



دانشگاه فردوسی مشهد

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی  
جلد بیست و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳  
<http://jopp.gau.ac.ir>

## بررسی تأثیر روش‌های مدیریتی مختلف بر توزیع مکانی - زمانی جمعیت علف‌های هرز و زیست‌توده هوایی زعفران

\* حسن مکاریان<sup>۱</sup> و حمید عباس‌دخت<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، <sup>۲</sup> دانشیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۲

### چکیده

به منظور بررسی تغییرات مکانی- زمانی تراکم علف‌های هرز و عملکرد زیست‌توده هوایی زعفران آزمایشی با استفاده از روش زمین‌آماری در سطح ۳ مزرعه زعفران هر یک به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع واقع در خراسان جنوبی در ۲ سال انجام شد. به این منظور جمعیت علف‌های هرز غالب و وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران در ۱۴۴ نقطه در سطح هر یک از ۳ مزرعه در محل تقاطع یک شبکه مربعی ۴×۴ متر در کادرهای ثابتی در طی ۲ سال ثبت شد. تجزیه و تحلیل تغییرنماها، تغییرنماهای متقاطع و ضریب همبستگی اسپیرمن برای بررسی توزیع مکانی علف‌های هرز و ارتباط آن با توزیع زیست‌توده هوایی زعفران در پایان فصل رشد انجام شد. نتایج نشان داد که تراکم و توزیع علف‌های هرز تحت تأثیر روش‌های مختلف مدیریتی در طی ۲ سال متغیر بود. تجزیه و تحلیل تغییرنماها همبستگی مکانی متوسط تا قوی ۵۰/۱-۸۹/۶ درصد در توزیع علف‌های هرز در سطح مزارع در طی ۲ سال نشان داد. در این آزمایش الگوی تولید وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران نیز در سطح مزارع توزیع لکه‌ای (همبستگی مکانی ۵۱/۱-۹۲/۵ درصد) نشان داد. همبستگی مکانی قابل توجهی بین عملکرد برگ زعفران و تراکم کل علف‌های هرز توسط تجزیه تغییرنماهای متقاطع و ضریب همبستگی اسپیرمن در سطح مزارع و طی ۲ سال مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده بر خلاف کاربرد روش‌های مختلف کنترل، بخش زیادی از توزیع لکه‌ای زیست‌توده هوایی زعفران تحت تأثیر توزیع علف‌های هرز در سطح مزارع قرار گرفت.

**واژه‌های کلیدی:** کنترل لکه‌ای، زمین‌آمار، کشاورزی دقیق، کنترل متناسب با مکان

\* مسئول مکاتبه: [h.makarian@yahoo.com](mailto:h.makarian@yahoo.com)

## مقدمه

کنترل و مدیریت کارآمد علف‌های هرز برای افزایش تولید غذا و داشتن امنیت غذایی امری اجتناب‌ناپذیر است. برای این‌که برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز تا حد امکان مؤثر و کارآمد باشد، باید در مورد عوامل تعیین‌کننده سرعت گسترش علف‌های هرز و نیز در مورد چگونگی توزیع آن‌ها و روش‌هایی که می‌توان با توسل به آن‌ها جمعیت علف‌های هرز را به حداقل رساند یا ریشه‌کن کرد، اطلاعات کافی و درک صحیحی داشته باشیم (مکاریان، ۲۰۰۸).

علف‌های هرز در قسمت‌هایی از مزرعه که شرایط موضعی برای سبز شدن آن‌ها فراهم است تجمع می‌یابند یا به‌عبارت دیگر علف‌های هرز پراکنش یکنواخت و یا تصادفی ندارند بلکه در مقیاس‌های مختلف دارای توزیع لکه‌ای هستند (گونزالس - اندوجار و همکاران، ۲۰۰۳؛ کلی و همکاران، ۲۰۰۶). توزیع ناهمگون و طبیعت لکه‌ای جمعیت علف‌های هرز به دلیل اثرات متقابل زیست‌شناسی علف‌هرز، شرایط موضعی خرداقلیم و عملیات مدیریتی می‌باشد (بیگ‌وود و اینوی، ۱۹۸۸).

مدیریت متناسب با مکان، به‌خصوص هنگامی که توزیع مکانی و تنوع بالایی در ظهور علف‌های هرز در مزارع وجود دارد می‌تواند نقش مؤثری در کاهش مصرف علف‌کش‌ها و نیز کارایی بالاتر آن‌ها داشته باشد (ویلز، ۲۰۰۵). در برنامه‌های متداول زراعی با وجود توزیع ناهمگون علف‌های هرز در مزارع بیش‌تر برنامه‌های کنترل علف‌های هرز به‌طور یکنواخت اعمال می‌شوند و یا به دلیل لکه‌ای بودن علف‌های هرز، تخمین کاهش عملکرد معمولاً بیش از مقدار واقعی است، بنابراین میزان علف‌کش مورد نیاز نیز بیش از حد واقعی محاسبه می‌شود (ویلز، ۲۰۰۵). با در نظر گرفتن ترکیب، تراکم و توزیع علف‌های هرز، به کارایی مدیریت علف‌های هرز افزوده شده و نیاز به مصرف علف‌کش‌ها نیز کم‌تر خواهد شد (ویلز و شوپز، ۲۰۰۲). در این حال ساده‌ترین و رایج‌ترین روش بررسی تغییرات توزیع مکانی و زمانی، مقایسه نقشه‌های تهیه شده در سال‌های متوالی می‌باشد (ریو و کوزنس، ۲۰۰۱). در زمین‌آمار با استفاده از آمار مکانی نیم‌تغییرنماهای را که ساختار مکانی جمعیت‌ها را تشریح می‌کند، برازش داده می‌شود. سپس با استفاده از کریجینگ نقشه‌های توزیع علف‌های هرز ترسیم می‌شود تا برای درون‌یابی در نقاطی که نمونه‌برداری انجام نشده مورد استفاده قرار گیرد (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰). تجزیه و تحلیل نیم‌تغییرنما متقاطع<sup>۱</sup> آمار مکانی نیز یکی از راه‌های تشخیص همبستگی مکانی یا زمانی بین دو متغیری است که به‌وسیله شرایط محیطی یا فرایندهای مکانی

1- Cross-Semivariogram

مشابه تحت تأثیر قرار می‌گیرند (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰). برای مثال نیم‌تغییرنا متقاطع، وابستگی مکانی بین دو جمعیت، همانند بانک بذر و علف‌های هرز سبز شده (کاردینا و همکاران، ۱۹۹۶)، تطابق بین توزیع علف‌های هرز و زیست‌توده گیاه زراعی و جفت متغیرهای دیگر که تحت تأثیر شرایط یکسان محیطی قرار می‌گیرند، به‌کار گرفته می‌شود (مکاریان و حسینی، ۲۰۱۰). امروزه با تهیه نقشه‌های توزیع و تراکم علف‌های هرز در سطح مزارع که بیش‌تر به کمک روش‌های زمین‌آماری انجام می‌شود می‌توان در رابطه با محل تیمار و نوع مدیریت لازم تصمیم‌گیری نمود (ویلز، ۲۰۰۵). به این ترتیب ورودی‌های مدیریتی با کارایی بیش‌تری به‌کار رفته، هزینه‌های مورد نیاز کاهش می‌یابد و سود بیش‌تری نیز عاید کشاورز خواهد شد (ویلز، ۲۰۰۵؛ لوتمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ کاردینا و همکاران، ۱۹۹۶). جودی و همکاران (۲۰۰۱)، برای کنترل متناسب با مکان گونه‌های علف هرز پهن‌برگ در مزارع ذرت و سویا در طی ۲ سال، مقدار آستانه یک بوته در مترمربع را برای همه گونه‌های موجود در نظر گرفتند. آن‌ها بیان کردند که مقدار آستانه یک بوته در مترمربع یک تخمین بود که بیش‌تر تولیدکنندگان در منطقه به‌علت نبود اطلاعات قابل اطمینان در مورد گونه‌های پهن‌برگ، مورد استفاده قرار می‌دهند. مکاریان و حسینی (۲۰۱۰) نیز در مطالعه‌ای ارتباط مکانی بین زیست‌توده هوایی گندم و جمعیت علف‌های هرز را در یک مزرعه گندم مورد بررسی قرار داده و همبستگی مکانی بالایی بین دو متغیر نام‌برده گزارش کردند. به‌منظور دست‌یابی به اطلاعات مؤثر برای مدیریت بهتر علف‌های هرز مزارع زعفران در این بررسی، مطالعه پراکنش و پویایی مکانی و زمانی جمعیت علف‌های هرز غالب و توزیع زیست‌توده هوایی زعفران در ۳ مزرعه مختلف تحت تأثیر روش‌های مدیریتی متفاوتی انجام گرفت.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در ۲ سال زراعی در ۳ مزرعه تجاری زعفران در منطقه بشرویه واقع در استان خراسان جنوبی انجام شد. طول و عرض جغرافیایی محل به‌ترتیب ۵۷ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و ارتفاع محل از سطح دریا ۸۵۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۱۰۰ میلی‌متر، حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه به‌ترتیب +۴۸ و -۱۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. خاک مزارع آزمایشی دارای بافت شنی لومی بود. مزارع پیش از کاشت با کود فسفات آمونیوم به‌میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کوددهی شد. در این مزارع هیچ‌زمانی از کود دامی استفاده نشده

است. ابعاد هر یک از مزارع انتخابی ۲۰۰۰ مترمربع بود. در شهریورماه سال ۱۳۸۱ طبق عرف محل، زعفران به میزان ۲۰۰۰ کیلوگرم کورم در هکتار با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع کشت شده بود. بنابراین در زمان انجام آزمایش مزارع زعفران ۳ و ۴ ساله بودند. ۳ مزرعه مورد مطالعه به صورت هم‌جوار و نزدیک به هم انتخاب شدند. عملیات مدیریتی یکسانی در هر ۳ مزرعه در سال‌های گذشته انجام شده بود. در هر یک از مزارع مورد مطالعه برای کنترل علف‌های هرز غالب زعفران، از یکی از روش‌های مدیریتی کاربرد سراسری علف‌کش‌ها، کاربرد لکه‌ای علف‌کش‌ها و کولش استفاده شد. در روش کنترل به وسیله کولش (اصطلاح مرسوم در خراسان جنوبی)، یک یا چند نفر کارگر با استفاده از ابزاری به نام چهارشاخ، خاک را تا عمق حدود ۱۰-۷ سانتی‌متر برداشته و واژگون می‌کنند. به این روش گیاهچه علف‌های هرز از بین رفته و سطح خاک نیز برای رشد بهتر زعفران نرم و نفوذپذیر می‌شود. به منظور کاربرد متناسب با مکان علف‌کش‌ها، ابتدا نقشه‌های توزیع گونه‌های مختلف علف هرز در مزرعه مورد نظر به طور مجزا ترسیم شد. سپس برای هر گونه، بخش‌های عاری از علف هرز و بخش‌های آلوده که دارای تراکم یک بوته یا بیش‌تر بودند، روی نقشه‌ها مشخص شدند. طبق پیشنهاد نوریس (۱۹۹۲)، در محصولاتی که از نظر رقابت ضعیف و دارای ارزش اقتصادی بالایی هستند (همانند زعفران) آستانه‌ها برای بیش‌تر علف‌های هرز باید صفر یا نزدیک به صفر باشد. بنابراین به دلیل نبود اطلاعات در مورد آستانه خسارت علف‌های هرز در مزارع زعفران، در این آزمایش آستانه محافظه‌کارانه صفر بوته برای گونه‌های علف هرز متداول زعفران در نظر گرفته شد. به این ترتیب در مزرعه کنترل لکه‌ای عملیات پاشش سم فقط در نقاط آلوده تخمین‌زده شده به وسیله کریجینگ انجام شد.

برای سم‌پاشی نیز از سم‌پاش پستی - کتابی مجهز به نازل بادبزی و با فشار ۲/۵-۲ بار استفاده شد. سم‌پاش براساس ۳۰۰ لیتر محلول سم در هکتار کالیبره شد. در مزارع مورد نظر به منظور کنترل سراسری و لکه‌ای، علف‌های هرز متداول مانند دم‌موشی (*Hordeum murinum*)، از علف‌کش هالوکسی فوپ اتوکسی - اتیل با نام تجاری گالانت به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، برای کنترل علف‌های هرز شاهی وحشی (*Cardaria draba*) و تاتاری پرگل (*Carduus pycnosephalus*) و سایر پهن‌برگ‌ها از علف‌کش پهن‌برگ‌کش بنتازون (بازاگران) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد (کافی، ۲۰۰۲). لازم به ذکر است که دو علف‌کش نام‌برده به صورت مخلوط و در طی یک مرحله سم‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت. در کاربرد لکه‌ای ابتدا شبکه‌های بدون علف هرز به وسیله پرچم‌های کوچکی مشخص گردید و سپس سایر نقاط آلوده سم‌پاشی شد. در روش کاربرد لکه‌ای ابتدا به منظور کنترل دم‌موشی از علف‌کش گالانت و

سپس برای کنترل تاتاری پرگل و شاهی وحشی از علف‌کش بنتازون به‌طور مجزا برای هر گونه، در نقاط آلوده استفاده شد. به‌منظور کاربرد سراسری علف‌کش‌ها، کل سطح مزرعه موردنظر به تفکیک گونه‌های باریک‌برگ و پهن‌برگ به‌طور مجزا سم‌پاشی شدند. کاربرد علف‌کش‌ها در ۲۵ دی‌ماه هر ۲ سال یعنی زمانی که علف‌های هرز نام‌برده در مرحله ۳-۲ برگی بودند، انجام شد.

**نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز:** نمونه‌برداری از کل سطح هر یک از مزارع زعفران به مساحت  $60 \times 32$  متر بر روی یک شبکه علامت‌گذاری شده مربعی به ابعاد  $4 \times 4$  متر و در مجموع از ۱۴۴ نقطه در هر مزرعه صورت گرفت. نمونه‌برداری با استفاده از کوادرات‌های ثابت<sup>۱</sup> (در ۳ مرحله و طی ۲ سال نقاط نمونه‌برداری ثابت بود) به ابعاد  $0.15$  متر مربع ( $30 \times 50$  سانتی‌متر) و در ۳ مرحله به‌ترتیب پیش از مدیریت پس‌رویشی (۲۰ دی‌ماه)، پس از مدیریت پس‌رویشی (۲۵ بهمن‌ماه) و پایان فصل رشد زعفران (۱۰ اردیبهشت‌ماه) انجام شد. در کوادرات تمامی گونه‌های علف هرز موجود شناسایی و شمارش شدند.

**نمونه‌برداری از زیست‌توده زعفران:** برای تهیه نقشه‌های توزیع عملکرد زیست‌توده هوایی زعفران، نمونه‌برداری از سطح کل هر مزرعه و از محل تقاطع شبکه و به‌وسیله کوادرات‌هایی به ابعاد  $80 \times 50$  سانتی‌متر در هر ۲ سال انجام شد. در مجموع در هر مزرعه از ۱۴۴ نقطه برای وزن زیست‌توده زعفران نمونه‌برداری شد. محل‌های نمونه‌برداری از زیست‌توده هوایی زعفران نیز با محل‌های نمونه‌برداری از جمعیت گیاهچه‌های علف‌های هرز منطبق بود. نمونه‌برداری از عملکرد زیست‌توده زعفران در اوایل اردیبهشت هر سال، هنگامی انجام شد که زیست‌توده هوایی زعفران کاملاً زرد شده بود. زیست‌توده هوایی کل زعفران از سطح خاک جمع‌آوری و در نایلون‌هایی با برچسب تعیین‌کننده مختصات هر نقطه قرار داده شد. نمونه‌های زیست‌توده پس از قرار دادن در پاکت‌های مقوایی به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای  $70$  درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت  $0.01$  گرم وزن شد. **تجزیه و تحلیل آماری نمونه‌ها:** یکی از خصوصیات مشترک داده‌های به‌دست آمده از یک متغیر محیطی (همانند تراکم علف هرز) همبستگی مکانی بین آن‌ها است به این معنی که مشاهده‌های نزدیک به‌هم در مقایسه با داده‌هایی که با فاصله زیادی از یکدیگر واقع شده‌اند دارای شباهت و همسانی بیش‌تری می‌باشد. این وابستگی مکانی بین نمونه‌ها را می‌توان به‌صورت یک مدل ریاضی تحت عنوان تغییرنما<sup>۲</sup> توصیف کرد (محمدی، ۲۰۰۲).

1- *Quadrat*

2- *Variogram*

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

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 نیم‌تغییرنما<sup>۱</sup> می‌باشد. برای توصیف همبستگی بین دو متغیر (رابطه بین وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران و تراکم علف‌های هرز) از نیم‌تغییرنما متقاطع استفاده شد (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰).

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

که در آن،  $\gamma_{AB}(h)$ : نیم‌تغییرنما متقاطع برای مکان‌های نمونه‌برداری است که به فاصله  $h$  از یکدیگر واقع شده‌اند.  $ZB(X_i)$  و  $ZA(X_i)$  به ترتیب خصوصیت تراکم جمعیت علف‌های هرز و عکس وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران در نقاط  $X$  و  $X+h$  می‌باشد (کولباخ و همکاران، ۲۰۰۰).  $N(h)$ : تعداد زوج محل‌های نمونه‌برداری است که به فاصله  $h$  از یکدیگر واقع شده‌اند. برای 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 رابطه به دست آمده و سپس مدل بر حسب این مقادیر تجربی برازش داده شد. از متغیرهای مدل‌ها برای تخمین تراکم علف‌های هرز و زیست‌توده زعفران در نقاط نمونه‌برداری نشده به وسیله کریجینگ استفاده شد. برای محاسبه درصد همبستگی مکانی از رابطه 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 می‌باشد.

در این بررسی برآورد آماری برای بلوک‌های دارای ابعاد ۴×۴ صورت گرفت. بخش عمده ویژگی‌های آماری، نرمال کردن داده‌ها، تبدیل برگشت (پس از برآورد آماری، نتایج از حالت لگاریتمی به حالت اولیه تبدیل برگشت داده شد و سپس نقشه‌ها ترسیم شدند)، رسم تغییرنماهای تجربی، برازش دادن مدل (۱)، برآورد کریجینگ و رسم نقشه‌های توزیع گیاهچه علف‌های هرز با استفاده از نرم‌افزار  $GS^+$  انجام شد (مکاریان و حسینی، ۲۰۱۰). رسم نیم‌تغییرنمای متقاطع، برازش دادن مدل (۲) با استفاده از نرم‌افزار Variowin (نسخه ۲/۴) انجام شد (مکاریان و همکاران، ۲۰۰۷).

بررسی ثبات لکه‌های علف هرز با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن<sup>۲</sup>: ضریب همبستگی اسپیرمن برای تعیین شدت همبستگی یا پیوستگی بین داده‌های مربوط به یک متغیر در زمان‌های متفاوت (مثلاً جمعیت گیاهچه‌ها بین ۲ سال) و یا داده‌های به دست آمده از دو متغیر (مثلاً وزن خشک زیست‌توده زعفران و جمعیت گیاهچه علف‌های هرز) به کار می‌رود (نوردمیبر، ۲۰۰۶). این ضریب بیش‌تر برای مقایسه جوامع دو متغیره‌ای به کار می‌رود که دارای پراکنش نرمال نیستند. بنابراین، برای بررسی ثبات لکه‌های علف هرز در طی زمان از ضریب همبستگی غیرپارامتریک اسپیرمن ( $r_s$ ) استفاده شد.

$$r_s = \frac{\sum_{j=1}^n (D)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (4)$$

که در آن،  $D$ : تفاوت بین مقادیر متناظر دو متغیر و  $n$ : تعداد زوج متغیرهاست. مقادیر  $r_s$  نزدیک به ۱ یا -۱ نشان‌دهنده میزان همبستگی قوی بین دو متغیر است. +۱ نشان‌دهنده همبستگی کامل مثبت و مقدار -۱ نشان‌دهنده همبستگی کامل منفی بین متغیرها است. محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۲) انجام شد.

## نتایج و بحث

محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن در تیمارهای مختلف نشان داد که میانگین وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران و تراکم کل علف‌های هرز در نمونه‌برداری آخر فصل رشد همبستگی

1- Geostatistic Software

2- Spearman Correlation Coefficient

بیش‌تری نسبت به ۲ مرحله نمونه‌برداری قبل و بعد از اعمال روش‌های مختلف کنترل داشت (نتایج نشان داده نشده است). بر این اساس تمام بررسی‌ها بین وزن خشک زیست‌توده زعفران و تراکم کل علف‌های هرز در آخر فصل رشد انجام شد. بررسی تراکم کل علف‌های هرز متداول در پایان فصل رشد زعفران نشان داد که، دامنه تغییرات تراکم کل علف‌های هرز در سطح مزارع متغیر بود. به‌طوری‌که تراکم کل علف‌های هرز از ۱۵۴-۳۹/۷ بوته در مترمربع در سال ۱۳۸۳ و از ۴۳۸/۷-۱۲/۸ بوته در مترمربع در سال ۱۳۸۴ بسته به مزرعه تغییر کرد. نتایج نشان داد، علف‌های هرزی که تحت تأثیر عملیات مدیریتی قرار نگرفتند و تا پایان فصل رشد به‌صورت لکه‌های کوچکی در مزرعه رویت شدند، کاهش بیش‌تری در وزن خشک زیست‌توده زعفران ایجاد کردند. به‌طوری‌که با افزایش تراکم علف‌های هرز در محل لکه‌ها عملکرد زیست‌توده زعفران کاهش بیش‌تری نشان داد (جدول ۱). میانگین وزن زیست‌توده هوایی زعفران از ۱۵۹/۷-۱۱۶/۲ و از ۱۶۶/۳-۹۸/۹ گرم در مترمربع به‌ترتیب در سال اول و دوم، بسته به مزرعه متغیر بود. به‌طوری‌که در طی ۲ سال انجام آزمایش کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده به‌ترتیب در مزارع تیمار شده به‌وسیله روش کولش و کاربرد سراسری علف‌کش به‌دست آمد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران و تراکم کل علف‌های هرز موجود در مزارع مختلف در پایان فصل رشد زعفران، در ۲ سال.

| سال | تیمار         | وزن زیست‌توده زعفران<br>(گرم در مترمربع) | خطای استاندارد<br>(±SE) | تراکم کل علف‌های هرز<br>(تعداد در مترمربع) | خطای استاندارد<br>(±SE) |
|-----|---------------|--|-------------------------|--|-------------------------|
| اول | کاربرد سراسری | ۱۵۹/۷                                    | ۲/۴                     | ۳۹/۷                                       | ۳/۳                     |
|     | کاربرد لکه‌ای | ۱۵۲/۴                                    | ۴/۲                     | ۴۰/۶                                       | ۳/۳                     |
|     | کولش          | ۱۱۶/۲                                    | ۳/۳                     | ۱۵۴/۰                                      | ۶/۲                     |
| دوم | کاربرد سراسری | ۱۶۶/۳                                    | ۴/۴                     | ۱۲/۸                                       | ۱/۸                     |
|     | کاربرد لکه‌ای | ۱۵۵/۸                                    | ۲/۸                     | ۲۹/۶                                       | ۲/۸                     |
|     | کولش          | ۹۸/۹                                     | ۲/۸                     | ۴۳۸/۷                                      | ۱۸/۶                    |



جدول ۲- ضرایب مدل‌های برازش داده شده بر تغییرنماهای تجربی برای تراکم کل علف‌های هرز در پایان فصل رشد زعفران در تیمارهای مختلف، در طی ۲ سال تغییرنماها با استفاده از ۱۴۴ نقطه نمونه برداری با  $GS^+$  برآورد شد.

| سال | تیمار         | مدل   | عرض از مبدأ (Intercept) | مجانِب (Asymptote) | دامنه تأثیر (Range) | همبستگی مکانی (درصد) |
|-----|---------------|-------|-------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| اول | کاربرد سراسری | نمایی | ۰/۷۲۰                   | ۲/۴۵۱              | ۳/۴                 | ۷۰/۶                 |
|     | کاربرد لکه‌ای | نمایی | ۰/۴۲۳                   | ۲/۲۱۴              | ۴/۲                 | ۸۰/۸                 |
|     | کولش          | نمایی | ۰/۰۷۳                   | ۰/۴۳۰              | ۲/۴                 | ۸۳/۰                 |
| دوم | کاربرد سراسری | کروی  | ۰/۵۸۲                   | ۲/۸۱۵              | ۱۹/۲                | ۷۹/۲                 |
|     | کاربرد لکه‌ای | نمایی | ۱/۹۹۹                   | ۳/۹۹۹              | ۲۱/۳                | ۵۰/۱                 |
|     | کولش          | کروی  | ۰/۰۷۲                   | ۰/۶۹۹              | ۰/۸                 | ۸۹/۶                 |

جدول ۳- ضرایب مدل‌های برازش داده شده بر تغییرنماهای تجربی برای وزن خشک زیست‌توده هوایی زعفران در ۳ تیمار مختلف. تغییرنماها با استفاده از ۱۴۴ نقطه نمونه برداری با  $GS^+$  برآورد شد.

| سال | تیمار         | مدل   | عرض از مبدأ (Intercept) | مجانِب (Asymptote) | دامنه تأثیر (Range) | همبستگی مکانی (درصد) |
|-----|---------------|-------|-------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| اول | کاربرد سراسری | کروی  | ۰/۰۰۸                   | ۰/۰۴۱              | ۴۴/۸                | ۸۰/۵                 |
|     | کاربرد لکه‌ای | کروی  | ۰/۰۲۷                   | ۰/۱۲۸              | ۱۵/۲                | ۷۸/۹                 |
|     | کولش          | کروی  | ۰/۰۱۱                   | ۰/۱۳۷              | ۱۷/۲۰               | ۹۱/۹                 |
| دوم | کاربرد سراسری | کروی  | ۰/۰۴۳                   | ۰/۰۸۸              | ۳۴/۲                | ۵۱/۱                 |
|     | کاربرد لکه‌ای | نمایی | ۰/۰۱۲                   | ۰/۰۴۹              | ۵/۴                 | ۷۵/۵                 |
|     | کولش          | کروی  | ۰/۰۰۹                   | ۰/۱۲۱              | ۱۴/۸                | ۹۲/۵                 |

به نظر می‌رسد که کاربرد سراسری و کاربرد لکه‌ای از طریق کنترل مؤثر علف‌های هرز و در نتیجه کاهش شدت رقابت بین علف هرز و گیاه زراعی به‌ویژه در مراحل پایانی فصل رشد، شرایط مساعدی را برای رشد زعفران فراهم نمود. اما کنترل ضعیف علف‌های هرز به‌وسیله عملیات کولش، از طریق افزایش تراکم علف‌های هرز و در نتیجه افزایش رقابت، سبب کاهش وزن خشک زیست‌توده زعفران در طی ۲ سال آزمایش گردید (جدول ۱).

برازش مدل‌های سمی‌واریوگرام نشان داد که تراکم کل علف‌های هرز در سطح مزارع دارای توزیع لکه‌ای بود. به‌طوری‌که همبستگی مکانی متوسط (۵۰/۱ درصد) تا قوی (۸۹/۶ درصد) برای توزیع کل علف‌های هرز بسته به مزرعه طی ۲ سال به‌دست آمد (جدول ۲). عواملی مانند فراوانی عناصر غذایی، رطوبت خاک، وجود اندام‌های رویشی و نیز پراکنش بذور در فواصل نزدیک به گیاه مادری سبب ایجاد توزیع لکه‌ای در علف‌های هرز می‌شود (شوکت و صدیقی، ۲۰۰۴). نتایج به‌دست آمده از برازش مدل‌های نیم‌تغییرنا نشان داد که تغییرات وزن خشک زیست‌توده زعفران نیز در سطح مزارع، دارای الگوی توزیع لکه‌ای بود. به‌طوری‌که همبستگی مکانی قوی (۹۱/۹-۸۰/۵ درصد) و متوسط تا قوی (۹۲/۵-۵۱/۱ درصد) به‌ترتیب در سال اول و دوم بسته به مزرعه به‌دست آمد (جدول ۳). بیش‌ترین میزان همبستگی مکانی در توزیع عملکرد زیست‌توده زعفران تحت‌تأثیر عملیات کولش در طی ۲ سال آزمایش به‌دست آمد. به احتمال زیاد وجود نقاط با تراکم بالای علف هرز در سطح مزرعه نام‌برده سبب شد تا عملکرد زیست‌توده زعفران در این نقاط به‌شدت کاهش یافته و در نتیجه لکه‌هایی با ابعاد گوناگون که دارای وزن زیست‌توده اندکی نیز بود، مشاهده شود (شکل‌های ۱ و ۲). با افزایش میزان کنترل علف‌های هرز و در نتیجه کاهش شدت رقابت بین علف‌های هرز و گیاه زراعی، تغییرات وزن خشک زیست‌توده در سطح مزارع توزیع یکنواخت‌تری (توزیع جمععی کم‌تر) نشان داد (جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲). این به آن معنی است که به‌دلیل اثرات رقابتی کم‌تر علف‌های هرز، شرایط مساعد و یکنواخت‌تری در کل سطح مزرعه برای رشد گیاه زراعی ایجاد شد. نتایج نشان داد که علاوه‌بر سایر ناهمگونی‌ها در محیط خاک و نیز غیریکنواختی که در اثر عملیات مدیریتی در سطح مزارع ایجاد می‌شود، علف‌های هرز نیز خود به‌عنوان یکی از عوامل ایجادکننده توزیع غیریکنواخت عملکرد گیاه زراعی به‌شمار می‌روند. بنابراین تخمین عملکرد گیاه زراعی براساس تراکم متوسط علف‌های هرز در مزارع باعث برآورد ناصحیح عملکرد و در نتیجه اشتباه در محاسبه‌های مدیریتی خواهد شد (مکاریان و حسینی، ۲۰۱۰).

مدل‌های نیم‌تغییرنا متقاطع برازش داده شده بین تراکم کل گونه‌های علف هرز غالب در مرحله پایان فصل رشد و عکس وزن خشک زیست‌توده زعفران در مترمربع، نشان داد که در هر ۲ سال انجام آزمایش، الگوهای توزیع جمعیت کل علف‌های هرز به مقدار قابل‌توجهی بر الگوهای تغییر عملکرد زیست‌توده زعفران منطبق بودند (جدول ۴). به‌طوری‌که همبستگی مکانی بین دو متغیر ذکر شده از

۹۸/۱-۰ درصد بسته به مزرعه و سال تغییر کرد. محاسبه ضرایب همبستگی اسپیرمن نیز نشان داد که بین تراکم کل علف‌های هرز در پایان فصل رشد و وزن زیست‌توده زعفران، همبستگی منفی ۰/۰۷۸- تا ۰/۵۲- درصد وجود داشت. به این معنی که، افزایش تراکم علف هرز سبب کاهش عملکرد زیست‌توده زعفران گردید. نتایج بیان‌گر آن است که با تغییر تراکم علف هرز در سطح مزارع، عملکرد زیست‌توده گیاه زراعی نیز تغییر می‌کند. نتایج تجزیه و تحلیل تغییرنماهای متقاطع نشان داد که همبستگی مکانی بین وزن زیست‌توده زعفران و تراکم کل علف‌های هرز تیمار کولش در سال دوم هیچ‌گونه همبستگی مکانی نشان نداد. همچنین کم‌ترین ضریب همبستگی اسپیرمن (۰/۰۷۸-) نیز بین دو متغیر نام‌برده به‌دست آمد که غیرمعنی‌دار نیز بود. تراکم بالای علف هرز (۴۳۸/۷ بوته در مترمربع) و نیز آلودگی کل سطح مزرعه نام‌برده به علف‌های هرز سبب شد تا عملکرد زیست‌توده زعفران به‌شدت کاهش نشان دهد. به‌طوری‌که میانگین وزن خشک زیست‌توده زعفران در مزرعه نام‌برده به ۹۸/۹ گرم در مترمربع کاهش یافت (جدول ۱). به احتمال زیاد تراکم بالای علف‌های هرز در کل سطح مزرعه و روابط تداخلی پیچیده بین گونه‌ها و اثر آن بر گیاه زراعی سبب شد تا همبستگی دو متغیر نام‌برده کاهش یابد. اما همبستگی بین جمعیت کل علف‌های هرز و عملکرد زیست‌توده زعفران در سایر مزارع و در طی ۲ سال متوسط تا قوی و معنی‌دار بود. که بیان‌گر وجود رابطه همبستگی قابل‌توجه بین دو متغیر نام‌برده بود.

جدول ۴- ضرایب مدل‌های کروی برازش داده شده بر نیم‌تغییرنما متقاطع و ضرایب همبستگی اسپیرمن برای تعیین همبستگی مکانی بین تراکم کل علف‌های هرز متداول و وزن خشک زیست‌توده زعفران در طی ۲ سال. نیم‌تغییرنماهای متقاطع با استفاده از ۱۴۴ نقطه نمونه‌برداری برآورد شد.

| سال | تیمار         | عرض از مبدأ (Intercept) | مجاناب (Asymptote) | دامنه تأثیر (Range) | همبستگی مکانی (درصد) | ضرایب همبستگی اسپیرمن |
|-----|---------------|-------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
|     | کاربرد سراسری | ۰/۰۳۴                   | ۰/۰۷۶              | ۴۴/۰                | ۵۵/۳                 | ۰/۵۲**                |
| اول | کاربرد لکه‌ای | ۰/۰۲۵                   | ۰/۰۶۰              | ۸۷                  | ۵۴/۵                 | ۰/۲۶**                |
|     | کولش          | ۰/۰۰۱                   | ۰/۰۰۵              | ۲۳/۵                | ۹۸/۱                 | ۰/۴۴**                |
|     | کاربرد سراسری | ۰/۰۰۸                   | ۰/۰۰۹              | ۲۴/۲                | ۹۱/۱                 | ۰/۲۸**                |
| دوم | کاربرد لکه‌ای | ۰/۰۲۳                   | ۰/۰۴۱              | ۲۶/۶                | ۴۳/۹                 | ۰/۲۵**                |
|     | کولش          | ۰                       | ۰                  | ۰                   | ۰                    | ۰/۰۷۸                 |

\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

جدول ۵- ضرایب مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنماهای متقاطع و ضریب همبستگی اسپیرمن برای تعیین همبستگی مکانی وزن خشک زیست‌توده زعفران بین ۲ سال. نیم‌تغییرنماهای متقاطع با استفاده از ۱۴۴ نقطه نمونه برداری برآورد شد.

| تیمار         | مدل  | عرض از مبدأ<br>(Intercept) | مجانِب<br>(Asymptote) | دامنه تأثیر<br>(Range) | همبستگی مکانی<br>(درصد) | ضرایب همبستگی<br>اسپیرمن |
|---------------|------|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| کاربرد سراسری | کروی | ۰/۰۰۵                      | ۰/۰۲۰                 | ۴۴/۰                   | ۷۵/۰                    | ۰/۳۷**                   |
| کاربرد لکه‌ای | ۰    | ۰                          | ۰                     | ۰                      | ۰                       | ۰/۲۹**                   |
| کولش          | کروی | ۰/۰۰۲                      | ۰/۱۰۰                 | ۱۹/۸۹                  | ۹۸/۰                    | ۰/۷۲**                   |

\*\* معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

نتایج تجزیه و تحلیل نیم‌تغییرنماهای متقاطع و نیز ضریب همبستگی اسپیرمن نشان داد که الگوهای توزیع عملکرد زیست‌توده زعفران در بین ۲ سال همبستگی مکانی یا به عبارتی مشابهت داشت (جدول ۵). به طوری که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان مشابهت به ترتیب در مزارع کاربرد لکه‌ای علف‌کش و کولش به دست آمد.

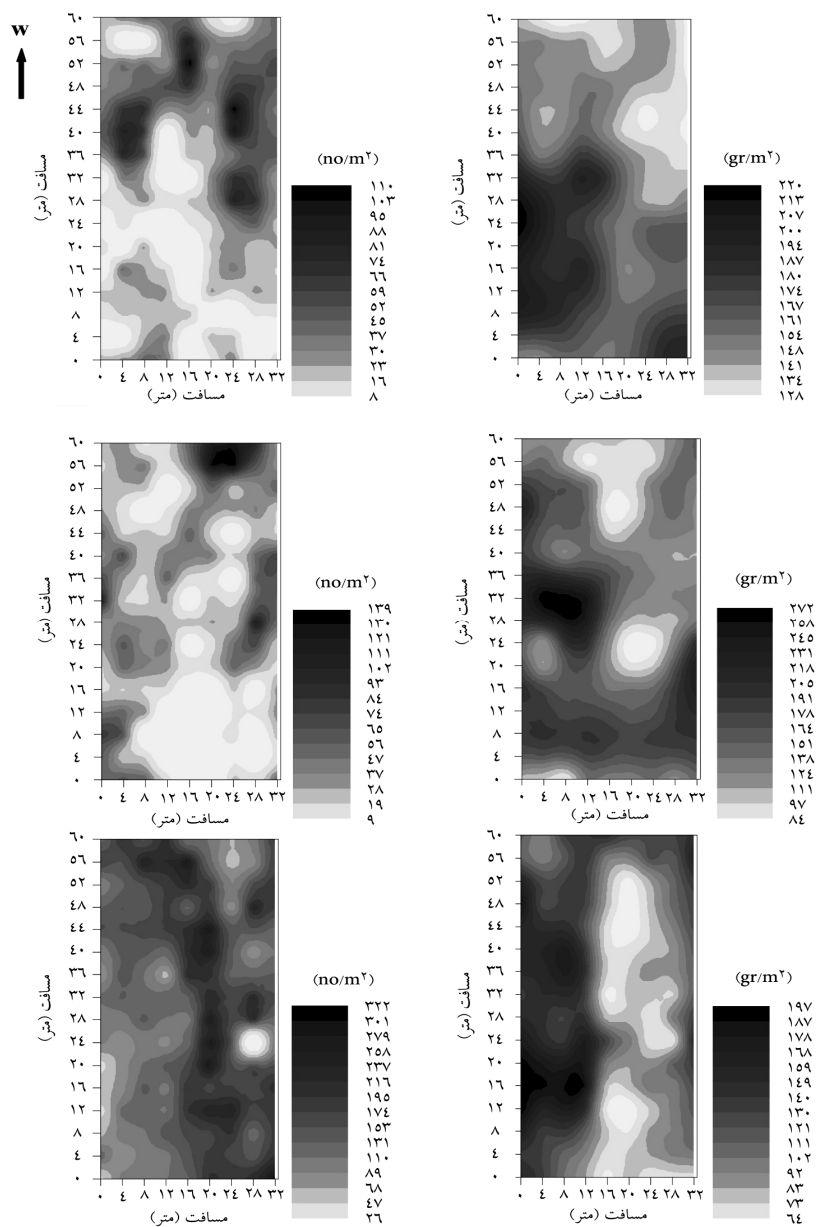
به احتمال زیاد کاربرد لکه‌ای علف‌کش از طریق تغییر الگوهای پراکنش علف‌های هرز باقی‌مانده در سال دوم نسبت به سال اول و به دنبال آن تحت تأثیر قرار گرفتن عملکرد زیست‌توده به وسیله جمعیت علف‌های هرز باقی‌مانده، باعث شد تا آرایش لکه‌های با عملکرد پایین و بالای وزن زیست‌توده نیز در طی ۲ سال تغییر کند و بنابراین از میزان مشابهت بین آن‌ها کاسته شود. در حالی که تغییر نکردن الگوهای جمعیت علف‌های هرز در سطح مزرعه تیمار کولش به دلیل تراکم بالا و آلودگی سرتاسر مزرعه سبب شد طی ۲ سال تأثیر یکسانی بر عملکرد زیست‌توده در سطح مزرعه ایجاد کرده و الگوهای توزیع در طی ۲ سال بیش‌ترین میزان مشابهت را نشان دهند.

نقشه‌های عملکرد زیست‌توده به دست آمده از تخمین کریجینگ ابزارهای مناسبی برای مشاهده نقاط با عملکرد پایین یا بالای زیست‌توده زعفران بودند (شکل‌های ۱ و ۲). به طوری که وجود لکه‌های با عملکرد پایین زیست‌توده روی نقشه‌ها (شکل‌های ۱ و ۲ سمت چپ)، با نقاط دارای تراکم بالای علف‌های هرز در نقاط مشابه (شکل‌های ۱ و ۲ سمت راست)، روی نقشه‌های علف‌های هرز تا حدودی منطبق بودند. برین و کوزنس (۱۹۹۰)، چگونگی تغییرات مقادیر آستانه را

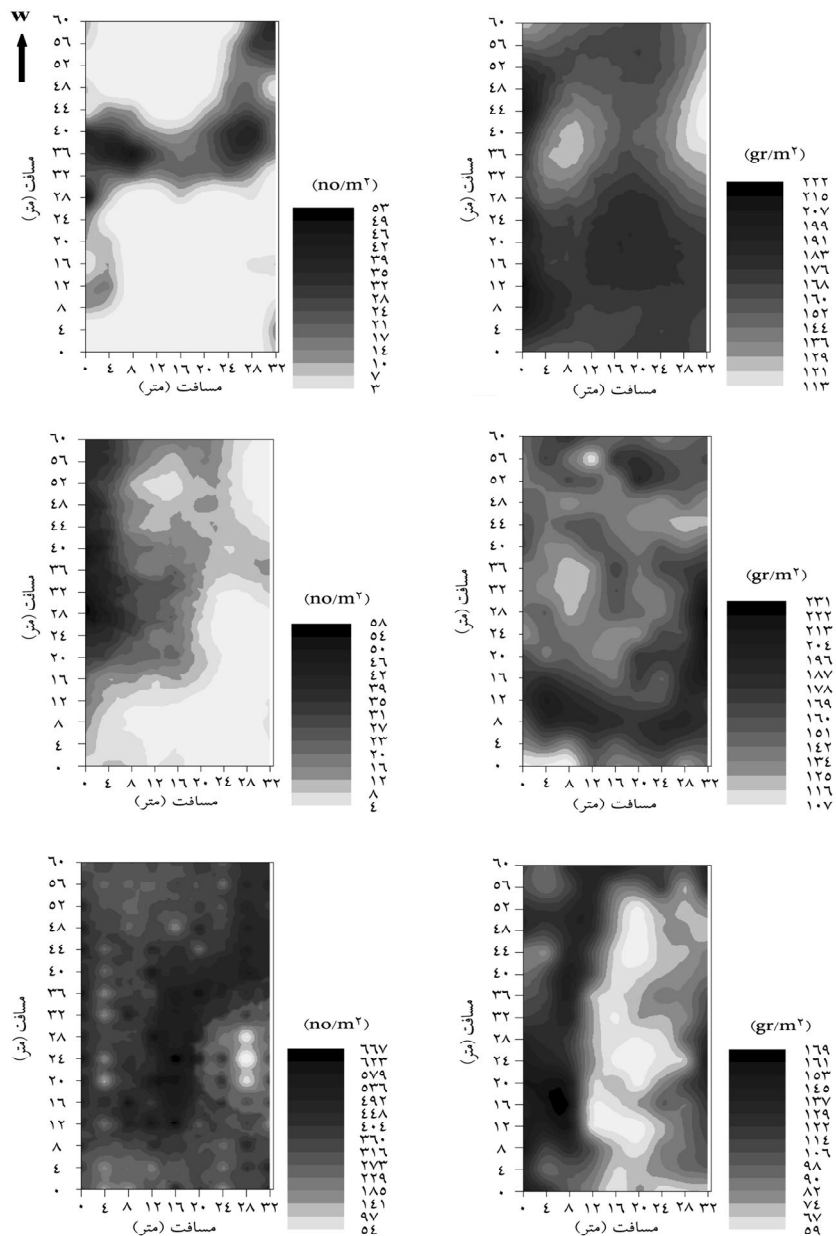
تحت تأثیر پراکنش لکه‌ای علف‌های هرز مورد بررسی قرار دادند، آن‌ها نشان دادند که تخمین عملکرد به مقدار زیادی به وسیله وضعیت توزیع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. کلی و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ، میزان کاهش عملکرد را در نقاط نمونه‌برداری نشده تخمین زده و نقشه‌های کاهش عملکرد را برای چندین سال متوالی تهیه کردند. آن‌ها نقشه‌های تخمین عملکرد براساس توزیع لکه‌ای علف‌های هرز را، بهترین ابزار برای کنترل متناسب با مکان برشمردند. برای مثال، میزان کاهش عملکرد ذرت در اثر رقابت با علف‌های هرز باریک‌برگ یک‌ساله را به وسیله روش کریجینگ تخمین زده و نشان دادند که بعضی نقاط به دلیل این که کاهش عملکرد آن از حد آستانه موردنظر کم‌تر بود نیاز به کاربرد علف‌کش نداشت. توابع هایپربولیک که به طور عمده برای توصیف درصد کاهش عملکرد در واحد تراکم علف هرز مورد استفاده قرار می‌گیرند بر مبنای توزیع یکنواخت علف‌های هرز استوار است و این فرضیه منجر به بروز خطاهایی در تخمین کاهش عملکرد می‌شود (برین و کوزنس، ۱۹۹۰). در حقیقت وجود توزیع لکه‌ای صحت تخمین‌های کاهش عملکرد را پایین آورده و تخمینی بالاتر از کاهش عملکرد گیاه زراعی ارائه می‌کند (تورنتون و همکاران، ۱۹۹۰). زیرا علف‌های هرز در مراکز لکه‌ها ضمن رقابت با گیاه زراعی با یکدیگر نیز به رقابت می‌پردازند. بنابراین وجود رقابت درون‌گونه‌ای<sup>۱</sup> در لکه‌ها سبب کاهش رقابت بین‌گونه‌ای<sup>۲</sup> می‌شود (کاردینا و همکاران، ۱۹۹۷). در حالی که در توزیع یکنواخت علف‌های هرز، منطقه اثرگذاری علف‌های هرز منفرد، هم‌پوشانی ندارد، بنابراین هر علف هرز حداکثر اثر رقابتی خود را بر روی گیاه زراعی اعمال می‌کند. در این حالت بیش‌تر بخش‌های مزرعه تحت تأثیر علف هرز قرار می‌گیرد (کاردینا و همکاران، ۱۹۹۷). به هر حال، مطالعات نشان داده است که تجمع مکانی علف‌های هرز علاوه بر این که ارتباط بین تراکم علف هرز و کاهش عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، الگوهای آینده پراکنش علف‌های هرز را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (تورنتون و همکاران، ۱۹۹۰). بنابراین نادیده گرفتن توزیع ناهمگون جمعیت علف‌های هرز به احتمال زیاد منجر به تخمین بالاتر از پتانسیل کاهش عملکرد شده و باعث استفاده غیرضروری از علف‌کش‌ها می‌شود (جودی و همکاران، ۲۰۰۱).

1- Intra-Specific Competition

2- Inter-Specific Competition



شکل ۱- نقشه‌های توزیع و تراکم کل علف‌های هرز متداول در پایان فصل رشد زعفران (سمت چپ) و وزن خشک زیست‌توده زعفران (سمت راست)، در سه مزرعه کاربرد سراسری علف‌کش (بالا)، کاربرد لکه‌ای (وسط) و کولش (پایین) در سال اول. علف‌کش‌های مورد استفاده بتنازون و گالانت بود که به صورت مخلوط به کار برده شد (کافی، ۲۰۰۲).



شکل ۲- نقشه‌های توزیع و تراکم کل علف‌های هرز متداول در پایان فصل رشد زعفران (سمت چپ) و وزن خشک زیست‌توده زعفران (سمت راست)، در سه مزرعه کاربرد سراسری (بالا)، کاربرد لکه‌ای (وسط) و کولش (پایین) در سال دوم. علف‌کش‌های مورد استفاده بنتازون و گالانت بود که به صورت مخلوط به کار برده شد (کافی، ۲۰۰۲).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که جوامع علف هرز در ابعاد مکانی و زمانی پویا هستند. این پویایی در طی فصل رشد و در سال‌های مختلف و در بین و درون مزارع مشاهده می‌شود. در این مطالعه میزان عملکرد زیست‌توده هوایی زعفران به‌عنوان تابعی از تغییرات تراکم علف‌های هرز در سطح مزارع تغییر نشان داد یا به‌عبارتی دارای توزیع لکه‌ای بود. به‌طوری‌که نقاط با آلودگی بالای علف هرز بر نقاط دارای عملکرد کم‌تر روی نقشه‌ها منطبق بود. در مجموع این یافته‌ها نشان داد که نادیده گرفتن توزیع ناهمگون جمعیت علف‌های هرز و استفاده از میانگین تراکم علف‌های هرز به‌عنوان مبنایی برای مدیریت یکنواخت مزرعه کارآمد نخواهد بود و منجر به تخمینی بالاتر از پتانسیل کاهش عملکرد شده و باعث استفاده غیرضروری از علف‌کش‌ها می‌شود. زیرا در برخی نقاط مزرعه کنترل غیرضروری بوده و در حالی‌که در بخش‌های دیگر مزرعه تراکم علف‌های هرز بسیار بالاست. در حقیقت تغییر تراکم علف هرز در سطح مزارع عامل بروز پیچیدگی در روابط تداخلی علف هرز- گیاه زراعی، علف هرز- علف هرز و نیز دقت محاسبه‌های مدیریتی علف‌های هرز و به‌طورکلی عامل پدید آورنده تغییرات ناهمگون در کاهش عملکرد گیاه زراعی به‌شمار می‌رود.

## منابع

1. Bigwood, D.B., and Inouye, D.W. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. *Ecol.* 69: 497-507.
2. Brain, P., and Cousense, R. 1990. The effect of weed distribution on prediction of yield loss. *J. Appl. Ecol.* 27: 735-742.
3. Cardina, J., Johnson, G.A., and Sparrow, D.H. 1997. The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Sci.* 45: 364-373.
4. 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.
5. 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 artemisiifolia*) in a corn/soybean production field over nine years. *Weed Sci.* 54: 380-390.
6. Colbach, N., Forcella, F., and Jonson, G.A. 2000. Spatial and temporal stability of weed populations over five years. *Weed Sci.* 48: 366-377.
7. Gonzales-Andujar, J.L., and Saavedra, M. 2003. Spatial distribution of annual grass weed populations in winter cereals. *Crop Prot.* 22: 629-633.



8. 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.
9. Kafi, M. 2002. Saffron Production and Processing. Published by Ferdowsi University of Mashhad. 276p. (In Persian)
10. 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.
11. 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. (In Persian)
12. Makarian, H., and Hosseini, R.S. 2010. Spatial distribution of weeds and its effect on wheat (*Triticum aestivum* L.) biomass. *Elect. J. Crop Prod.* 3: 4. 31-47. (In Persian)
13. 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. Ecosyst. Environ.* 120: 307-312.
14. Mohammadi, J. 2002. Spatial variability of soil fertility, wheat yield and weed density in a one-hectare field in Shahre Kord. *J. Agric. Sci. Tech.* 4: 83-92.
15. Nordmeyer, H. 2006. Patchy weed distribution and site-specific weed control in winter cereals. *Prec. Agric.* 7: 219-231.
16. Norris, R.F. 1992. Case history for weed competition/population ecology: barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in sugarbeet (*Beta vulgaris*). *Weed Tech.* 6: 220-227.
17. Rew, L.J., and Cousens, R.D. 2001. Spatial distribution of weeds in arable crops: are current sampling and analytical methods appropriate? *Weed Res.* 41: 1-18.
18. Shaukat, S.S., and Siddiqui, I.A. 2004. Spatial pattern analysis of seed bank and its relationship with above-ground vegetation in an arid region. *J. Arid. Environ.* 57: 311-327.
19. Thorenton, P.K., Fawcett, R.H., Dent, J.B., and Perkins, T.J. 1990. Spatial weed distribution and economic thresholds for weed control. *Crop Prot.* 9: 337-342.
20. Wiles, L. 2005. Sampling to make map for site specific weed management. *Weed Sci.* 53: 228-235.
21. Wiles, L., and Schweizer, E. 2002. Spatial dependence of weed seed banks and strategies for sampling. *Weed Sci.* 50: 595-606.



## **Effects of different weed management methods on spatial and temporal dynamic of weed populations and saffron above ground biomass**

**\*H. Makarian<sup>1</sup> and H. Abbasdokht<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. Agronomy, Shahrood University of Technology,

<sup>2</sup>Associate Prof., Dept. Agronomy, Shahrood University of Technology

Received: 02/22/2013; Accepted: 07/03/2014

### **Abstract**

In order to describe the spatial and temporal distribution of saffron weed seedling populations, geostatistical techniques were used under different management conditions and their effect on saffron above ground biomass production over the two growing seasons at three saffron fields each with an area of 2000 m<sup>2</sup>, located in Southern Khorasan, Iran. The dominant weed population and saffron leaf dry weight were recorded at 144 points of each saffron field based on a 4×4 m grid at the end of plant growing season. Saffron leaf dry weight was determined at the same place of weed seedling in two years. Weed spatial autocorrelation was indicated by semivariogram analysis and weed density and saffron above ground biomass relationship were determined by cross semivariogram analysis and Spearman's correlation coefficient at the end of two growing seasons. The density and spatial distribution of weed seedling varied under different weed management practices at both years. Semivariograms analysis showed moderate to strong spatial dependence (50.1-89.6%) for total weed distribution patterns based on fields and years. Saffron above ground biomass dry weight showed moderate to strong spatial patterns (51.1-92.5%) on the three fields. Cross-semivariograms analysis and Spearman's correlation coefficient showed considerable spatial continuity between saffron above ground biomass and weed density patterns on the different fields. Based on our results, in spite of different weed control methods, patchy distribution of weeds can cause spatial heterogeneity in above ground saffron biomass on the fields.

**Keywords:** Patchy control, Geostatistics, Precision agriculture, Site-specific control

---

\* Corresponding Author; Email: [h.makarian@yahoo.com](mailto:h.makarian@yahoo.com)