

پویایی مکانی علف‌های هرز یک مزرعه با سابقه تناوبی کلزا- آیش - گندم

Spatial dynamic of weeds in a field with Canola-Fallow-Wheat crop rotation history

علیرضا باقری^{۱*}، محمد حسن راشد محصل^۲، پرویز رضوانی مقدم^۲ و مهدی نصیری محلاتی^۲، یاسر نیک پرست^۳

چکیده:

به منظور ارزیابی پویایی مکانی علف‌های هرز طی فصل رشد، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه نمونه آستانه قدس رضوی واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد به اجرا درآمد. به این منظور قطعه زمینی به مساحت یک هکتار و با سابقه تناوبی کلزا- آیش- گندم انتخاب شد. علف‌های هرز موجود در مزرعه به روش نمونه برداری گسسته سیستماتیک و با استفاده از کوادرات $0/5 \times 0/5$ متر، طی سه مرحله به ترتیب قبل از کنترل شیمیایی، پس از کنترل شیمیایی و قبل از برداشت به تفکیک گونه شمارش و تراکم هر گونه ثبت گردید. در ۱۹۶ نقطه نمونه برداری شده از مزرعه، ۱۵ گونه علف‌هرز مشاهده شد. تراکم کل علف‌های هرز در مزرعه طی مراحل اول، دوم و سوم نمونه برداری به ترتیب معادل $42/44$ ، $16/12$ ، $3/93$ بوته در متر مربع بود. به نظر می‌رسد این روند نزولی، در نتیجه کارایی عملیات کنترلی ایجاد شده است. در مرحله اول نمونه برداری گونه‌های *Chorispora tenella* و *Goldbachia laevigata* مهمترین علف‌های هرز مزرعه بودند. این درحالی بود که علف‌های هرز *Polygonum aviculare* و *Fumaria vaillantii* در مرحله دوم نمونه برداری اهمیت پیدا کردند. در مرحله سوم نمونه برداری نیز هفت بند غالب ترین علف‌هرز مزرعه و از اهمیت شاهره کاسته شد. جهت توصیف پویایی مکانی علف‌های هرز مزرعه از روش زمین آمار استفاده شده و توابع واریوگرام گونه‌ها در سه مرحله نمونه برداری محاسبه شدند که واریوگرام‌های تهیه شده از مدل‌های کروی و نمایی تبعیت می‌کردند. پس از محاسبه اجزاء واریوگرام‌ها مشخص شد که کمترین و بیشترین اثر قطعه‌ای به ترتیب معادل $0/13$ و $0/45$ بودند. دامنه تأثیر گونه‌های غالب مزرعه نیز بین $2/8$ تا $196/6$ متر متغیر بود. با استفاده از اجزاء واریوگرام‌های محاسبه شده در فرایند درون یابی کریجینگ نقشه‌های توزیع مکانی علف‌های هرز مزرعه رسم شدند که که توزیع لکه‌ای، و در امتداد جهت شخم را در بیشتر موارد مشاهده شد. نتایج نشان داد که حضور گیاه زراعی کلزا در تناوب و عملیات کنترلی متناظر با آن روی نوع علف‌های هرز مزرعه و توزیع مکانی گونه‌های مورد مطالعه موثر بود. در واقع تناوب زراعی با تأثیر بر جوامع علف‌های هرز می‌تواند در کنترل تلفیقی علف‌های هرز به عنوان یک گزینه مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: توزیع مکانی علف‌های هرز، سمی واریانس، نقشه علف‌های هرز، مدیریت متناسب با مکان

مقدمه

مکانی و زمانی، تراکم و همچنین میزان پراکنش علف‌های هرز بسیار مهم است (Williams *et al.*, 2000; Jurado Exposito *et al.*, 2003;

برای پشتیبانی و توسعه مدیریت متناسب با مکان علف‌های هرز به عنوان یک روش مدیریتی توسعه یافته، دسترسی به اطلاعات کافی در مورد پراکنش

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۲۹

۱- استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه

۲- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری علف‌های هرز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول Email: Alireza884@yahoo.com

ویلسون و براین (Wilson & Brain, 1991) دم روباهی باریک (*Alopecurus myosuroides*) را در مزرعه در طی زمان ۱۰ سال مورد پایش قرار دادند و نتیجه گرفتند که حضور لکه ای علف‌هرز ممکن است مربوط به مسائل خاکی، تغذیه ای و یا روش‌ها مدیریتی اعمال شده باشد. ترکیب و تراکم علف‌های هرز تحت تاثیر عوامل مختلفی از قبیل عوامل درون جمعیتی، مانند رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای، عوامل بیرون جمعیتی و یا مستقل از جمعیت مانند عوامل مدیریتی (مثلا تناوب) و عوامل آب و هوایی و اثرات متقابل آنها با سایر موجودات زنده قرار دارد (Ayeneband, 2005). بالار و همکاران (Ballare *et al.*, 1987) بیان داشتند که یک برداشتگر کمباین بیش از ۹۰ درصد از کپسول‌های علف‌هرز تاتوره (*Datura ferox*) را جمع آوری می کند و بیش از ۵۰ درصد آنها را به خارج از مزرعه می برد. علف‌های هرز از طریق کود دامی نیز می توانند پراکنده شوند برای مثال مت پلیزنت و اشلاتر (Mt. Pleasant & Schlather, 1994)، ۳۶ نمونه کود دامی را از ۲۰ مزرعه جمع آوری کردند و ۴۸ گونه علف‌هرز را در درون آنها یافتند. بنابراین جهت تعیین نوع استراتژی مدیریتی و پاسخ جوامع علف‌های هرز به راهکارهای مدیریتی و متغیرهای محیطی، باید اطلاعات صحیحی در مورد چگونگی پراکنش علف‌های هرز در مزرعه موجود باشد (Cardina *et al.*, 1997).

به عقیده کاردینا و دوهان (Cardina & Doohan, 2008) برای مدیریت لکه های علف‌های هرز ما نیاز داریم به (الف) مهار واحدهای تولید مثلی جهت ایجاد محدودیت در

Koller & Lanini, 2005; Gerhards *et al.*, 2002). از این رو اجرای موفق روش های تلفیقی مدیریت علف‌های هرز، مستلزم شناخت دقیق ترکیب و تراکم گونه‌های علف‌های هرز است (Altieri & Liebman, 1988). کولر و لانی (Koller & Lanini, 2005) نیز بیان داشتند که با اطلاع از چگونگی انتشار و پراکنش علف‌های هرز و استفاده از این اطلاعات می توان در کنترل علف‌های هرز موثرتر عمل کرد. در واقع دانستن پویایی مکانی علف‌های هرز و کنترل متناسب با مکان علف‌های هرز می تواند باعث کاهش هزینه های تولید، همچنین کاهش اثرات محیطی ناشی از عملیات کنترل و همینطور افزایش کارایی عملیات کنترل در مورد جمعیت های لکه ای علف‌های هرز گردد (Dieleman & Mortensen, 1999).

زمانی که علف‌های هرز به صورت مجتمع هستند رقابت درون گونه ای افزایش یافته و به همین دلیل الگوی پراکنش مکانی علف‌های هرز می تواند در مدیریت آنها مفید باشد (Garretti & Dixon, 1998). در تراکم های بالا رقابت بین گونه ای علف‌هرز و گیاه زراعی در حداکثر مقدار خود است از سوی دیگر در حاشیه لکه ها رقابت درون گونه ای علف‌های هرز در کمترین مقدار خود بوده و به همین دلیل این نواحی به عنوان مراکز اصلی توسعه لکه محسوب می شوند (Burton *et al.*, 2005; Cardina & Doohan, 2008).

الگوهای پراکنش علف‌های هرز در یک مقیاس کوچک، ممکن است مختلف باشند، شرایط خاک نیز در یک مساحت کوچک ممکن است متنوع باشد (Cardina & Doohan, 2008).

گسترش لکه و جلوگیری از تشکیل لکه‌های جدید، (ب) کاهش تراکم علف‌های هرز در جایی که رقابت، رشد گیاه زراعی را با محدودیت مواجه کرده و (ج) انتخاب زمان مناسب برای اجرای عملیات مدیریت. از اینرو است که شناخت الگوی توزیع مکانی علف‌های هرز مزرعه اهمیت پیدا می‌کند. با توجه به اهمیت دریافت توزیع مکانی علف‌های هرز طی فصل رشد و اثرات عوامل مدیریتی و محیطی روی پویایی مکانی علف‌های هرز، در این مطالعه با استفاده از روش زمین آمار توزیع مکانی علف‌های هرز موجود در یک مزرعه با سابقه تناوبی کلزا- آیش- گندم مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی، واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی $35^{\circ}15'$ شمالی و طول جغرافیایی $59^{\circ}28'$ شرقی در ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا در یک مزرعه با سابقه تناوبی کلزا- آیش- گندم انجام شد. لازم به ذکر است که در مزرعه یاد شده، الگوی پراکنش علف‌های هرز، در سال سوم مورد بررسی قرار گرفت.

در این مزرعه قطعه‌ای به ابعاد ۹۷ متر * ۹۶ متر انتخاب شد. طی ۳ سال قبل از انجام این آزمایش این مزرعه در سال اول تحت کشت کلزا قرار گرفته بود، برای کنترل علف‌های هرز کلزا از علفکش هالوکسی فوپ اتوکسی- اتیل (گالانت) با مقدار ۲۵۰ سی سی ماده موثره در هکتار استفاده شد. پس از کلزا این مزرعه برای مدت یک سال بصورت آیش رها شد. تنها عملیات مدیریتی طی

این مدت، یکبار عملیات شخم برای دفن بقایای کلزا بود. گندم گیاه زراعی بعدی این مزرعه بود. برای آماده کردن زمین از گاوآهن برگرداندار، دیسک و لولر استفاده شد. جهت تقویت خاک، از کودهای سوپر فسفات به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و اوره طی دو مرحله (کود سرک) در مراحل پنجه زنی و قبل از به ساقه رفتن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و در هر مرتبه استفاده شد. پس از آن رقم فلات به میزان ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار بوسیله دستگاه ردیف کار کاشته شد. برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ گندم از علفکش‌های کلودینافوپ- پروپارژیل (تاپیک) با مقدار ۶۴ سی سی ماده موثره در هکتار و تری بنورون متیل (گرانستار) با مقدار ۱۵ گرم ماده موثره در هکتار، استفاده شد. علاوه بر این در کنار این مزرعه یک واحد دامپروری وجود داشت که در اواخر زمستان و اوایل بهار مزرعه توسط گوسفندان این واحد تولیدی مورد چرا قرار گرفت. برای انجام عملیات نمونه برداری، مزرعه به شبکه‌های مربعی شکل $7 * 7$ متر تقسیم شد و در محل هر نقطه نمونه برداری انجام پذیرفت. برای تعیین نقاط نمونه برداری از دو طناب ۵۰ متری مدرج (با فواصل ۷ متر) استفاده شد. برای انجام نمونه برداری در هر نقطه یک کوادرات $0.5 * 0.5$ متر مورد استفاده قرار گرفته و تعداد علف‌های هرز به تفکیک گونه به طور جداگانه طی سه مرحله نمونه برداری ثبت شد. به طور کلی در هر مرحله نمونه برداری از ۱۹۶ نقطه نمونه برداری شد. مراحل نمونه برداری شامل الف) مرحله اول، قبل از کنترل شیمیایی در تاریخ ۱۸ الی ۱۹ اسفند ۱۳۸۵، ب)

صورت سمی واریانس محاسبه می‌گردد. نمونه‌هایی که در مجاورت هم قرار دارند بیشترین احتمال شباهت را با هم دارند و به این ترتیب مقدار سمی واریانس پایین است. با افزایش فاصله عدم شباهت بین نقاط افزایش می‌یابد، به همین دلیل سمی واریانس نیز افزایش می‌یابد. نقطه‌ای که در آن سمی واریانس حتی با افزایش فاصله ثابت باشد با عنوان دامنه تاثیر از آن یاد می‌شود. که در مورد یک علف‌هرز می‌تواند به عنوان مقیاس مشخصی برای تفسیر حالت لکه‌ای و اندازه لکه علف‌هرز استفاده شود (Rew & Cousens, 2001).

پارامترهایی وجود دارند که برای توصیف سمی واریوگرام و همچنین استفاده فرآیند کریجینگ^۳ به کار می‌روند. با افزایش فاصله بین نقاط، مقدار واریوگرام نیز به تدریج تا فاصله معینی افزایش می‌یابد و در ماورای آن به حد ثابتی می‌رسد، که آن را حد آستانه (C₀+C) می‌گویند. حد آستانه مقدار عددی واریوگرام در شرایطی است که تابع مورد نظر، فاقد هرگونه صعود و یا نزول مشخصی است. پارامتر دیگر سمی واریوگرام دامنه یا دامنه تاثیر (A₀) است. دامنه، فاصله‌ای است که در آن واریوگرام به حداکثر مقدار خود رسیده و ثابت می‌شود. وقتی واریوگرام ثابت می‌شود این نشان دهنده این است که داده در ورای این فاصله دیگر با هم همبستگی ندارند و از یکدیگر مستقل می‌شوند. از آستانه برای شناسایی دامنه استفاده می‌شود (گودی و همکاران، ۲۰۰۱). اثر قطعه‌ای (C₀) نیز مقداری است که در اثر تغییرات غیر قابل پیش‌بینی یا خطاهای ذاتی نمونه برداری حادث می‌شود.

مرحله دوم، بعد از کنترل شیمیایی در تاریخ ۱۰ الی ۱۱ اردیبهشت ۱۳۸۶ و (ج) مرحله سوم، قبل از برداشت در تاریخ ۸ الی ۹ خرداد ۱۳۸۶ بود.

برای مدیریت مزرعه اطلاعات بدست آمده از نمونه برداری گسسته بایستی به حالت پیوسته‌ای از اطلاعات تبدیل گردند، بدین منظور است که از آمار مکانی و به تبع آن زمین آمار استفاده می‌شود. ریو و کوزنز (Rew & Cousens, 2001) عنوان داشتند که معروف‌ترین روش مورد استفاده در مطالعات مربوط به علف‌های هرز روش زمین آمار است. در زمین آمار با استفاده از توابع واریوگرام^۱ (معادله ۱) رابطه بین توزیع مکانی و اطلاعات کمی متغیر مورد بررسی (مثلاً تراکم علف‌های هرز) بدست می‌آید (Goudy et al., 2001).

معادله ۱- معادله واریوگرام

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$$

$N(h)$ = جفت نمونه‌هایی هستند که در فاصله h از یکدیگر واقع شده‌اند، $Z(x_i)$ = مقدار متغیر در موقعیت x_i ، $Z(x_i+h)$ = مقدار متغیر مورد مطالعه در نقطه x که در فاصله h از نقطه x_i قرار گرفته است، $\gamma(h)$ = مقدار واریوگرام می‌باشد.

سمی واریانس^۲، میانگین مجذور اختلافات بین متغیرها (مثلاً تراکم علف‌های هرز) را به عنوان تابعی از فاصله بین متغیرها در دو موقعیت مکانی، توصیف می‌کند (Goudy et al., 2001). در واقع مشاهدات در هر نقطه از شبکه نقاط با افزایش فاصله با نقاط دیگر مقایسه می‌شود و به این

¹ Variogram

² Semivariance

³ Kriging

خلاصه‌های آماری میانگین، انحراف معیار، واریانس نمونه، حداقل و حداکثر برای گونه‌های موجود محاسبه شد. از آنجائی که تعداد زیادی از کوادرات‌ها عاری از علف‌هرز بودند و یا دارای تراکم‌های کمی بودند، داده‌ها دارای چولگی بودند. به منظور نرمال کردن داده‌ها، بعد از اضافه کردن عدد ۱ به تمامی داده‌ها، از آنها لگاریتم طبیعی گرفته شد $[\ln(z+1)]$. محاسبات ویزگی‌های آماری مانند نرمال کردن داده‌ها، تبدیل برگشت (پس از برآورد آماری نتایج از حالت لگاریتم به حالت اولیه تبدیل برگشت داده شد و پس از آن نقشه‌ها ترسیم شد)، با استفاده از نرم افزارهای Excel و GS+ انجام شد. علاوه بر این برای هر یک از علف‌های هرز در هر مرحله نمونه‌گیری یک مدل سمی واریوگرام محاسبه شد و پارامترهای مدل واریوگرام (اثر قطعه‌ای، دامنه و آستانه) که برای فرایند کریجینگ لازم هستند تعریف شدند، همچنین برآورد کریجینگ و رسم نقشه‌های توزیع و تراکم علف‌های هرز نیز انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی گونه‌های موجود در مزرعه مورد آزمایش نشان داد که شمار علف‌های هرز معادل ۱۵ گونه بود. طی مرحله اول نمونه برداری متوسط تراکم کل علف‌های هرز در مزرعه معادل ۴۴/۴۲ بوته در متر مربع بود. در مرحله دوم نمونه برداری این مقدار کاهش یافت و به میزان ۱۲/۱۶ بوته در متر مربع و در مرحله سوم به ۳/۹۳ بوته در متر مربع رسید. از سوی دیگر حداکثر تعداد علف‌های هرز مشاهده شده در بین کل واحدهای نمونه‌گیری نیز

اثر قطعه‌ای معادل صفر نشان دهنده عدم وجود اثرات تصادفی و همچنین نشان دهنده همبستگی مکانی بالا در داده‌ها است. زمانی که مقدار اثر قطعه‌ای از صفر افزایش پیدا می‌کند، نشان دهنده این است که عوامل تصادفی غیر قابل پیش‌بینی وجود دارند. معمولاً در مورد علف‌های هرز واریوگرام‌های برازش شده با مدل‌های نمائی، کروی و خطی سازگاری دارند، که ساختار این مدل‌ها در زیر آمده است (Goudy et al., 2001).

معادله ۲- مدل کروی سمی واریوگرام

$$0 < h < A_0$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[\left(\frac{3}{2} \right) \left(\frac{h}{A_0} \right) - \left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{h}{A_0^3} \right) \right]$$

$$h \geq A_0 \quad \gamma(h) =$$

$$C_0 + C = \text{Sill}$$

معادله ۳- مدل نمائی سمی واریوگرام

$$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(- \frac{h}{A_0} \right) \right]$$

معادله ۴- مدل خطی سمی واریوگرام

$$\gamma(h) = C_0 + \left[h \left(\frac{C}{A_0} \right) \right]$$

در این معادله‌ها: $C_0 + C$ حد آستانه، A_0 دامنه تاثیر، C_0 اثر قطعه‌ای و h فاصله جفت نمونه از یکدیگر هستند.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها در این آزمایش

فصل رشد باقی بماند. حضور گونه های *Goldbachia laevigata* و *Chorispora tenella* به عنوان مهمترین علف‌های هرز مزرعه در مرحله اول نمونه برداری را می توان این گونه توجیه کرد که هر دو این گونه ها جزء علف‌های هرز یکساله پهن برگ و از خانواده شب بو و هم خانواده کلزا هستند. به نظر می رسد آلوده بودن بذور کلزا در هنگام کاشت باعث آلوده شدن مزرعه به این علف‌های هرز شده است. علفکش مورد استفاده در طی کشت کلزا علفکش باریک برگ کش هالوکسی فوپ بود، بنابراین گونه های پهن برگ یکساله *Chorispora* و *Goldbachia laevigata* از گزند آسیب در امان ماندند. بال و میلر (Ball & Miller, 1990) کشت مداوم ذرت، کشت مداوم لوییا و تناوب چغندر- ذرت- ذرت را مورد بررسی قرار دادند، و گزارش کردند که انتخاب علف کش در هر محصول باعث تغییر در بانک بذر علف‌های هرز به سمت گونه هایی که در برابر علفکش ها حساسیت کمتری داشتند، شد. به نظر می رسد عدم کنترل این علف‌های هرز توسط علفکش هالوکسی فوپ و همچنین مشابهت خانوادگی کلزا با این علف‌های هرز، بعلاوه شباهت دوره زندگی آنها با گیاه زراعی کلزا احتمالاً منجر به رشد مناسب، تولید بذر و ایجاد بانک بذر غنی در خاک شده است. از سوی دیگر تولید بذر در طی دوره آیش نیز با توجه به عدم عملیات کنترلی بر تراکم بانک بذر این گونه ها افزوده است. با مشاهده جدول ۱ و مقایسه تراکم نسبی علف‌های هرز یکساله و چند ساله می توان تغییر تراکم نسبی این گونه ها را در طی فصل رشد

در این مزرعه در مراحل اول، دوم و سوم به ترتیب معادل ۲۸۰، ۷۲ و ۲۴ بوته در متر مربع بودند که روندی نزولی را نشان می داد. در مرحله اول نمونه برداری از جامعه علف‌های هرز، *Goldbachia laevigata* و *Chorispora tenella* به ترتیب با متوسط تراکم ۲۶/۱۲ بوته در متر مربع و ۱۱/۱۶ بوته در متر مربع و با تراکم نسبی ۵۸/۷۹ و ۲۸/۱۲ درصد در مجموع حدود ۸۳ درصد از کل تراکم علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. این در حالی بود که علف‌های هرز شاهتره (*Fumaria vaillantii*) و هفت بند (*Polygonum aviculare*) در مرحله اول نمونه برداری در این مزرعه جزء علف‌های هرز رایج نبودند، اما در مرحله دوم نمونه برداری اهمیت پیدا کردند و به ترتیب با متوسط تراکم ۲/۰۶ و ۳/۵۵ بوته در متر مربع ۱۶/۹۳ و ۲۹/۸ درصد از تراکم کل را به خود اختصاص دادند. احتمالاً این گونه های پهن برگ یکساله با طول فصل رشد کوتاه و با تولید سریع بذر طی فصل رشد، توانسته اند بر غنای بانک بذر خاک این مزارع بیافزایند. گویا حضور این گونه ها طی مرحله دوم نمونه برداری و پس از اعمال عملیات کنترل شیمیایی نشان از جوانه زنی مجدد این گونه ها، پس از انجام عملیات کنترل دارد. در مرحله سوم نمونه برداری هفت بند غالب ترین علف هرز مزرعه بود، این در حالی است که از اهمیت شاهتره کاسته شد، احتمالاً این امر به دلیل اتمام فصل رشد و زوال شاهتره بود، از سوی دیگر به نظر می رسد که هفت بند در شرایط عدم حضور گونه های غالب مراحل قبل، از جمله شاهتره، با طولانی تر بودن فصل رشد توانسته است به عنوان گونه غالب هر سه مزرعه تا انتهای

اول و دوم نمونه برداری کاهشی از ۱۹۶/۶ متر به ۹/۷ متر را نشان می‌دهد. دامنه تاثیر بالا در مرحله اول در ابتدا این تصور را در ذهن تداعی می‌کند که توزیع این علف‌هرز به صورت تصادفی بوده است، اما مشاهده نقشه توزیع مکانی نشان داد که لکه‌های بسیار بزرگی از *Goldbachia laevigata* در سطح مزرعه حضور داشتند و این امر دلیل بالا بودن دامنه تاثیر در این مرحله بود. با توجه به کاهش فاحش دامنه تاثیر طی مراحل قبل و پس از اعمال عملیات کنترلی به نظر می‌رسد که کارایی عملیات کنترلی را می‌توان به عنوان عامل مهمی در تخریب ساختار لکه‌ها و در نتیجه کاهش دامنه تاثیر عنوان کرد. درصد نقاط آلوده به این علف‌هرز (جدول ۳) نیز در سطح مزرعه طی مراحل قبل و بعد از کنترل شیمیایی کاهشی در حدود ۵۶/۱۲ درصد تا ۱۹/۸۹ درصد را نشان داد. علاوه بر این بررسی متوسط تراکم این گونه، کاهشی در بازه ۲۶/۱۲ تا ۱/۹۵ بوته در متر مربع را در طی مراحل یاد شده نشان می‌دهد. نتایج حاصله مؤید آن است که احتمالاً عملیات کنترلی توانسته است بخوبی باعث کاهش فاحش تراکم و تخریب ساختار لکه‌ها در این علف‌هرز شود.

کاهش متوسط تراکم و کاهش درصد نقاط آلوده علف‌هرز *Chorispora tenell* در طی مراحل قبل تا بعد از کنترل شیمیایی حاکی از کارایی عملیات کنترلی است. بررسی اجزاء واریوگرام این علف‌هرز نیز نشان داد که در طی این مراحل دامنه تاثیر افزایش یافت، به طوری که از ۹/۹ متر به ۱۲/۶ متر رسید. با توجه به کاهش متوسط تراکم و درصد نقاط آلوده، کاهش شدید تراکم لکه‌ها محتمل به نظر می‌رسد. از سوی

مشاهده کرد. در اوایل فصل رشد میزان تراکم نسبی علف‌های هرز یکساله بالا بود اما با ادامه فصل رشد از میزان تراکم نسبی علف‌های هرز یکساله کاسته شد و به میزان تراکم نسبی علف‌های هرز چند ساله افزوده شد. علت این امر را می‌توان به دو دلیل دانست. اول اینکه افزایش گونه‌های چند ساله می‌تواند ناشی از حذف گونه‌های یکساله توسط علفکش در طی فصل رشد باشد. دلیل دوم ممکن است این باشد که گونه‌های چند ساله عموماً رشد خود را با گرم شدن هوا شروع می‌کنند، در حالیکه عمده علف‌های هرز گندم یکساله زمستانه هستند و با گرم شدن هوا رشدشان کاهش می‌یابد.

واریوگرام‌های تهیه شده از علف‌های هرز مزرعه در طی مراحل اول و دوم نمونه برداری از مدل‌های کروی و نمایی تبعیت می‌کردند. اجزاء واریوگرام گونه‌های غالب مزرعه در مراحل قبل و پس از کنترل علف‌های هرز نشان دادند که کمترین اثر قطعه‌ای با میزان ۰/۱۳ مربوط به *Chorispora tenella* در مرحله پس از عملیات کنترل و بیشترین آن با میزان ۰/۴۵ مربوط به *Goldbachia laevigata* در مرحله قبل از عملیات کنترل بود. دامنه تاثیر گونه‌های غالب این مزرعه در دامنه‌ای بین ۲/۸ تا ۱۹۶/۶ متر متغیر بود که کمترین مقدار آن متعلق به علف‌هرز هفت بند در مرحله پس از اعمال عملیات کنترل و بیشترین دامنه متعلق به علف‌هرز *Goldbachia laevigata* در مرحله قبل از اعمال عملیات کنترل بود (جدول ۲).

اجزاء واریوگرام علف‌هرز *Goldbachia laevigata* نشان می‌دهند که پس از انجام عملیات کنترل شیمیایی این علف‌هرز به شدت تحت تاثیر قرار گرفته است. بررسی دامنه تاثیر در طی مراحل

۹۳/۵ متر در مرحله قبل از کنترل به ۲/۸ متر در مرحله پس از کنترل کاهش یافت و دامنه تاثیر شاهتره از ۹۳/۵ متر به ۵/۴ متر در طی مراحل قبل تا پس از کنترل کاهش پیدا کرد. مدل خطی واریوگرام این گونه‌ها و دامنه بالای آن در مرحله اول از توزیع تصادفی و تقریباً یکنواخت آنها در مزرعه حکایت دارد، اما در طی مرحله دوم کاهش شدید دامنه نشان دهنده تغییر روند توزیع آنها و ایجاد حالت لکه ای است. این امر را تغییر روند اثر قطعه ای آنها در طی مراحل اول و دوم هم تأیید می کند، به طوریکه اثر قطعه ای شاهتره و هفت بند به ترتیب از ۰/۹۶ و ۰/۹۹ به ۰/۲۶ و ۰/۲۷ کاهش پیدا کرد که این روند افزایش همبستگی مکانی و افزایش حالت لکه ای را در این گونه‌ها نشان می دهد. بررسی روند تغییرات درصد نقاط آلوده به علف‌های هرز شاهتره و هفت بند (جدول ۳) همچنین نقشه‌های توزیع مکانی آنها نشان می دهند که گویا در اثر عملیات کنترل ساختار لکه‌ها از بین رفته است اما جوانه زنی مجدد این گونه‌ها پس از اعمال عملیات کنترل توانسته است اثر عملیات کنترل را به کلی خنثی نماید.

تجزیه و تحلیل واریوگرام‌های گونه‌های غالب این مزرعه طی مراحل اول و دوم نمونه برداری نشان داد که بیشترین همبستگی مکانی متعلق به علف‌هرز *Chorispora tenella* و در مرحله پس از اعمال عملیات کنترلی بود. در این گونه ۸۷/۴ از واریانس جمعیت در نتیجه همبستگی مکانی بود، از اینرو همبستگی مکانی قوی برای این گونه ثبت گردید. کمترین همبستگی مکانی نیز متعلق به هفت بند در مرحله پس از اعمال عملیات مدیریتی بود که در این علف‌هرز ۷۳/۲۱ از واریانس جمعیت در

دیگر افزایش دامنه تاثیر و افزایش حد همبستگی مکانی یا به عبارت دیگر افزایش اندازه لکه‌های این علف‌هرز در سطح مزرعه را طی مرحله قبل و پس از اعمال عملیات کنترل نشان می دهد. به دیگر سخن می توان اینگونه عنوان کرد که در مرحله پس از عملیات کنترل، لکه‌های علف‌هرز کم تعدادتر و کم تراکم تر اما بزرگتر شده اند. بررسی روند تغییرات اجزاء واریوگرام این علف‌هرز طی این مراحل روندی کاهشی را نشان می دهد، به طوری که اثر قطعه ای *Chorispora tenella* از ۰/۲۲ در مرحله اول به ۰/۱۳ در مرحله دوم تنزل پیدا کرده است. گودی و همکاران (Goudy et al., 2001) عنوان کردند که اثر قطعه ای پایین نشان دهنده همبستگی مکانی بالا در داده‌ها است. از اینرو روند کاهشی اثر قطعه ای نشان دهنده لکه‌ای تر شدن توزیع مکانی این علف‌هرز پس از اعمال عملیات کنترلی است. این حالت در نقشه توزیع مکانی پس از عملیات کنترل این علف‌هرز بخوبی مشهود است. با توجه به اجزاء واریوگرام بدست آمده برای این علف‌هرز، در مجموع می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که در مرحله دوم نمونه برداری، به دلیل کارایی عملیات کنترلی، لکه‌های علف‌هرز کم شمارتر شده و از تراکم آن نیز کاسته شده است. اما به نظر می رسد که به دلیل جوانه زنی مجدد پس از عملیات کنترل توزیع مکانی علف‌هرز به صورت لکه‌ای تر شده و لکه‌ها نیز بزرگتر شده اند، البته جوانه زنی مجدد موجب خنثی شدن کارایی عملیات کنترل نشده است.

طی مراحل قبل و پس از اعمال کنترل شیمیایی دامنه تأثیر علف‌های هرز شاهتره و هفت بند بشدت کاهش یافت به طوریکه دامنه تأثیر هفت بند از

علف‌هرز مهمی مطرح بود، به گونه ای که در این مرحله به تنهایی ۲۵/۱۲ درصد از شمار علف‌های هرز مزرعه به این گونه تعلق داشت. بررسی نقشه های توزیع مکانی این علف‌هرز در طی مراحل اول و دوم نمونه برداری، یک لکه پر تراکم را با تراکم مرکزی ۱۰۴ بوته در متر مربع و حواشی با تراکم ۷ بوته در متر مربع در ضلع غربی مزرعه نشان می دهد. در این نقشه لکه دیگری نیز در ضلع شمال غربی مزرعه با تراکم مرکزی ۵۵ بوته در متر مربع و حاشیه ۷ بوته در متر مربع مشاهده می شود. مشاهده نقشه توزیع مکانی این علف‌هرز پس از اعمال عملیات کنترل تخریب ساختار لکه های فوق الذکر را نشان می دهد (شکل ۲). از سوی دیگر لکه ای با مرکز پر تراکم ۱۷ بوته در متر مربع و حاشیه با تراکم ۱ بوته در متر مربع در ضلع جنوبی مزرعه تشکیل شده است. تراکم مرکزی این لکه در مقایسه با لکه های موجود در مرحله قبل نشان از کاهش شدید تراکم این علف‌هرز در مرحله دوم نمونه برداری دارد. کارایی عملیات کنترل می تواند یکی از دلایل این امر باشد، علاوه بر این ممکن است چرای انجام شده در اواخر زمستان و اوایل بهار عامل دیگری در کاهش شمار این علف‌هرز باشد.

مشاهده نقشه های توزیع مکانی علف‌های هرز *Goldbachia laevigata* و *Chorispora tenella* بر کشیدگی لکه ها در امتداد ردیف های کاشت تاکید دارند. ریو و کوزنز (Rew & Cousens, 2001) عنوان داشتند که در بسیاری از مزارع، غالباً عملیات مدیریتی مزرعه در یک جهت انجام می پذیرد که این امر منجر به پراکنش علف‌های هرز در جهت تردد ماشین آلات

نتیجه همبستگی مکانی بود. دامنه تاثیر بالا و همبستگی مکانی قوی علف‌هرز *Goldbachia laevigata* در طی مراحل اول نمونه برداری حاکی از وجود لکه های بزرگ در مزرعه است. در مرحله دوم نمونه برداری همبستگی مکانی کاهش پیدا کرد که دلیل این امر را می توان کارایی عملیات کنترل دانست. همبستگی مکانی *Chorispora tenella* برخلاف *Goldbachia laevigata* طی مراحل اول و دوم نمونه برداری افزایش پیدا کرد که دلایل آن در مباحث قبلی تشریح شد.

نقشه های توزیع مکانی علف‌هرز *Goldbachia laevigata* در مراحل اول و دوم نمونه برداری (شکل ۱) نشان می دهند که در طی مرحله اول لکه هایی با مرکز پر تراکم ۱۱۵ بوته در متر مربع و حواشی با تراکم ۷ بوته در متر مربع در ضلع شمال غربی و جنوب شرقی مزرعه وجود داشتند. پس از اعمال عملیات کنترل، تراکم در مرکز و حواشی لکه ها به شدت کاهش یافت، به طوری که تراکم ترین لکه، مرکز پر تراکمی با تراکم ۱۲ بوته در متر مربع و حواشی با تراکم ۰/۵ بوته در متر مربع را در خود جا داد. در این مرحله ساختار لکه واقع در ضلع جنوب شرقی مزرعه کاملاً تخریب شد و ساختار لکه واقع در ضلع شمال غربی مزرعه تا حد زیادی از بین رفت. این مشاهدات در درک کاهش معنی دار دامنه تاثیر *Goldbachia laevigata* در طی مراحل مختلف نمونه برداری و تخریب ساختار لکه ها می تواند بسیار مفید باشد.

علف‌هرز *Chorispora tenella* در مرحله قبل از اعمال مدیریت شیمیایی در مزرعه به عنوان

علف‌های هرز در مرحله دوم نمونه برداری مؤید این نکته است. علاوه بر تخریب ساختار لکه‌ها تراکم نیز به شدت کاهش یافته است به طوری که تنها لکه متراکم واقع در ضلع جنوب غربی مزرعه مرکز پر تراکمی با ۴۴ بوته در متر مربع و حاشیه با تراکم ۳ بوته در متر مربع دارد. لکه‌های دیگر موجود در سطح مزرعه دارای تراکم بسیار کمتری در مقایسه با مرحله قبل هستند. نقشه تهیه شده در مرحله دوم قسمتهایی از مزرعه را نشان می‌دهد که آلوده به لکه‌های علف‌های هرز هستند این در حالی است که این قسمتها در مرحله قبل فاقد علف‌هرز بودند. دلیل این امر می‌تواند جوانه زنی گونه‌هایی از قبیل شاهتره و هفت بند در مرحله پس از اعمال مدیریت شیمیایی باشد. به طوری که در نقشه‌های توزیع شاهتره و هفت بند (شکل‌های ۴ و ۵) در مرحله نمونه برداری پس از اعمال عملیات مدیریتی، حضور این گونه‌ها در شمال شرقی و بخشهایی از مرکز مزرعه مشهود است. در این مرحله لکه‌هایی با مرکز تراکم حدوداً ۱۰ بوته در متر مربع و حاشیه‌های با تراکم ۱ بوته در متر مربع برای هفت بند و در مورد شاهتره لکه‌هایی با مرکز تراکم حدوداً ۸ بوته در متر مربع و حاشیه‌های با تراکم ۰/۵ بوته در متر مربع در نقاط ذکر شده دیده می‌شود.

در مجموع بررسی نقشه‌های توزیع مکانی علف‌های هرز در مزرعه عمدتاً توزیع ناهمگن و لکه‌ای علف‌های هرز و همچنین پایداری نسبی لکه‌ها را نشان دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که حضور گیاه زراعی کلزا در تناوب، همچنین عملیات کنترلی متناظر با آن از قبیل نوع علفکش مصرفی، روی نوع گونه علف‌های هرز مزرعه و توزیع مکانی گونه‌های مورد مطالعه موثر بودند.

می‌شود و همین دلیل لکه‌های علف‌های هرز در این جهت کشیدگی پیدا می‌کنند. آنها کشیدگی لکه‌های علف‌های هرز در جهت حرکت ماشین‌آلات کشاورزی را در نتیجه عواملی از قبیل عدم مدیریت صحیح مانند انتخاب ردیف کاشت اشتباه، خارج کردن ریشه گیاه زراعی در زمان کولتیواتور زدن بین ردیف‌ها، عدم سمپاشی برخی قسمت‌ها به دلیل مسدود بودن نازل سمپاش (این امر فرصت مناسبی را برای جوانه زنی، بقا و تولید بذل لکه‌های بزرگتر علف‌های هرز در جهت تردد ماشین‌آلات فراهم می‌آورد)، دانستند. جانسون و همکاران (Johnson et al., 1996) در مطالعه‌ای ۲ ساله روی علف‌هرز *Abutilion theophrasti* فاصله تاثیر ۴۵ متر را در جهت ردیف کاشت و حرکت ماشین‌آلات کشاورزی و ۲۵ متر را در جهت عمود بر آن گزارش کرد. دامنه علف‌هرز *Helianthus annuus* L. طی دو سال در جهت ردیف کاشت و در جهت عمود بر آن به ترتیب معادل ۵۰ و ۸۰ متر و همچنین ۳۰ و ۵۰ متر بود.

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود توزیع مجموع علف‌های هرز در مرحله اول نمونه برداری از شمال غربی تا جنوب شرقی مزرعه امتداد داشت و مراکز پر تراکم با ۱۴۵ بوته در متر مربع و حاشیه‌های با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع در ضلع‌های شمال غربی و جنوب شرقی مزرعه قرار دارند. بررسی دامنه تاثیر علف‌های هرز نشان می‌دهد که در طی مراحل اول تا دوم نمونه برداری دامنه تاثیر از ۸۴/۹ متر به ۵/۹ متر کاهش پیدا کرده است. این کاهش معنی دار نشان دهنده تخریب ساختار لکه‌ها در مرحله نمونه برداری پس از اعمال عملیات کنترل است، که مشاهده نقشه توزیع مکانی

تناوب زراعی روی جوامع علف‌های هرز تاثیر می‌گذارد، زیرا هم نوع محصول و هم رژیم‌های مدیریتی اعمال شده می‌توانند بر زیستگاه‌های علف‌های هرز تاثیر گذار باشند. آگاهی از این اثرات می‌تواند تناوب زراعی را به عنوان گزینه‌ای کارآمد در کنترل تلفیقی علف‌های هرز مطرح کند.

شناخت الگوهای توزیع مکانی علف‌های هرز نیز فرصتی را فراهم می‌آورد که با اعمال مدیریت متناسب با مکان، علاوه بر کاهش هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی، در کنترل علف‌های هرز به بازدهی بیشتری نیز دست یافت.

جدول ۱- تراکم نسبی (%) انواع علف‌های هرز غالب در مراحل مختلف نمونه برداری (مرحله اول، قبل از کنترل شیمیایی، مرحله دوم، بعد از کنترل شیمیایی و مرحله سوم، قبل از برداشت) در مزرعه گندم تحت تناوب کلزا-آیش-گندم

Table 1- Relative density (%) of dominant weeds at different stages of sampling (Stage 1: before weed control, stage 2: after weed control and stage 3: before harvesting) in a field with canola-fallow-wheat crop rotation

مرحله سوم (خرداد) Stage 3 (May to June)	مرحله دوم (اردیبهشت) Stage 2 (Apr. to May)	مرحله اول (اسفند) Stage 1 (Feb. to Mar.)	نوع علف هرز Weed type
87.57	96.48	99.87	علف‌های هرز یکساله Annual weeds
12.43	3.52	0.31	علف‌های هرز چندساله Perennial weeds
4.67	12.91	2.02	علف‌های هرز باریک برگ Grass weeds
95.33	87.09	97.98	علف‌های هرز پهن برگ Broad leaf weeds

جدول ۲- اجزاء واریوگرام گونه‌های غالب مزرعه گندم تحت تناوب کلزا-آیش-گندم در مراحل اول (قبل از کنترل) و دوم نمونه (بعد از کنترل) برداری

Table 2- Variogram components of dominant weed species of a wheat field with canola-fallow-wheat rotation history at first (before chemical weed control) and second (after chemical weed control) stages of sampling

همبستگی مکانی Spatial correlation	درصد اثر قطعه ای Nugget percent	دامنه Range	حد آستانه Sill	اثر قطعه ای Nugget	مدل Model	علف هرز Weed
قوی Strong	21.25	9.9	1.035	0.220	نمایی Exponential	<i>Chorispora tenella</i>
قوی Strong	22.84	196.6	1.974	0.451	کروی Spherical	<i>Goldbachia laevigata</i>
ضعیف Weak	100.00	93.5	0.964	0.964	خطی Linear	<i>Fumaria vaillantii</i>
ضعیف Weak	100.00	93.5	0.990	0.990	خطی Linear	<i>Polygonum aviculare</i>
متوسط Medium	25.84	5.4	1.006	0.260	نمایی Exponential	<i>Fumaria vaillantii</i>
متوسط Medium	26.79	2.8	1.004	0.269	نمایی Exponential	<i>Polygonum aviculare</i>
متوسط Medium	25.33	9.7	1.042	0.264	نمایی Exponential	<i>Goldbachia laevigata</i>
قوی Strong	12.60	12.6	0.992	0.125	کروی Spherical	<i>Chorispora tenell</i>

* ۱ مرحله نمونه برداری قبل از اعمال عملیات کنترل شیمیایی (اسفند)

* ۲ مرحله نمونه برداری پس از اعمال عملیات کنترل شیمیایی (اردیبهشت)

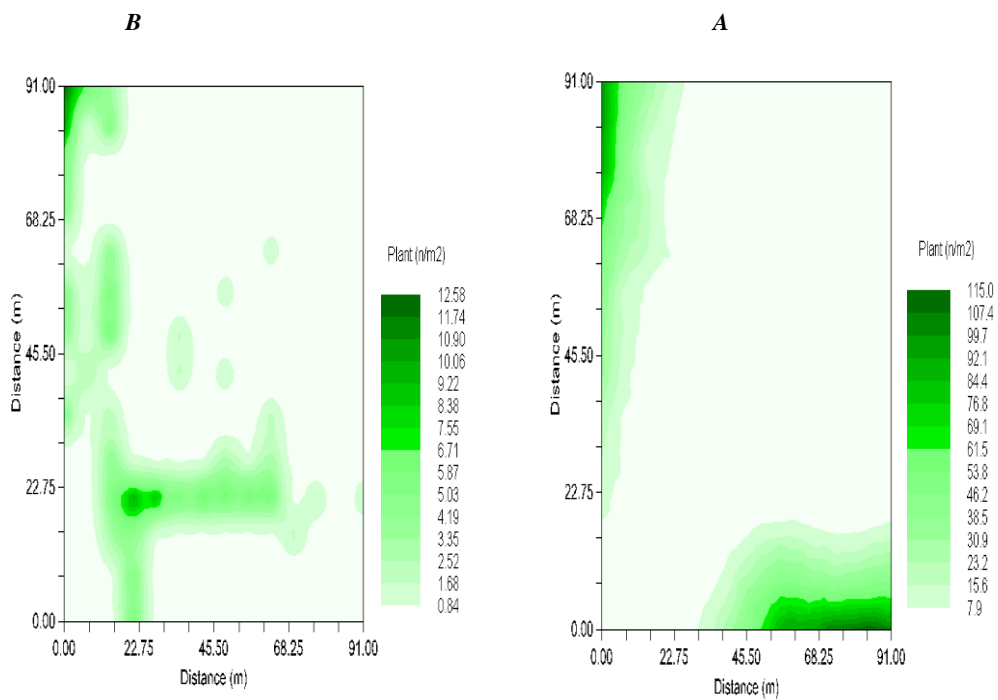
اثر قطعه ای (Co) - حد آستانه (Co+C) - دامنه (Ao) - درصد اثر قطعه ای $(Co/Co+C)*100$

"پویایی مکانی علف‌های هرز یک مزرعه با سابقه تناوبی..."

جدول ۳- درصد نقاط آلوده به علف‌های هرز مزرعه گندم تحت تناوب کلزا- آیش- گندم در مرحله اول (قبل از کنترل) و دوم (بعد از کنترل) نمونه برداری

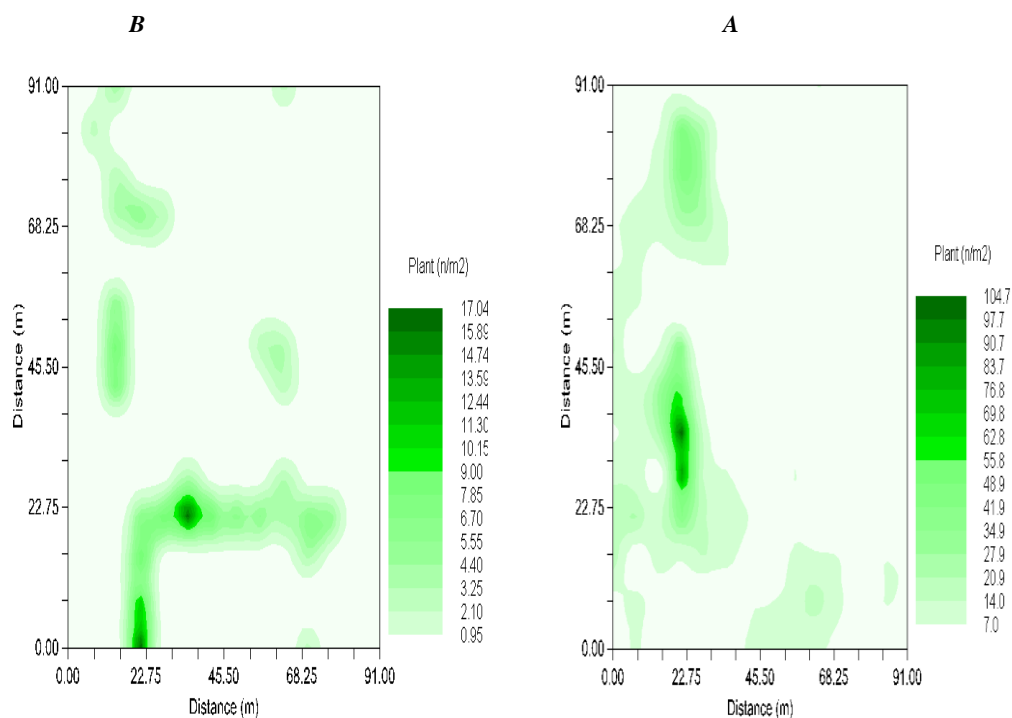
Table 3- Percent of weed infected area in a wheat field with Canola-Fallow-Wheat rotation history at first (before chemical weed control) and second (after chemical weed control) stages of sampling

مرحله دوم (اردیبهشت) Stage 2 (Apr. to May)	مرحله اول (اسفند) Stage 1 (Feb. to Mar.)	علف‌هرز Weed
14.79	60.2	<i>Chorispora tenella</i>
19.89	56.12	<i>Goldbachia laevigata</i>
30.10	10.71	<i>Fumaria vaillantii</i>
46.93	11.73	<i>Polygonum aviculare</i>
76.02	74.48	Annuals
7.56	1.02	Perennials
15.81	15.18	Grasses
76.53	73.97	Broad leaves
78.06	85.71	Total



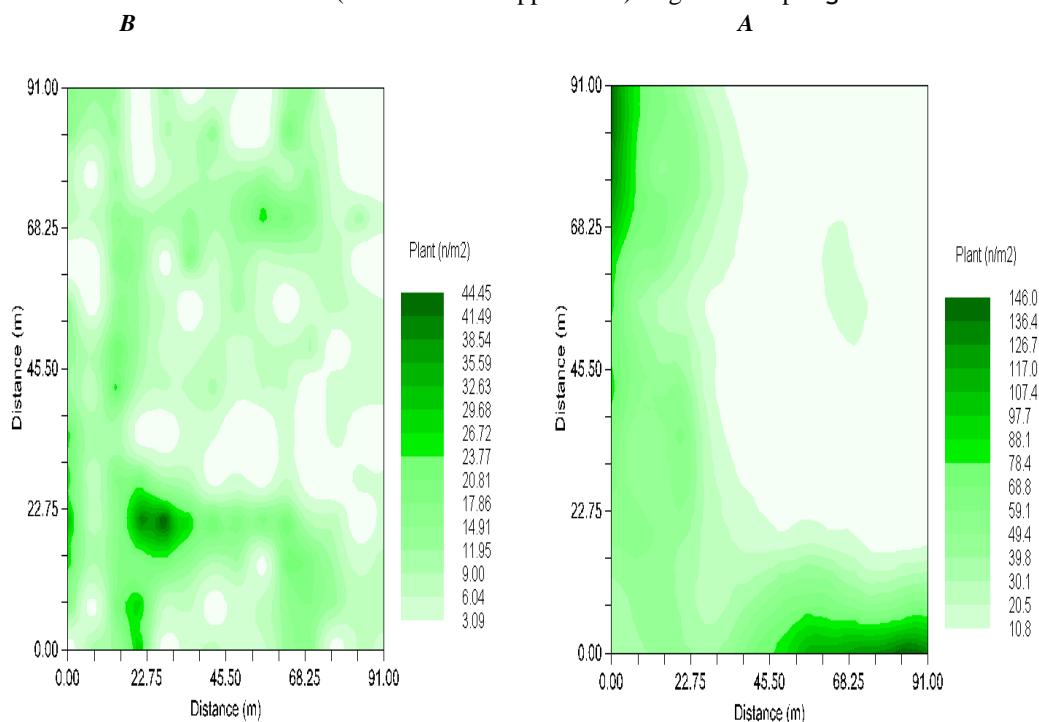
شکل ۱- توزیع و تراکم علف‌هرز *Goldbachia laevigata* در مراحل اول، قبل از کاربرد (الف) و دوم، پس از کاربرد (ب) نمونه برداری در مزرعه

Figure 1- Distribution and density of *Goldbachia laevigata* at A- first (before herbicide application) and B- second (after herbicide application) stages of sampling



شکل ۲- توزیع و تراکم علف‌هرز *Chorispora tenella* در مراحل اول، قبل از کاربرد علف کش (الف) و دوم، پس از کاربرد علف کش (ب) نمونه برداری در مزرعه

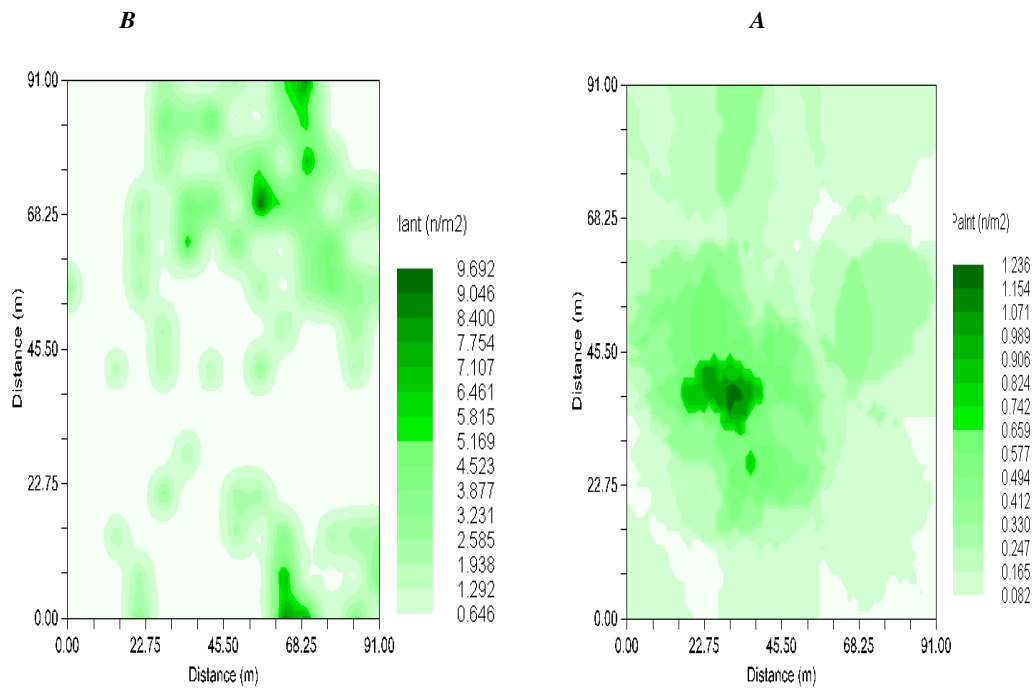
Figure 2- Distribution and density of *Chorispora tenella* at A- first (before herbicide application) and B- second (after herbicide application) stages of sampling



شکل ۳- توزیع و تراکم مجموع علف‌های هرز در مراحل اول، قبل از کاربرد علف کش (الف) و دوم، پس از کاربرد علف کش (ب) نمونه برداری در مزرعه

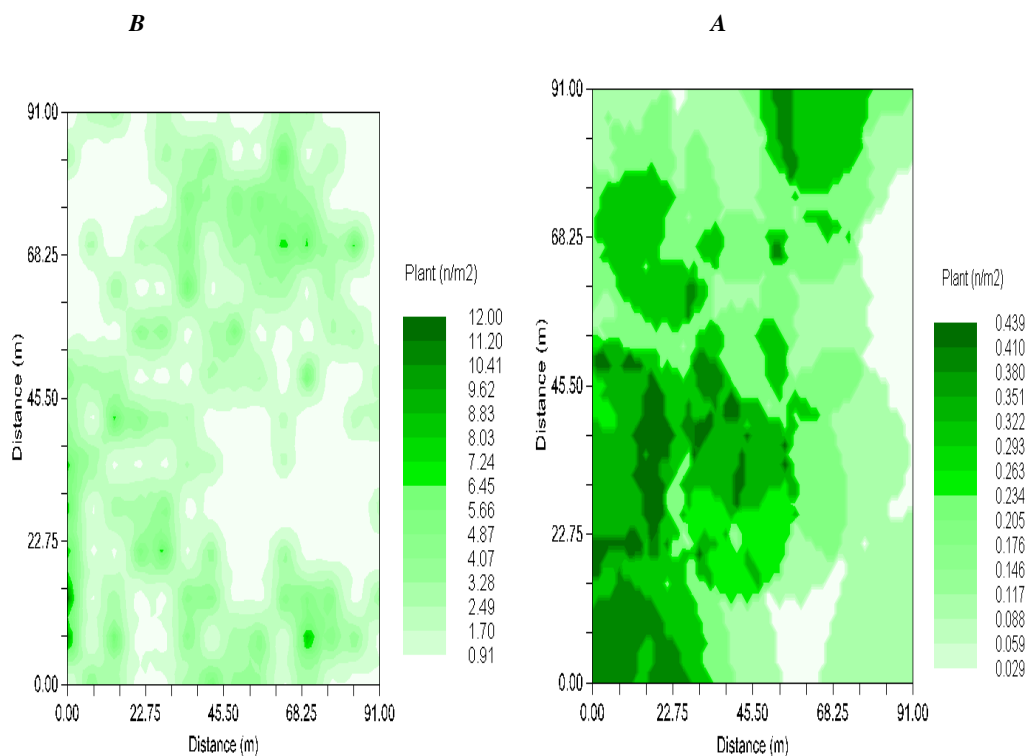
Figure 3- Distribution and density of total weeds at A- first (before herbicide application) and B- second (after herbicide application) stages of sampling

"پویایی مکانی علف‌های هرز یک مزرعه با سابقه تناوبی..."



شکل ۴- توزیع و تراکم علف‌هرز شاهتره ایرانی در مراحل اول، قبل از کاربرد علف‌کش (الف) و دوم، پس از کاربرد علف‌کش (ب) نمونه برداری در مزرعه

Figure 4- Distribution and density of *Fumaria vaillantii* at A- first (before herbicide application) and B- second (after herbicide application) stages of sampling



شکل ۵- توزیع و تراکم علف‌هرز هفت بند در مراحل اول، قبل از کاربرد علف‌کش (الف) و دوم، پس از کاربرد علف‌کش (ب) نمونه برداری در مزرعه

Figure 5- Distribution and density of *Polygonum aviculare* at A- first (before herbicide application) and B- second (after herbicide application) stages of sampling

Reference

فهرست منابع

- Altieri, M.A., Liebman, M.,** 1988. Weed management in Agroecosystems: Ecological approaches. CRC press.
- Ayeneband, A.,** 2005. Crop Rotation. Jahad press, Mashhad. pp. 195-212.
- Ball, D.A., Miller, S.D.,** 1990. Weed seed population response to tillage and herbicide use in three irrigated cropping sequences. *Weed Science*, 38, 511-517.
- Ballare, C.L., Scopel, A.L., Ghera, C.M., Sanchez, R.A.,** 1987. The demographic of *Datura ferox* (L.) in soybean crops. *Weed Research* 27, 91-102.
- Burton, M.G., Mortensen, D.A., Marx, D.B.,** 2005. Environmental characteristics affecting *Helianthus annuus* distribution in a maize production system. *Agricultur Ecosystems and Environment* 111, 30-40.
- Cardina, J., Doohan, D.J.,** 2008. Weed biology and precision farming. site-specific management guideline. www.ppi-far.org/ssmg.
- Cardina, J., Johnson, G.A., Sparrow, D.H.,** 1997. The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Science* 45, 364-373.
- Dieleman, J.A., Mortensen, D.A.,** 1999. Characterizing the spatial pattern of *Abutilon theophrasti* seedling patches. *Weed Research* 39, 455-467.
- Garretti, K.A., Dixon, P.M.,** 1998. When does the spatial pattern of weeds matter? predictions from neighborhood models. *Ecological Applications* 8, 1250-1259.
- Gerhards, R., Sokefeld, M., Timmermann, C., Kuhbauch, W.,** 2002. Site-specific weed control in maize, sugar beet, winter wheat, and winter barley. *Precision Agriculture* 3, 25-35.
- Goudy, H.J., Bennett, K.A., Tardif, F.J.,** 2001. Evaluation of site-specific weed management using a direct-injection sprayer. *Weed Science* 49, 359-366.
- Johnson, A., Mortensen, D.A., Gotway, C.A.,** : . , 1996. Spatial analysis of weed seedling populations using geostatistics. *Weed Science* 44, 704-710.
- Jurado Exposito, M., Granados, F.L., Gonzalez Andujar, J.L., Torres, L.G.,** 2003. Characterising spatial and temporal variability of *Convolvulus arvensis* populations in wheat-sunflower rotationsv. IX Conferencia Espanola de Biometria, pp. 17-20.
- Koller, M., Lanini, W.T.,** 2005. Site-specific herbicide applications based on weed maps provide effective control. *California Agriculture* 59, 182-187.
- Mt. Pleasant, J., Schlather, K.,** 1994. Incidence of weed seed in cow (*Bos* sp.) manure and its importance as a weed source for cropland. *Weed Technology* 8, 304-310.
- Rew, L.J., Cousens, R.D.,** 2001. Spatial distribution of weeds in arable crops: are current sampling and analytical methods appropriate? *Weed Research* 41, 1-18.
- Williams, M.M., Gerhards, R., Mortensen, D.A.,** 2000. Two-year weed seedling population responses to a post-emergent method of site-specific weed management. *Precision Agriculture* 2, 247-263.
- Wilson, B.J., Brain, P.,** 1991. Long-term stability of distribution of *Alopecurus myosuroides* Huds. within cereal fields. *Weed Research* 31, 367-373.

" پویایی مکانی علف‌های هرز یک مزرعه با سابقه تناوبی... "