



بررسی توزیع مکانی علف‌های هرز و تأثیر آن بر زیست‌توده گندم (*Triticum aestivum* L.)

* حسن مکاریان^۱ و رایحه‌سادات حسینی^۲

^۱ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی شاهرود،
^۲ کارشناس گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

به منظور تشریح پراکنش مکانی علف‌های هرز و تأثیر آن بر زیست‌توده گندم تحت شرایط مدیریت رایج، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در یک مزرعه گندم واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود با استفاده از روش ژئواستاتستیک انجام شد. علف‌های هرز در ۱۲۱ نقطه در سطح مزرعه در دو نوبت به ترتیب قبل و بعد از کنترل پس‌رویشی شناسایی و شمارش شدند. زیست‌توده هوایی گندم نیز در محل‌های منطبق بر ثبت گیاهچه علف‌های هرز در زمان نمونه‌برداری اول جمع‌آوری و توزین شد. در مجموع ۱۲ گونه علف هرز در مزرعه مشاهده شد. تجزیه و تحلیل سمی واریوگرام برای گونه‌های متداول نشان داد که ۶۷/۴ تا ۹۹/۸ درصد واریانس در تراکم حاصل همبستگی مکانی بود، یا به عبارتی اغلب گونه‌های علف هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری دارای پراکنش لکه‌ای بودند. در این آزمایش وزن خشک زیست‌توده گندم نیز در سطح مزرعه دارای الگوی توزیع لکه‌ای بود. همبستگی مکانی قوی (۸۹ و ۸۷/۴ درصد به ترتیب در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری) بین عکس وزن زیست‌توده گندم و تراکم کل علف‌های هرز توسط آنالیز کراس سمی واریوگرام در سطح مزرعه مشاهده شد. مطابقت بالایی بین نقاط با تراکم بالای علف هرز و نقاط دارای بیوماس کم گندم روی نقشه‌ها مشاهده شد. نتایج نشان داد که آرایش لکه‌ای علف‌های هرز باعث توزیع غیریکنواخت در تولید بیوماس گیاه زراعی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: توزیع لکه‌ای، ژئواستاتستیک، گندم، علف هرز، همبستگی مکانی

* مسئول مکاتبه: h.makarian@yahoo.com

مقدمه

علف‌های هرز در نقاطی از مزرعه که شرایط موضعی برای سبز شدن آن‌ها فراهم است تجمع می‌یابند (گونزالس - اندوجار و همکاران، ۲۰۰۳). به عبارت دیگر علف‌های هرز پراکنش یکنواخت و یا تصادفی ندارند بلکه در مقیاس‌های مختلف دارای توزیع لکه‌ای هستند (کلی و همکاران، ۲۰۰۶). توزیع ناهمگون و طبیعت لکه‌ای جمعیت علف‌های هرز به دلیل اثرات متقابل بیولوژی علف هرز، شرایط موضعی میکروکلیمات و عملیات مدیریتی می‌باشد (بیگ‌وود و اینوی، ۱۹۸۸). توزیع مکانی متغیر مهمی در تعامل بین گیاهان است که رقابت، بقاء، باروری و پراکنش اندام‌های رویشی و زایشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به بیان کلی‌تر، در پویایی درازمدت جمعیت علف‌های هرز، دخالت دارد (دوتیلول، ۱۹۹۳). جهت بررسی اثر هر نوع عملیات کشاورزی بر مدیریت علف‌های هرز شناخت تغییرات در توزیع، تراکم و ترکیب علف‌های هرز طی مکان و زمان ضروری می‌باشد (ویلز، ۲۰۰۵). بنابراین، شناخت پویایی مکانی جوامع علف‌های هرز و سرعت پراکنش آن‌ها در داخل مزارع اهمیت زیادی در طراحی برنامه‌های مدیریت متناسب با مکان علف‌های هرز دارد (زنگ و ونگ، ۲۰۰۲).

توابع هذلولی برای توصیف درصد کاهش عملکرد در واحد تراکم علف هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این توابع بر مبنای توزیع یکنواخت علف‌های هرز استوار است، اما این فرضیه منجر به بروز خطاهایی در تخمین کاهش عملکرد می‌شود و معمولاً تخمینی بالاتر از کاهش عملکرد گیاه زراعی ارائه می‌دهد (برین و کوزنس، ۱۹۹۰). در این صورت میزان علف‌کش مورد نیاز نیز بیش از حد واقعی محاسبه می‌شود (ویلز، ۲۰۰۵). در پراکنش یکنواخت، علف‌های هرز با هم، هم‌پوشانی نداشته و علف هرز حداکثر اثرات رقابتی را روی گیاه زراعی ایجاد می‌کند، در حالی که در توزیع لکه‌ای در بعضی نواحی تراکم خیلی کم و یا حتی صفر از علف هرز وجود دارد، بنابراین در این نواحی کاهش عملکرد حداقل خواهد بود (مکاریان، ۲۰۰۸). یکی از روش‌های آنالیز توزیع مکانی علف‌های هرز استفاده از روش ژئواستاتیسیتیک^۱ است. در این روش با استفاده از آمار مکانی سمی واریوگرام‌هایی^۲ را که ساختار مکانی جمعیت‌ها را تشریح می‌کند، برازش داده می‌شود. سپس با استفاده از روش کریجینگ^۳ نقشه‌های توزیع علف‌های هرز ترسیم می‌شود تا جهت درون‌یابی در نقاطی که نمونه‌برداری انجام

1- Geostatistic

2- Semi-Variogram

3- Kriging

نشده مورد استفاده قرار گیرد (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰). امروزه با تهیه نقشه‌های توزیع و تراکم علف‌های هرز در سطح مزارع که اغلب به کمک روش‌های ژئواستاتستیکی انجام می‌شود، می‌توان در رابطه با محل تیمار و نوع مدیریت لازم تصمیم‌گیری نمود (ویلنز، ۲۰۰۵). بدین ترتیب ورودی‌های مدیریتی با کارایی بیش‌تری به‌کار رفته، هزینه‌های مورد نیاز کاهش یافته و سود بیش‌تری نیز عاید کشاورز خواهد شد (لوتمن و همکاران، ۲۰۰۲). کاردینا و همکاران (۱۹۹۷)، در مطالعه الگوی ظهور دم‌روباهی سبزی (*Setaria faberi Herm.*) در مزرعه سویا، گیاهچه‌های این علف هرز را در کوادرات‌های ۰/۲۵ مترمربعی در یک شبکه به ابعاد ۳ × ۱/۵ متر در چند تاریخ متوالی طی یک فصل رشد شمارش کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که الگوی ظهور گیاهچه‌ها در طول فصل متغیر بود. مکاریان (۲۰۰۸) با استفاده از روش‌های زمین آماری نقشه‌های توزیع علف‌های هرز سه مزرعه زعفران را ترسیم کرده و براساس نقشه‌ها اقدام به کنترل لکه‌ای علف‌های هرز نمود، او بیان کرد که کاربرد لکه‌ای سم سبب کاهش ۲۰ تا ۴۳/۳ درصدی علف‌کش مورد نیاز برای کنترل علف‌های هرز نسبت به کاربرد سراسری شد. آنالیز کراس سمی واریوگرام^۱ آمار مکانی نیز یکی از راه‌های تشخیص تغییرات و همبستگی مکانی یا زمانی بین دو متغیری است که به‌وسیله شرایط محیطی یا فرایندهای مکانی مشابه تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند (کاردینا و همکاران، ۱۹۹۶). مکاریان و همکاران (۲۰۰۷)، با استفاده از روش آنالیز کراس سمی واریوگرام روابط مکانی بین جمعیت‌های بذور و گیاهچه علف‌های هرز را مورد بررسی قرار دادند و همبستگی بالایی بین دو جمعیت مذکور مشاهده کردند. کلی و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از روش‌های زمین آماری، میزان کاهش عملکرد ذرت در اثر رقابت با علف‌های هرز باریک برگ یک‌ساله را تخمین زده و نشان دادند که بعضی نقاط به‌دلیل این‌که کاهش عملکرد آن از حد آستانه مورد نظر کم‌تر بود نیاز به کاربرد علف‌کش نداشت. به هر حال، شناخت ویژگی‌های مربوط به پراکنش جوامع علف‌های هرز در سطح مزارع و عوامل تأثیرگذار بر آن، جهت طراحی برنامه‌های صحیح مدیریتی علف‌های هرز امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

این پژوهش با هدف مطالعه پراکنش مکانی جمعیت علف‌های هرز چیره در یک مزرعه گندم و نیز تأثیر توزیع علف‌های هرز بر تولید زیست‌توده^۲ هوایی گندم انجام شد.

1- Cross-Semivariogram

2- Biomass

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود با استفاده از روش ژئواستاتستیک انجام شد. طول و عرض جغرافیایی محل به ترتیب 54° و 58° شمالی و 36° و 25° شرقی و ارتفاع محل از سطح دریا ۱۳۴۹ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۶/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لومی بود. مزرعه پیش از کاشت با کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کوددهی شد. به منظور کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ در مزرعه گندم از علف‌کش پهن‌برگ‌کش توفوردی + ام سی پی آ (با نام تجاری یو ۴۶ کمی فلوئید ۶۷/۵ درصد) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. کاربرد علف‌کش در دوم اردیبهشت‌ماه، زمانی که علف‌های هرز مذکور در مرحله ۲ تا ۳ برگی بودند و گندم نیز در مرحله شروع ساقه‌دهی بود، انجام شد. لازم به ذکر است به دلیل جمعیت بسیار اندک علف‌های هرز باریک‌برگ در مزرعه مورد آزمایش اقدامی جهت کنترل آن‌ها صورت نگرفت.

نمونه‌برداری از بخشی از مزرعه گندم به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع (50×50 متر) بر روی یک شبکه علامت‌گذاری شده مربعی به ابعاد 5×5 متر و در مجموع از ۱۲۱ نقطه صورت گرفت. نمونه‌برداری با استفاده از میکروپلات‌های ثابت (در هر دو مرحله محل نقاط نمونه‌برداری ثابت بود) به ابعاد $0/15$ متر مربع (30×50 سانتی‌متر) و در دو مرحله به ترتیب قبل از کنترل شیمیایی (اول اردیبهشت‌ماه) و بعد از کنترل شیمیایی (۲۵ اردیبهشت‌ماه) انجام شد. در هر میکرو پلات تمامی گونه‌های علف هرز موجود شناسایی و شمارش شدند.

نمونه‌برداری از زیست‌توده هوایی گندم: محل‌های نمونه‌برداری از زیست‌توده هوایی نیز بر محل‌های نمونه‌برداری از جمعیت گیاهچه‌های علف هرز منطبق بود. نمونه‌برداری از زیست‌توده هوایی گندم در اول اردیبهشت هم‌زمان با نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز انجام شد. کلیه زیست‌توده هوایی گندم از سطح خاک جمع‌آوری و در پاکت‌های مقوایی با پرچسب تعیین‌کننده مختصات هر نقطه قرار داده شد. سپس نمونه‌های مذکور به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای 70° درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت $0/01$ گرم وزن شد.

خصوصیات مختلف محیطی (همانند تراکم علف هرز) دارای وابستگی مکانی هستند به این ترتیب که مقادیر یک متغیر محیطی در فواصل نزدیک دارای تشابه نزدیکی بوده و با ازدیاد فاصله این

همبستگی کاهش می‌یابد. این وابستگی مکانی بین نمونه‌ها را می‌توان به صورت یک مدل ریاضی تحت عنوان سمی واریوگرام توصیف کرد (رسی و همکاران، ۱۹۹۲).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_i + h)]^2 \quad (1)$$

که در آن:

$N(h)$: زوج نمونه‌ای است که به فاصله h از یکدیگر واقع شده‌اند، $Z(X_i)$: تراکم علف هرز در موقعیت i ، $Z(X_i + h)$: تراکم علف هرز در موقعیت $X_i + h$ و $\gamma(h)$ نیز سمی واریوگرام می‌باشد. جهت توصیف همبستگی بین دو متغیر (جمعیت کل علف‌های هرز و وزن زیست‌توده گندم) از کراس سمی واریوگرام استفاده شد (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰).

$$\gamma_{AB}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_A(X_i) - Z_A(X_i + h) \times Z_B(X_i) - Z_B(X_i + h)] \quad (2)$$

که در آن:

$\gamma_{AB}(h)$: کراس سمی واریوگرام برای مکان‌های نمونه‌برداری است که به فاصله h از یکدیگر واقع شده است. $Z_A(X_i)$ و $Z_B(X_i)$ به ترتیب تراکم جمعیت علف‌های هرز و عکس وزن زیست‌توده گندم در نقاط X و $X+h$ می‌باشد. Nh : تعداد جفت محل‌های نمونه‌برداری است که به فاصله h از یکدیگر واقع شده‌اند (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰). جهت محاسبه مقادیر $\gamma_{AB}(h)$ همه زوج نمونه‌هایی که به فاصله h از یکدیگر قرار داشت مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب براساس نمونه‌های موجود مقدار تجربی این معادله‌ها به دست آمده و سپس مدل‌ها بر حسب این مقادیر تجربی برازش داده شد. از پارامترهای مدل‌ها جهت تخمین تراکم علف‌های هرز در نقاط نمونه‌برداری نشده به وسیله کریجینگ استفاده گردید.

این پارامترها عبارت بودند از (رسی و همکاران، ۱۹۹۲): حد آستانه (مجانب^۱: A)، با افزایش یافتن فاصله h مقدار واریوگرام‌ها به تدریج تا فاصله معینی زیاد شده و از آن به بعد به حد ثابتی می‌رسد که نشانگر حد آستانه است و برای پیش‌بینی دامنه تأثیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. دامنه تأثیر^۲ (R)، فاصله است که خصوصیت مورد نظر در آن فاصله دارای همبستگی است. عرض از مبدأ^۳ (I)، به این معنا

-
- 1- Asymptote
 - 2- Range
 - 3- Intercept

است که مشاهدات جدا شده به وسیله فواصل بی نهایت کوچک مشابه نیستند. هرچه عرض از مبدأ به سمت صفر میل کند از تصادفی بودن علف‌های هرز کاسته شده و همبستگی مکانی قوی تری پدیدار می شود. برای محاسبه درصد همبستگی مکانی از معادله زیر استفاده شد (کاردینا و همکاران، ۱۹۹۶).

$$Autocorrelation(\%) = \left[\frac{Asymptote - Intercept}{Asymptote} \right] \times (100) \quad (3)$$

که در آن:

$Autocorrelation$ (%) یا درصد همبستگی، $Asymptote$ یا مجانب و $Intercept$ یا عرض از مبدأ می باشد. رسم واریوگرام‌های تجربی، برازش مدل (۱)، برآورد کریجینگ و رسم نقشه‌های توزیع علف‌های هرز با استفاده از نرم افزار $GS+$ انجام شد^۱ (بی نام، ۱۹۹۴). رسم سمی واریوگرام‌های متقاطع و برازش مدل (۲) با استفاده از نرم افزار $Variowin$ (نسخه ۲/۴) انجام شد (پن ناتیر، ۱۹۹۷).

نتایج و بحث

در مجموع در دو مرحله نمونه برداری از مزرعه گندم، ۱۲ گونه علف هرز ثبت شد (جدول ۱). در این بررسی گونه‌های علف هرز چیره و با تراکم بالاتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. علف‌های هرز یک ساله متداول در هر دو مرحله نمونه برداری شامل گونه‌های پهن برگ هفت بند، درشتوک، شیرتیغی، سلمه تره، شلمی، شاهتره و گونه باریک برگ چچم بود. در این مزرعه گونه‌های علف هرز چندساله نظیر شاهی وحشی، تلخه، پیچک و خارشتر نیز دیده شد. جمعیت علف‌های هرز درشتوک، شیرتیغی و شاهتره در مرحله دوم نمونه برداری تحت تأثیر علف کش اندکی کاهش نشان داد. در حالی که جمعیت سلمه تره و هفت بند افزایش چشم گیری نشان داد. بر خلاف شاهی وحشی، جمعیت علف‌های هرز چندساله تلخه و پیچک در مرحله دوم نمونه برداری افزایش نشان داد. اهمیت گونه‌های علف هرز بسته به مرحله نمونه برداری متفاوت بود. گرچه کنترل پس رویشی متوسط تراکم بعضی از گونه‌های علف هرز را کاهش داد، اما تداوم جوانه زنی بذور علف‌های هرز یک ساله مثل سلمه تره و هفت بند پس از کاربرد علف کش و نیز رشد جوانه‌های روی اندام‌های رویشی علف‌های هرزی مانند تلخه و پیچک سبب شد تا جمعیت این گونه‌ها بعد از کاربرد علف کش نیز افزایش نشان دهد، در حالی که جمعیت گونه‌هایی مانند شاهی وحشی، درشتوک، شیرتیغی و شاهتره که اغلب در اواخر

زمستان و بهار رشد می‌کنند، در مرحله نمونه‌برداری دوم کاهش نشان داد (جدول ۱). علف‌های هرز جوامعی بسیار پویا هستند که نه تنها از سالی به سال دیگر بلکه در طی یک فصل نیز دچار تغییر و تحول می‌شوند (کوزنس و مورتیمر، ۱۹۹۵).

در این مطالعه قبل از اعمال کنترل پس رویشی ۷۰/۲۵، ۸۳/۴۷، ۸۴/۳۰ درصد از نقاط نمونه‌برداری شده به ترتیب عاری از هفت‌بند، درشتوک و شیرتیغی بود اما بعد از کاربرد علف‌کش درصد نقاط فاقد علف هرز به ترتیب به ۴۲/۹۸، ۸۵/۹۵ و ۹۲/۵۶ درصد تغییر نشان داد (جدول ۱ و شکل ۱). در مجموع حدود ۳۷/۱۹ درصد از کل سطح مزرعه در نمونه‌برداری اول و ۱۸/۱۸ درصد در نمونه‌برداری دوم عاری از هر گونه علف هرز بود. به هر حال درصد نقاط عاری از علف هرز نشان‌دهنده سطحی از مزرعه است که نیاز به کاربرد علف‌کش نداشت. این بدین معنی است که می‌توان با سم‌پاشی لکه‌ای تا حدودی در مصرف علف‌کش صرفه‌جویی کرد. جانسون و همکاران (۱۹۹۵) در بررسی ۱۲ مزرعه سویا و ذرت در نبراسکا، گزارش دادند که حدود ۳۰ درصد از سطح مزارع عاری از گونه‌های پهن‌برگ و ۷۰ درصد نیز عاری از باریک برگ‌ها بود. آن‌ها در مطالعه خود عنوان کردند که سم‌پاشی لکه‌ای می‌تواند به مقدار زیادی مصرف علف‌کش را کاهش دهد. همبستگی مکانی برای گونه‌های متداول در دو مرحله نمونه‌برداری با استفاده از تجزیه و تحلیل سمی واریوگرام‌ها محاسبه شد. در این آزمایش تمام گونه‌ها همبستگی مکانی یا توزیع لکه‌ای نشان دادند (جدول ۲). واریوگرام‌های علف‌های هرز مورد مطالعه اغلب با مدل‌های کروی و نمایی سازگاری داشتند (جدول ۲). در مدل‌های کروی همبستگی مکانی در دامنه تأثیر کم‌تری نسبت به مدل‌های نمایی حاصل می‌شود. پارامترهای مدل‌های واریوگرام بسته به گونه علف هرز و مراحل نمونه‌برداری متفاوت بودند. براساس نمونه‌برداری انجام شده، دامنه تأثیر از ۱/۲ تا ۱۶/۹۰ متر بسته به گونه علف هرز و مرحله نمونه‌برداری تغییر کرد (جدول ۲). نوردمیبر (۲۰۰۶)، دامنه تأثیر ۸۳ تا ۲۷۲/۴ متر را برای علف‌های هرز پهن‌برگ موجود در غلات زمستانه در آلمان به دست آورد. گودی و همکاران (۲۰۰۱)، دامنه تأثیر ۱۱/۵ تا ۶۱/۵ متر برای علف‌های هرز متداول در یک مزرعه ذرت بدون شخم در کانادا گزارش کردند. دامنه تأثیر زیاد نشان‌دهنده پراکنش گسترده علف‌های هرز به وسیله اندام‌های تولیدمثلی است که توسط عملیات مدیریتی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در واقع نشان‌دهنده الگوهای پراکنش علف‌های هرز در سطح مزارع می‌باشد (گودی و همکاران، ۲۰۰۱). بنابراین هر عاملی که بر توزیع جمعیت علف‌های هرز تأثیر بگذارد، دامنه تأثیر را نیز تغییر خواهد داد. در این مطالعه شاهی وحشی در مرحله دوم نمونه‌برداری با ۱۶/۹۰ دارای بالاترین دامنه تأثیر و علف هرز درشتوک با ۱/۲ دارای کم‌ترین دامنه تأثیر بود (جدول

۲). بذور علف هرز درشتوک فاقد مکانیسم مشخص جهت پراکنش هستند بنابراین بذور آن قابلیت پراکنش گسترده را ندارند و اغلب در مزرعه به صورت لکه‌های کوچک و فشرده دیده می‌شوند. بنابراین، مقدار دامنه تأثیر کوتاه به دست آمده از واریوگرام در طی دو نمونه برداری، مکانیسم محدودیت جابجایی بذور این علف هرز را تأیید می‌کند.

دامنه تأثیر علف هرز شاهی وحشی در مرحله دوم نمونه برداری افزایش نشان داد، به نظر می‌رسد که کاربرد علف‌کش از طریق کنترل مطلوب این گونه سبب شد تا جمعیت باقی مانده از کنترل به صورت تک بوته‌های پراکنده در سطح مزرعه دیده شود و بنابراین دامنه تأثیر بیش‌تری نشان داد. دامنه تأثیر جمعیت کل علف‌های هرز در مرحله دوم نمونه برداری نسبت به مرحله اول کاهش نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش جمعیت کل علف‌های هرز در مرحله دوم نمونه برداری باعث کاهش دامنه تأثیر شد. زیرا کاهش یا عدم تغییر در دامنه تأثیر، مؤید حفظ ساختار مکانی لکه‌ها و باقی ماندن نقاط مرکزی پر تراکم لکه‌ها می‌باشد (مکاریان، ۲۰۰۸). دیلمن و مورتسن (۱۹۹۹) نیز یک رابطه خطی مثبت بین تراکم اولیه گیاهچه و تراکم گیاهچه‌های زنده باقی مانده از کنترل علف هرز به دست آوردند. احتمالاً وجود بانک بذر پایدار در مراکز لکه‌ها سبب می‌شود تا بعد از کاربرد علف‌کش نیز بخشی از بذور سبز شده و بنابراین جمعیت علف‌های هرز در محل لکه‌ها بدون تغییر باقی بماند و دامنه تأثیر آن کاهش نشان دهد. نتایج تجزیه و تحلیل واریوگرام نشان داد که در مجموع ۶۵/۱۴ تا ۹۹/۸ درصد از واریانس در جمعیت منتج از همبستگی مکانی بود (جدول ۲). مقادیر همبستگی مکانی بین صفر (نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی مکانی یا پراکنش کاملاً تصادفی) تا ۱۰۰ درصد (همبستگی مکانی قوی) تغییر می‌کند (جورادو- اکسپوزیتو و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین همبستگی مکانی متوسط تا قوی برای گونه‌های علف هرز طی دو مرحله نمونه برداری حاصل شد. به عبارتی همه گونه‌های علف هرز در این مطالعه دارای توزیع لکه‌ای بودند و حتی پس از عملیات کنترل نیز ساختار لکه‌ای خود را حفظ کردند. هژتینگ و همکاران (۲۰۰۷)، الگوهای پراکنش علف‌های هرز یک مزرعه ذرت را در طی سه سال متوالی مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده از آزمایش آن‌ها نشان داد که علف‌های هرز یک‌ساله‌ای نظیر سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، سلمه تره و تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) که دارای قابلیت تولید بذر زیادی بوده و از تراکم بالایی در مزرعه برخوردار بودند، همبستگی مکانی قوی نشان دادند. مکاریان (۲۰۰۸) نیز همبستگی مکانی بالایی را برای لکه‌های شاهی وحشی و هفت‌بند گزارش کرد.

جدول ۱- خلاصه آماری جمعیت گونه‌های علف هرز موجود در دو مرحله نمونه‌برداری

مرحله نمونه‌برداری	گونه علف هرز در مراحل نمونه‌برداری*	تراکم (تعداد در مترمربع)	خطای استاندارد (± SE)	درصد نقاط علف هرز
۱	هفت‌بند (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	۷/۲۱۷	۱/۵۴	۷۰/۲۵
	درشتوک (<i>Malcolmia Africana</i> (L.) R.BR.)	۱/۷۶۳	۰/۴۳	۸۳/۴۷
	شیرتیغی (<i>Sonchus</i> spp.)	۱/۳۷۷	۰/۳۲	۸۴/۳۰
	تلخه (<i>Acrptilon repens</i> L.)	۰/۹۹۱	۰/۵۲	۹۵/۸۷
	شاهی وحشی (<i>Cardaria draba</i> L.)	۰/۷۱۶	۰/۲۲	۹۱/۷۴
	سلمه تره (<i>Chenopodium album</i> L.)	۰/۷۱۶	۰/۲۱	۹۰/۹۱
	چچم (<i>Lolium rigidum</i> Gaudin.)	۰/۶۰۶	۰/۲۴	۹۴/۲۱
	جفجفک (<i>Vaccaria oxyodonta</i> Boiss.)	۰/۴۹۵	۰/۳۹	۹۷/۵۲
	شلمی (<i>Rapistrum rugosum</i> (L.))	۰/۴۴۰	۰/۱۷	۹۴/۲۱
	شاهتره (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	۰/۲۷۵	۰/۱۲	۹۵/۸۷
	پیچک (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	۰/۱۱۰	۰/۰۷	۹۸/۳۵
	کل علف‌های هرز	۱۴/۷۰۶	۱/۹۰	۳۷/۱۹
	۲	هفت‌بند (<i>Polygonum aviculare</i> L.)	۱۱/۸۴۵	۱/۴۵
درشتوک (<i>Malcolmia Africana</i> (L.) R.BR.)		۱/۱۶۷	۰/۶۲	۸۵/۹۵
شیرتیغی (<i>Sonchus</i> spp)		۰/۵۵۰	۰/۱۸	۹۲/۵۶
تلخه (<i>Acrptilon repens</i> L.)		۱/۷۰۷	۰/۱۷	۹۰/۰۸
شاهی وحشی (<i>Cardaria draba</i> L.)		۰/۱۶۵	۰/۰۹	۹۷/۵۲
سلمه تره (<i>Chenopodium album</i> L.)		۱/۱۰۱	۰/۳۰	۸۸/۴۳
شلمی (<i>Rapistrum rugosum</i> (L.))		۰/۴۹۶	۰/۱۵	۹۲/۵۶
شاه تره (<i>Fumaria officinalis</i> L.)		۰/۰۵۵	۰/۰۵	۹۹/۱۷
چچم (<i>Lolium rigidum</i> Gaudin.)		۰/۶۲۳	۰/۱۹	۹۲/۹۵
پیچک (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)		۰/۴۹۵	۰/۱۷	۹۳/۳۹
خارشتر (<i>Alhagi persarum</i> Boiss.)		۰/۱۱۰	۰/۰۷	۹۸/۳۵
کل علف‌های هرز		۱۸/۳۱۴	۱/۶۴	۱۸/۱۸

* ۱- قبل از کنترل پس رویشی، ۲- بعد از کنترل پس رویشی

جدول ۲- ضریب مدل‌های برازش داده شده بر واریوگرام‌های تجربی برای گونه‌های علف هرز چیره در دو مرحله نمونه‌برداری. واریوگرام‌ها با استفاده از ۱۲۱ نقطه نمونه‌برداری با GS^+ برآورد شد

مرحله نمونه‌برداری*	علف هرز	مدل	عرض از مبدأ (Intercept)	مجاناب (Asymptote)	دامنه تأثیر (Range)	همبستگی مکانی (درصد)
۱	شاهی وحشی	نمایی	۰/۱۱۰	۰/۳۸۹	۳/۹۰	۷۱/۷
	هفت بند	کروی	۰/۰۶۰	۱/۹۲۲	۱۰/۴	۹۶/۸
	شیرتیغی	کروی	۰/۱۳۸	۰/۶۸۶	۷/۶	۷۹/۸
	تلخه	کروی	۰/۰۰۰	۰/۳۸۰	۱۱/۰۰	۹۹/۸
	درشتوک	نمایی	۰/۲۲۸	۱/۰۰۲	۱/۲۰	۷۷/۴
	کل علف‌های هرز	کروی	۰/۸۴۵	۲/۴۲۴	۱۷/۷۰	۶۵/۱۴
۲	شاهی وحشی	نمایی	۰/۰۰۰	۰/۰۵۷	۱۶/۹۰	۹۹/۸
	هفت بند	کروی	۰/۴۹۲	۲/۲۳۸	۱۰/۶	۷۸/۰
	شیرتیغی	کروی	۰/۰۵۸	۰/۳۱۸	۷/۹۰	۸۱/۷
	تلخه	کروی	۰/۰۶۲	۰/۶۹۳	۱۰/۴۰	۹۱/۰
	درشتوک	نمایی	۰/۲۰۷	۰/۶۳۶	۳/۴۰	۶۷/۴
	کل علف‌های هرز	کروی	۰/۵۵۰	۱/۷۵۵	۳/۷۰	۶۸/۶۹

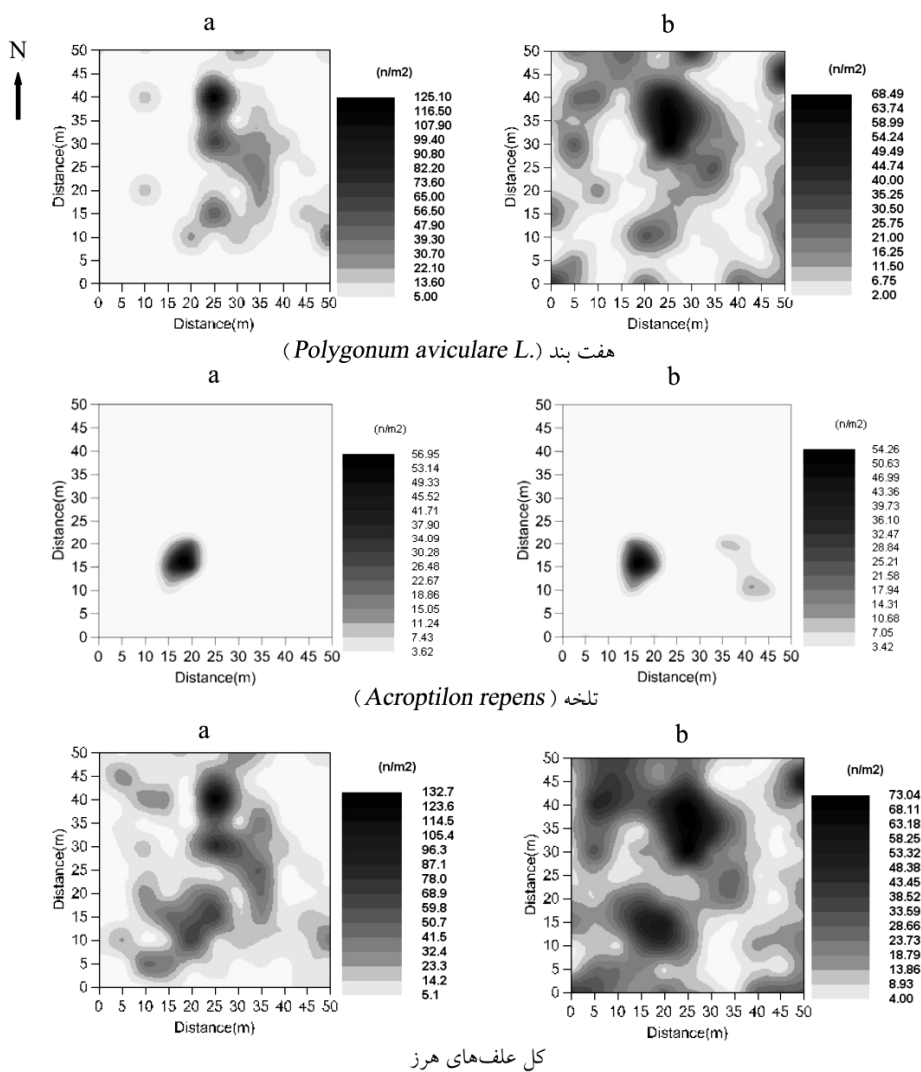
* ۱- قبل از کنترل پس رویشی، ۲- بعد از کنترل پس رویشی

همبستگی مکانی علف هرز هفت‌بند بعد از کنترل پس رویشی کاهش چشمگیری نشان داد. به‌طوری‌که از ۹۶/۸ درصد قبل از تیمار به ۷۸ درصد بعد از تیمار کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد تداوم جوانه‌زنی بذور این علف هرز در حد فاصل بین دو مرحله نمونه‌برداری سبب شد که تراکم جمعیت افزایش یافته و سطح بیش‌تری از مزرعه به این علف هرز آلوده شده و بدین‌ترتیب همبستگی مکانی آن نیز کاهش یابد (جدول ۲ و شکل ۱). سمی واریانس بالاتر (۲/۲۳۸) علف هرز هفت‌بند در مرحله دوم نمونه‌برداری نسبت به مرحله اول نمونه‌برداری (۱/۹۲۲) نیز بیانگر افزایش واریانس ناشی از افزایش جمعیت می‌باشد. مکاریان و همکاران (۲۰۰۸)، نیز اختلاف در مقادیر عرض از مبدا و مجاناب در طی مراحل نمونه‌برداری را، نتیجه تغییرات تراکم و واریانس جمعیت از یک

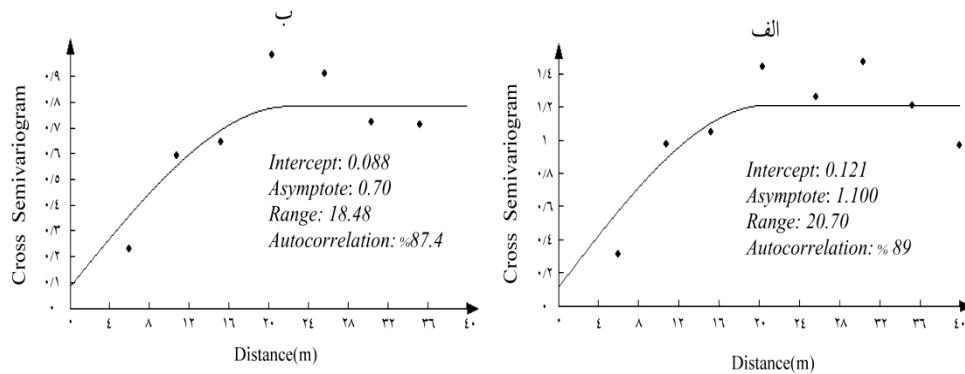
مرحله به مرحله دیگر دانستند. جانسون و همکاران (۱۹۹۶) نیز تکنیک ژئواستاتستیک را برای بررسی تأثیر علف‌کش بر ساختار مکانی چند گونه علف هرز مورد استفاده قرار دادند که در جمعیت‌های حساس به علف‌کش با افزایش مرگ و میر میانگین تراکم کاهش یافت و ساختار مکانی جمعیت باقی‌مانده نیز کم‌تر تجمعی بود. در مجموع این قبیل اختلافات در بین گونه‌های مذکور احتمالاً به دلیل تفاوت‌های موجود در دموگرافی و ویژگی‌های پراکنشی هر گونه، اثرات متقابل بین گونه‌های موجود، عوامل خاکی، عملیات زراعی یا کنترل به همراه دیگر فرایندهای تأثیرگذار بر طبیعت لکه‌ای علف‌های هرز باشد (مکاریان، ۲۰۰۸). شاهی وحشی و تلخه از جمله گونه‌هایی هستند که دارای تکثیر رویشی می‌باشند. بنابراین انتظار می‌رود که لکه‌های حاصل از این گونه‌ها فشرده‌تر و دارای همبستگی مکانی بالاتری باشد. در این مطالعه شاهی وحشی به‌وسیله علف‌کش تحت‌تأثیر قرار گرفت و جمعیت آن کاهش یافت. اما جمعیت باقی‌مانده از کنترل در مراکز پرتراکم لکه‌ها سبب شد تا در مرحله بعد از کنترل همبستگی مکانی آن افزایش چشمگیری نشان دهد. مکاریان و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که همبستگی مکانی شاهی وحشی بعد از کنترل سراسری در مزارع زعفران افزایش نشان داد.

نقشه‌های توزیع و تراکم علف‌های هرز: نقشه‌های توزیع و تراکم برای هفت‌بند (از بین گونه‌های یک‌ساله)، تلخه (از بین گونه‌های چندساله) و جمعیت کل علف‌های هرز به‌طور مجزا ترسیم شد (شکل ۱). در این نقشه‌ها لکه‌هایی با اشکال و اندازه‌های متفاوت به چشم می‌خورد. نقشه‌ها نشان می‌دهد که دامنه تغییرات تراکم در سطح مزرعه بالاست. توزیع ناهمگون و تجمعی علف‌های هرز در این شکل‌ها به خوبی مشهود است. از طرفی ثبات مکانی جامعه علف هرز به‌ویژه نقاط مرکزی پرتراکم لکه‌ها در مرحله بعد کنترل پس رویشی نیز در این نقشه‌ها مشاهده شد (شکل ۱). به‌عبارتی نقشه‌ها نشان داد که مشابهت قابل‌توجهی بین الگوهای توزیع جمعیت کل علف‌های هرز در بین دو مرحله نمونه‌برداری وجود دارد. نقشه‌های بعد از مدیریت پس رویشی نشان‌دهنده وجود مراکز لکه‌های علف‌های هرز باقی‌مانده در نتیجه کاربرد یکنواخت برنامه کنترل علف‌های هرز و یا علف‌های هرزی بودند که دیرتر جوانه زده‌اند. این مراکز پرتراکم لکه، بذوری را که منشاء گیاهچه‌ها در سال بعد می‌باشد فراهم می‌کنند و می‌تواند بیانگر نقاطی از مزرعه با تراکم بانک بذر بالا و شرایط مناسب برای جوانه‌زنی باشد. گرهاردس و همکاران (۱۹۹۷)، نشان دادند که حتی در سیستم‌های شخم متداول نیز لکه‌های نسبتاً ثابتی طی زمان وجود دارد. شاهی وحشی و تلخه گونه‌های چندساله هستند که در مرحله اول نمونه‌برداری چند لکه کوچک از این گونه‌ها در مزرعه مشاهده شد (شکل ۱) بعد از اعمال

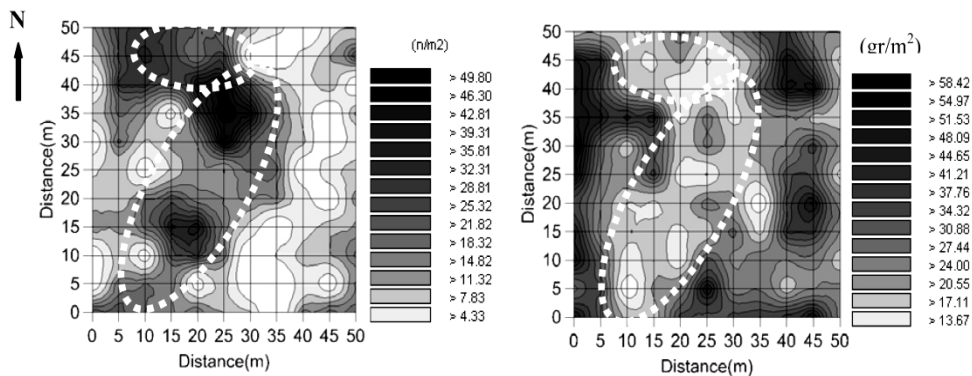
مدیریت، آلودگی این گونه به سمت بخش‌های مرکزی تراکم لکه‌ها محدود شد و همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود ثبات لکه‌های این گونه‌های چندساله (نقشه‌های مربوط به شاهی وحشی نشان داده نشده است) از لحاظ تراکم و موقعیت مکانی کاملاً مشهود است.



شکل ۱- نقشه‌های توزیع و تراکم علف‌های هرز a: قبل از کنترل پس رویشی، b: بعد از کنترل پس رویشی



شکل ۲- برازش مدل های کروی بر کراس سمی واریوگرام های تجربی بین جمعیت کل علف های هرز و عکس وزن زیست توده گندم در دو مرحله (الف): قبل از کنترل پس رویشی، (ب): بعد از کنترل پس رویشی. ضرایب مدل ها نیز نشان داده شده است



شکل ۳- نقشه توزیع و تراکم کل علف های هرز متداول در مرحله دوم نمونه برداری (سمت چپ) و وزن خشک زیست توده گندم (سمت راست). بخش های مشخص شده با نقطه چین، نقاط با تراکم بالای علف هرز منطبق بر نقاط با عملکرد کم زیست توده گندم را روی نقشه ها نشان می دهد

توزیع مکانی علف های هرز و تولید زیست توده گندم: نتایج حاصل از برازش مدل های سمی واریوگرام (نتایج برازش نشان داده نشده است) و نیز ترسیم نقشه نشان داد که تغییرات وزن زیست توده گندم نیز در سطح مزرعه، دارای الگوی توزیع لکه ای بود. به طوری که همبستگی مکانی نسبتاً قوی (۷۴/۳ درصد) برای توزیع وزن زیست توده گندم به دست آمد (شکل ۲). مدل های برازش

داده شده بر کراس سمی واریوگرام‌ها بین تراکم کل گونه‌های علف هرز چیره در دو مرحله نمونه‌برداری و عکس وزن زیست‌توده خشک گندم در مترمربع و نیز نقشه‌های ترسیم شده، نشان داد که در هر دو مرحله نمونه‌برداری، الگوهای توزیع جمعیت کل علف‌های هرز به مقدار قابل توجهی بر الگوهای تغییر عملکرد زیست‌توده خشک گندم منطبق بودند (شکل‌های ۲ و ۳). به طوری که همبستگی مکانی بین دو متغیر ذکر شده در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب ۸۹ و ۸۷/۴ درصد بود (شکل ۲). این بدان معنی است که بین تراکم علف هرز و عملکرد گیاه زراعی در سطح مزرعه یک رابطه معکوس وجود دارد. مکاریان (۲۰۰۸)، در بررسی توزیع عملکرد برگ زعفران با استفاده از تخمین کریجینگ، بیان کردند که نقشه‌ها ابزارهای مناسبی برای مشاهده نقاط با عملکرد پایین یا بالای برگ زعفران بودند. به طوری که وجود لکه‌های با عملکرد پایین برگ روی نقشه‌ها، با نقاط دارای تراکم بالای علف‌های هرز در نقاط مشابه، روی نقشه‌های علف‌های هرز منطبق بود. احتمالاً وجود نقاط با تراکم بالای علف هرز در سطح مزرعه مذکور سبب شد تا در محل لکه‌ها، علف‌های هرز با جذب آب، عناصر غذایی و نور به رقابت با گیاه زراعی پرداخته و در نتیجه موجبات کاهش رشد و عملکرد زیست‌توده گندم و در نهایت عملکرد گیاه زراعی را به صورت موضعی در سطح مزرعه فراهم کنند (شکل ۳). گرچه احتمال می‌رود تا تخلیه لکه‌ای مواد غذایی خاک توسط جمعیت علف‌های هرز در سال‌های قبل باعث ایجاد بخشی از این غیریکنواختی در عملکرد زیست‌توده شده باشد.

این پژوهش نشان داد که گونه‌های مختلف علف هرز گندم حتی در صورت کاربرد یکنواخت علف‌کش آرایش لکه‌ای خود را حفظ می‌کنند. بنابراین نقاط زیادی به صورت عاری از علف هرز یا با تراکم کم علف هرز در مزرعه دیده می‌شود که امکان استفاده از مدیریت متناسب با مکان و کاهش علف‌کش‌های مصرفی را ممکن می‌سازد. نتایج نشان داد که علاوه بر سایر ناهمگونی‌ها در محیط خاک و نیز غیریکنواختی که در اثر عملیات مدیریتی در سطح مزارع ایجاد می‌شود، علف‌های هرز نیز خود به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده توزیع غیریکنواخت در تولید بیوماس گیاه زراعی به شمار می‌روند. بنابراین تخمین عملکرد گیاه زراعی براساس تراکم متوسط علف‌های هرز در مزارع باعث برآورد ناصحیح عملکرد و در نتیجه اشتباه در محاسبات مدیریتی خواهد شد. علی‌رغم بعضی منابع تغییر و علاوه بر خطای نمونه‌برداری، به طور کلی همبستگی و یا پیوستگی مکانی بین جمعیت علف‌های هرز و تولید زیست‌توده گیاه زراعی قابل توجه بود.

منابع

- Anonymous. 1994. GS+. Geostatistics for the Environmental Sciences. Version 2.3. Plain well, MI: Gamma Design Software.
- Bigwood, D.B., and Inouye, D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecology* 69: 497-507.
- Brain, P., and Cousense, R. 1990. The effect of weed distribution on prediction of yield loss. *J. Appl. Ecol.* 27: 735-742.
- Cardina, J., Johnson, G.A., and Sparrow, D.H. 1997. The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Sci.* 45: 364-373.
- Cardina, J., Sparrow D.H., and McCoy E.L. 1996. Spatial relationships between seed bank and seedling populations of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. *Weed Sci.* 44: 298-308.
- Clay, S.A., Kreutner, B., Clay, D.E., Reese, C., Kleinjan, J., and Forcella, F. 2006. Spatial distribution, temporal stability, and yield loss estimates for annual grasses and common ragweed (*Ambrosia artimisiifolia*) in a corn /soybean production field over nine years. *Weed Sci.* 54: 380-390.
- Colbach, N., Forcella, F., and Johnson, G.A. 2000. Spatial and temporal stability of weed populations over five years. *Weed Sci.* 48: 366-377.
- Cousens, R., and Mortimer, M. 1995. *Dynamics of Weed Population*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Dieleman, J.A., and Mortensen D.A. 1999. Predicting within field weed speciation occurrence based on field site attributes. In: "Proceeding precision Agriculture 1999 Conference". Stafford, J.V. (Eds.), Odense, Denmark, Pp: 517-528.
- Dutilleul, P. 1993. Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. *Ecology* 74: 1646-1658.
- Gerhards, R., Wyse-pester, D.Y., and Johnson, G.A. 1997. Characterizing spatial stability of weed populations using interpolated maps. *Weed Sci.* 45: 108-119.
- Gonzales-Andujar, J.L., and Saavedra, M. 2003. Spatial distribution of annual grass weed populations in winter cereals. *Crop Prot.* 22: 629-633.
- 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 Sci.* 49: 359-366.
- Heijeting, S., Van Der Werf, W., Stein, A., and Kropff, M. 2007. Are weed map stable in location? Application of an explicitly two-dimensional methodology. *Weed Res.* 47: 381-395.
- Jarado-Exposito, M., Lopez-Granados, F., Garcia-Torres, L., Garcia-Ferrer, A., Sanches de La Orden, M., and Atenciano, S. 2003. Multi-Species weed spatial variability and site-specific management maps in cultivated sunflower. *Weed Sci.* 51: 319-328.
- Johnson, G.A., Mortensen, D.A., and Gotway, C.A. 1996. Spatial and temporal analysis of weed seedling populations using geostatistics. *Weed Sci.* 44: 704-710.

- Johnson, G.A., Mortensen, D.A., and Martin, A.R. 1995. A simulation of herbicide use based on weed spatial distribution. *Weed Res.* 35: 197-205.
- Lutman, P.J.W., Perry, N.H., Hull, R.I.C., Miller, P.C.H., Wheeler, H.C., and Hale, R.O. 2002. Developing a weed patch spraying system for use in arable crops. *Project Report Number 291*, London, UK.
- Makarian, H. 2008. Investigation of spatial and temporal dynamic of weed seed bank and seedling populations and its effect on saffron (*Crocus sativus* L.) leaf dry weight under different weed management conditions. Ph.D. Thesis in weed science. Ferdowsi University of Mashhad, 193p.
- Makarian, H., Rashed Mohassel, M.H., Bannayan, M., and Nassiri, M. 2007. Soil seed bank and seedling populations of *Hordeum murinum* and *Cardaria draba* in saffron fields. *Agric. Ecol. Environ.* 120: 307-312.
- Makarian, H., Rashed Mohassel, M.H., Bannayan, M., and Nassiri, M. 2008. Spatial dynamics of weed populations in saffron (*Crocus sativus*) field using geostatistics. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 15(2):15p. [\(in Persian\)](#)
- Nordmeyer, H. 2006. Patchy weed distribution and site-specific weed control in winter cereals. *Precision Agric.* 7: 219-231.
- Pannatier, Y. 1997. *Variowin Software for Spatial Data Analysis in 2D*. Springer Verlag, New York, U.S.A.
- Rossi, R.E., Mulla, D.J., Journel, A.G., and Franz, E.H. 1992. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecology Monog.* 62: 227-314.
- Wiles, L. 2005. Sampling to make map for site specific weed management. *Weed Sci.* 53: 228-235.
- Zhang, N., and Wang, M. 2002. Precision agriculture-a world overview. *Comp. Elect. Agric.* 36: 113-132.



Spatial distribution of weeds and its effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) biomass

*H. Makarian¹ and R.S. Hosseini²

¹Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood University of Technology,

²M.Sc. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood University of Technology

Abstract

Geostatistical techniques were used to describe the spatial distribution of weeds, under conventional management conditions and their effect on wheat biomass production over the course of one growing season (2008-2009), in a wheat (*Triticum aestivum* L.) field at Research Station of Shahrood University, Iran. Weeds Seedling were identified and counted at 121 points of field based on two intervals including prior to and after post-emergence control. Wheat biomass dry weight was determined at the same places of weeds. In the field, 12 weed species were identified. The semi-variogram analysis indicated that 67.4% to 99.8% of the variation of sample density was due to spatial dependence, which suggests that most of the weed species were patchy. Wheat biomass dry weight showed spatial patterns on the field. Cross-semivariograms analysis showed strong (89 and 87.4% in the first and second stages of sampling respectively) spatial continuity between wheat biomass dry weight and weed density patterns on the field. The maps of total weed species corresponded visually to map of wheat biomass. As a result, patchy distribution of weeds can cause spatial heterogeneity in crop biomass production.

Keywords: Geostatistics; Patchy Distribution; Spatial Dependence; *Triticum aestivum* L.; Weeds.

* Corresponding Author; Email: h.makarian@yahoo.com

