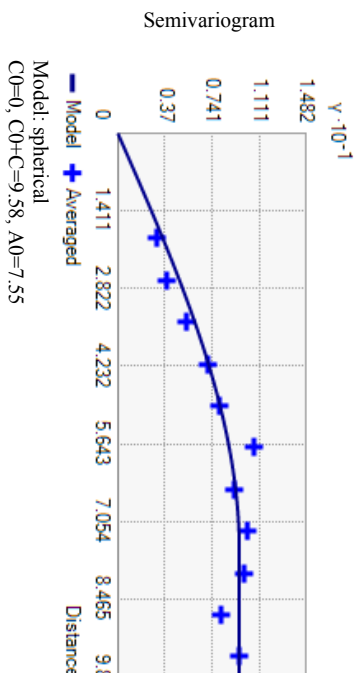
Figure 2- the fitted model to semi variances of species density after chemical control.

شکل ۲- مدل برازش داده شده به سنجی واریانس تراکم علف های هرز در شرایط کنترل شیمیایی علف های هرز

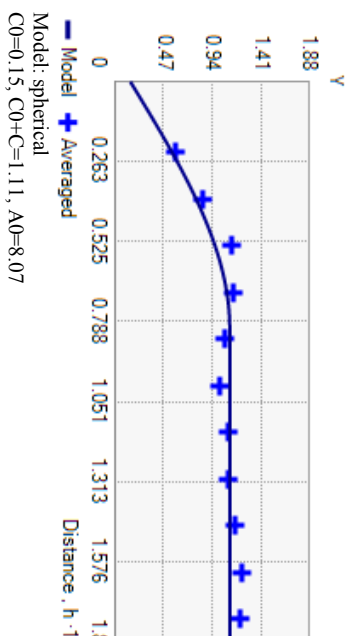
۳۰ روز پس از کاشت
(30 days after planting)

۹۰ روز پس از کاشت
(90 days after planting)

a) *Amaranthus retroflexus* (تاج خروس ریشه قرمز):



b)



c) *Solanum nigrum* (تاج بزی سیاه):

d)

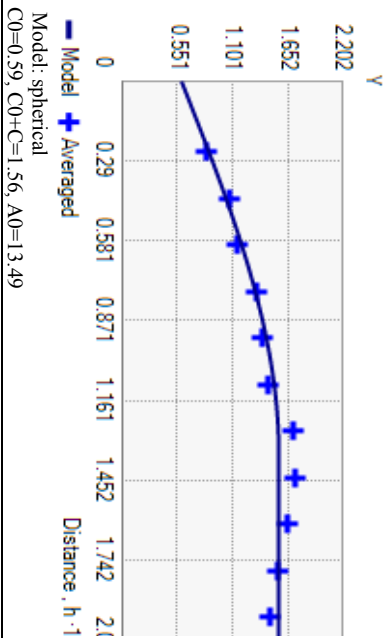
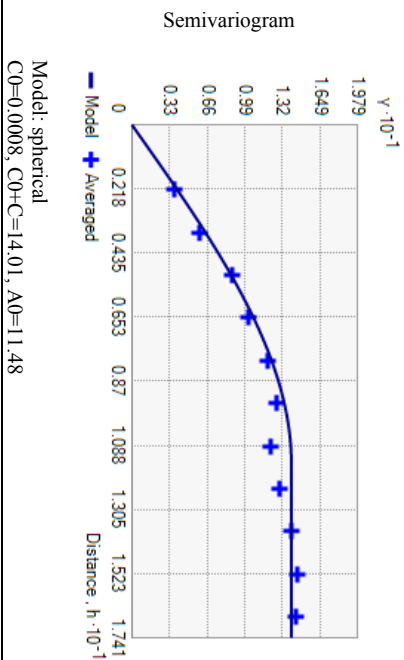


Figure 3- the fitted model to semivariates of species density in weedy control.

شکل ۳- مدل برازش داده شده به سنجی واریانس تراکم علف های هرز در شاهد علف های هرز

جدول ۲- پارامترهای مدل واریوگرام برازش داده شده به تراکم گونه های علف هرز
Table 2. The parameters of variogram models fitted to the density of weed species

روش کنترل علف های هرز Weed control methods	گونه علف هرز Species	عرض از مبدأ (ناگت) Intercept (Nugget)	حد آسمانه (مجانب) Sill (Asymptote)	دامنه تاثیر Range	اثر قطعه ای Nugget (%)	وابستگی مکانی Spatial dependence					
		(C0)	(C0+C)	(A0)	(C0/C0+C)×100						
کنترل تلفیقی Integrated control	<i>Amaranthus retroflexus</i> ¹	0.25	0.02	44.70	32.14	16.57	0.55	3.44	Strong*	Strong	
	<i>Solanum nigrum</i> ²	0	0	8.34	9.26	6.43	0	0	Strong	Strong	
کنترل شیمیایی Chemical control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0.09	0	31.69	1.14	12.71	12.03	0.28	0	Strong	Strong
	<i>Solanum nigrum</i>	0.21	0.09	7.68	0.35	4.51	5.11	2.73	25.71	Strong	Moderat ^e
شاهد علف هرز Weedy control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	0.15	9.58	1.11	7.55	8.07	0	13.51	Strong	Strong
	<i>Solanum nigrum</i>	0.0008	0.59	14.01	1.56	11.48	13.49	0.005	37.82	Strong	Moderat ^e

۱- نایج زردی سیاه - ۲، نایج نخروس زیتنه قوبر - ۱
DAP= Days After Planting (کانت) (تعداد روزهای پس از کانت)
strong (فوق) و moderate (متوسط)

جدول ۳- ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) جهت تعیین دقت مدل برازش داده شده به سببی واریانس تراکم علف‌های هرز
Table 3. RMSE for determination of the accuracy of models fitted to semivariances of density of weed species

روش کنترل علف‌های هرز Weed control methods	گونه علف هرز Species	مدل		ریشه میانگین خطاها		درصد ریشه میانگین خطاها		دقت پیش‌بینی		
		Model	RMSE (m)	RMSE (%)	Prediction accuracy					
کنترل تلفیقی Integrated control	<i>Amaranthus retroflexus</i> ¹	30 DAP*	90 DAP	30 DAP	90 DAP	30 DAP	90 DAP	30 DAP	90 DAP	
		PS.M*	S.M*	2.03	0.37	20.25	4.42	Medium*	Great *	
	<i>Solanum nigrum</i> ²	E.M*	S.M	1.87	0.36	12.82	2.21	Good*	Great	
		S.M	S.M	2.13	0.32	16.42	0.77	Good	Great	
	کنترل شیمیایی Chemical control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	S.M	S.M	2.23	0.53	18.22	1.70	Good	Great
		<i>Solanum nigrum</i>	S.M	S.M	1.66	0.80	21.77	1.94	Medium	Great
شاهد علف های هرز Weedy control	<i>Amaranthus retroflexus</i>	S.M	S.M	1.73	0.96	12.48	1.15	Good	Great	
	<i>Solanum nigrum</i>	S.M	S.M	1.73	0.96	12.48	1.15	Good	Great	

۱- تاج روزی سیاه-2، تاج خروس ریشه قوبر-1

PS.M= Pentaspherical Model (مدل پنتاکروی), S.M= Spherical Model (مدل کروی), E.M= Exponential Model (مدل نمایی)

DAP= Days After Planting (تعداد روزهای پس از کاشت), Great = عالی, Good=خوب, Medium = متوسط

Spatial distribution of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and nightshade (*Solanum nigrum*) in different weed control conditions

Maryam Arianmehr^{1*}, Ali Ghanbari², Reza Ghorbani², Mehdi Nassiri Mahallati²

1. PhD Student in the Department of Agrotechnology, at Ferdowsi University of Mashhad (Corresponding author)
2. Associate Prof, College of Agricultural Sciences, Ferdowsi University of Mashhad

Received: September 2019 Accepted: November 2020 - DOI: 10.22092/aj.2021.127751.1432

Extended Abstract

Arianmehr, M., Ghanbari, A., Ghorbani, R., Nassiri Mahallati, M., Spatial distribution of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and nightshade (*Solanum nigrum*) in different weed control conditions
Applied Research in Field Crops Vol 33, No. 4, 2021 19-21: 128-145 (in Persian)

Introduction:

In each farm field and over time due to the long-term use of inputs and varied tillage practices as well as different management operations, the factors affecting plant yield would be complex (Liu *et al.*, 2013). The impacts of these factors are not usually taken into consideration in farm management. For example, the herbicides are usually applied uniformly based on the mean weed pressure in the field. Uniform management in situations where there is spatial variation, not only will not be economically efficient but also will have detrimental environmental consequences. Cardina & Doohan (2008) reported that although weeds are often dense in some parts of the field, their density is not independent of each other. In other words, their density depends on the sampling distance of species. Identifying weed distribution on the farm is a necessary step before site-specific management. Site-specific management is in the direction of sustainable agricultural purposes. This thereby highlights the importance of the study of the spatial distribution of weeds. The aim of this study was to investigate the spatial distribution of pigweed
Email address of the corresponding author: m.arianmehr@um.ac.ir

and nightshade under different weed control methods.

Materials and Methods:

This experiment was conducted at the experimental station of Ferdowsi University of Mashhad during the maize growth season of 2016. A plot of field measuring 56.25×21 m was selected and maize S.C 704 was planted in it. Each control method including chemical control, integrated control (chemical +mechanical) and weedy control was applied to one-third of the field. Data collected from sampling at 270 points based on a 1.87×2.5 m grid at two stages; the first and the end of maize growth season (30 and 90 days after corn planting). *Amaranthus retroflexus* and *Solanum nigrum* species had more than 96% density of total weeds.

The evaluation of the spatial distribution of weed species was done by a geostatistical analysis of the species counts. The principal tool of geostatistics is the variogram (Goudy *et al.*, 2001). The function showed in equation (1) links the expected squared difference of a variable between any two places:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad \text{equation (1)}$$

Where $z(x)$ and $z(x + h)$ are random variables at positions x and $x + h$. h is the distance of pair of points. Validation of the variogram model was determined by (equation 2) that calculating the root mean square error (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_p(h_i) - z_o(h_i))^2}{n}} \quad \text{equation (2)}$$

Results and Discussion:

According to the percentage of RMSE error, the fitted variogram models to density pigweed and nightshade were most often in accordance with the spherical model in integrated control, chemical control and weedy control at the beginning and end of the growing season. This result in addition to indicating a patchy distribution for species, also showed that this structure in species has been preserved after mechanical and chemical control. In the integrated control, the range of pigweed and nightshade decreased about 15.5 m (48%) and 2.8 m (30%) at the end of the growing season, respectively, while in the weedy control, the

range of these species increased about 0.5 m (6%) and 2 m (17%) at the end of the growing season, respectively. In the chemical control, the range of pigweed, decreased about 0.68 m and the range of nightshade increased about 0.6 m at the end of the growing season.

Conclusion:

The results of many studies indicate a patchy distribution of weeds. In this study, the patchy structure of weeds persisted even after mechanical and chemical control of weeds. It can be said the mechanical and chemical control of weeds destroy around of patches of weeds, but the center of the weed patches remains. Also in this study, the range of species was affected by weed control methods so that the integrated control of weeds decreased the range of pigweed and nightshade and chemical control of weeds prevented expanding the range of pigweed.

Keywords: chemical control, integrated control, patchy distribution of weeds.

References:

- Cardina, J., and Doohan, D. 2008. Weed biology and precision farming. *Site-specific management guideline*, www.ppi-far.org/ssmg (Accessed on 10 May 2016).
- Goudy, H.J., Bennett, K.A., Brown, R.B., and Tardif, F.J. 2001. Evaluation of site-specific weed management using a direct-injection sprayer. *Weed science*, 49(3), 359-366.
- Liu, Y., LV, J., Zhang, B., and Bi, J. 2013. Spatial multi-scale variability of soil nutrients in relation to environmental factors in a typical agricultural region, Eastern China. *Science of the Total Environment*, 450, 108-119.