

## ارزیابی تغییرات مکانی و واکنش علف‌های هرز به عملیات زراعی متداول در یک مزرعه چغندرقد در مشهد

آسیه سیاه‌مرگویی<sup>۱</sup>، محمدحسن راشد محصل<sup>۱</sup>، مهدی نصیری محلاتی<sup>۱</sup>، محمد بنایان‌اول<sup>۱</sup> و  
حمید رحیمیان مشهدی<sup>۲</sup>

### چکیده

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۲ در یکی از مزارع چغندرقد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. به منظور توصیف الگوهای تغییرات مکانی و تراکم علف هرز سلمه‌تره، تاجریزی سیاه، تاج خروس، خرفه، سوروف و پیچک به عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله رایج در مزارع چغندرقد از روش‌های ژئواستاتستیک استفاده شد. نمونه‌برداری به روش سیستماتیک در فواصل نمونه‌برداری ۷ متر × ۷ متر و کادرهای ۰/۵ متر × ۰/۵ متر، در سه مرحله، قبل از تیمار پس‌رویشی، بعد از تیمار پس‌رویشی و قبل از برداشت انجام گرفت. پیوستگی تغییرات مکانی متغیرها، با استفاده از توابع واریوگرام بررسی و نقشه‌های توزیع و پراکنش گونه‌ها ترسیم شد. واریوگرام‌ها نشان دادند که تغییرات کلیه متغیرها تصادفی نبوده است. بیشترین دامنه تأثیر مربوط به تاجریزی سیاه با ۱۴۲/۷ متر در مرحله اول نمونه‌برداری و کمترین دامنه تأثیر مربوط به خرفه با ۱/۵ متر در مرحله اول نمونه‌برداری به دست آمد. قوی‌ترین هم‌بستگی مکانی در تاج خروس، در مرحله سوم نمونه‌برداری و کمترین هم‌بستگی مکانی مربوط به تاجریزی سیاه در مرحله اول نمونه‌برداری بود. نقشه‌های توزیع مکانی، توزیع لکه‌ای علف هرز را تأیید کرد. یک لکه علف هرز از یک نقطه پرتراکم تشکیل شده که به تدریج به سمت حاشیه از تراکم آن کاسته می‌شود. اکثر لکه‌ها در جهت ردیف‌های کاشت و آبیاری کشیدگی داشتند و ساختار لکه‌ها نیز در طی فصل رشد تغییر کرد. داشتن هر گونه اطلاعاتی پیرامون توزیع علف‌های هرز در مزارع می‌تواند در بهبود تصمیم‌گیری‌هایی مانند، کاربرد علف‌کش‌ها، انتخاب نوع علف‌کش یا مقدار کاربرد علف‌کش، مفید واقع شود. هم‌چنین داشتن چنین اطلاعاتی می‌تواند در طراحی بهتر برنامه‌های کنترل علف‌های هرز نیز مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقد، علف هرز، توزیع لکه‌ای، واریوگرام، کریجینگ، هم‌بستگی مکانی

### مقدمه

واقع آنچه باعث پراکنش در بعد مکان می‌شود، نحوه پراکنش و علف‌های هرز پراکنش متفاوتی در بعد مکان و زمان دارند. در آنچه باعث گسترش در بعد زمان می‌شود، خواب بذرها

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیاران زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مشهد

۲. استاد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

وارد می‌کنند. بنابراین توجه به آرایش مکانی علف هرز برای انجام مطالعات رقابتی ضروری به نظر می‌رسد.

تحقیق و بررسی در مورد الگوهای توزیع مکانی و زمانی علف‌های هرز (Spatial and temporal distribution)، می‌تواند بنیادی در مدیریت علف‌های هرز به وجود آورد. در مدیریت علف‌های هرز در مکان‌های ویژه، به نحوه توزیع علف‌های هرز در سطح مزرعه توجه می‌شود و به این ترتیب، مصرف علف‌کش نیز بر اساس توزیع مکانی آنها انجام می‌گیرد. بر این اساس، در نواحی عاری از علف هرز، علف‌کش مصرف نشده و در نواحی آلوده با توجه به تراکم و نوع گونه آن عملیات، سمپاشی انجام می‌شود. ترداوی - داکار و همکاران (۲۲) اظهار داشتند که از طریق مدیریت علف‌کش‌ها در مکان ویژه، مصرف آترازین به میزان ۳۲ تا ۴۳ درصد و دایکامبا به میزان ۴۵ درصد کاهش می‌یابد. جورادو - اکسپوزیت و همکاران (۱۵) نیز دریافتند که از طریق سمپاشی در مناطقی که تراکم علف هرز در آن به حد آستانه برسد، به میزان ۶۱ درصد در مصرف علف‌کش صرفه‌جویی می‌شود.

کاربرد علف‌کش در مکان‌های ویژه به معنی کاهش مصرف علف‌کش بدون کاهش آثار آن است. ترداوی داکار و همکاران (۲۲) دریافتند که عملکرد ذرت در شرایط مصرف علف‌کش به صورت کاربرد در مکان‌های ویژه و کاربرد سراسری، مشابه است. مدیریت متناسب با مکان علف هرز، می‌تواند یک راه‌کار مفید و مؤثر در کنترل علف‌های هرز با هدف کاهش مصرف علف‌کش باشد. اولین گام در این راستا، تهیه نقشه‌های توزیع علف‌های هرز است. یکی از متداول‌ترین روش‌های نمونه‌برداری، شبکه‌بندی مزرعه و شمارش علف‌های هرز در محل‌های تقاطع است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این روش نمونه‌برداری، استفاده از روش‌های درون‌یابی است. کریجینگ یکی از عمومی‌ترین روش‌های درون‌یابی است که مورد استفاده قرار گرفته است. این روش قادر است تا بر اساس محاسبات ماتریسی و با استفاده از اطلاعات نقاط نمونه‌برداری شده، خصوصیت مورد نظر را در نقاط نمونه‌برداری نشده

(Dormancy) و اندام‌های تولید مثلی رویشی است. به‌طور کلی برهمکنش موجود بین علف هرز و محیط اطراف آن باعث ایجاد این خصوصیات می‌شود.

علف‌های هرز در بیشتر موارد، توزیع لکه‌ای دارند، لکه‌ای بودن (Patchiness) علف هرز، تحت تأثیر برهمکنش بیولوژی علف هرز، شرایط محیطی و عملیات کشاورزی قرار دارد (۵ و ۸). مورتسنن و همکاران (۱۸) نشان دادند که اراضی کشاورزی از نظر ویژگی‌های خاک، مواد غذایی، توپوگرافی و تهاجم آفات، حالت غیریک‌نواخت دارند. به عبارت ساده‌تر همه قسمت‌های یک مزرعه، مکان مناسبی برای استقرار گیاهچه نمی‌باشد، در واقع پراکنش و توزیع در مکان‌های امن (Safe site)، عاملی مهم برای ایجاد تنوع مکانی و حتی زمانی است که بذرها علف‌های هرز به طور یک‌نواخت پراکنش یافته‌اند (۲۳).

در عمل، مدل‌های پیش‌بینی کاهش عملکرد، با فرض توزیع یک‌نواخت علف‌های هرز، طراحی شده‌اند (۲۱). با قبول فرض توزیع یک‌نواخت علف‌های هرز در سطح مزرعه، باید پذیرفت که هر علف هرزی بیشترین اثر رقابتی را بر گیاه زراعی تحمیل کرده و در نتیجه هیچ سطحی از مزرعه وجود نخواهد داشت که گیاه زراعی به وسیله علف‌های هرز تحت تأثیر قرار نگیرد (۷). اما علف‌های هرز توزیع تجمعی دارند و در حالت تجمعی، رقابت درون گونه‌ای در لکه‌ها، رقابت بین گونه‌ای علف هرز و گیاه زراعی را کاهش می‌دهد که نتیجه آن، کاهش کمتر محصول در حضور علف هرز است (۷ و ۲۱).

در اکثر مطالعات رقابتی بین گیاه زراعی و علف هرز، در هر کرت فضاهای یکسانی برای علف هرز در نظر گرفته می‌شود و یا این‌که هر علف هرز در فاصله یکسانی از ردیف محصول زراعی مستقر می‌شود، ولی در شرایط طبیعی هیچ گاه چنین حالتی رخ نمی‌دهد (۱۹). در این‌گونه مطالعات، آثار یک گونه علف هرز در تراکم‌های مختلف، بر کاهش عملکرد محصول زراعی مورد بررسی قرار می‌گیرد در حالی که در شرایط طبیعی در یک نقطه، گونه‌های مختلفی از علف هرز وجود دارند که دارای قدرت رقابتی متفاوتی بوده و آثار مختلفی بر گیاه زراعی

برآورد کند (۳ و ۱۷).

به کارگیری جنبه‌های اکولوژیک و بیولوژیک علف‌های هرز همراه با فن‌آوری پیشرفته از نیازمندی‌های این روش است، اما جنبه‌های مثبت اقتصادی این روش مدیریتی می‌تواند هزینه و زمان صرف‌شده برای نمونه‌برداری و فن‌آوری مورد نیاز را جبران کند. با این وجود با اطمینان نمی‌توان گفت که این روش مدیریتی، در آینده نیز یک روش کارآمد باقی خواهد ماند و اظهار نظر در این زمینه به گذشت زمان و بررسی اثرات این روش بر جوامع علف هرز نیاز دارد.

این پژوهش، الگوهای پراکنش گونه‌های مختلف علف هرز را بررسی نموده و تأثیر مدیریت‌های مختلف اعمال شده در مزرعه را بر ترکیب و تراکم گیاهچه‌های علف هرز مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی در ارتفاع ۹۸۵ متری از سطح دریا در یک قطعه زمین زیر کشت چغندر قند به مساحت ۱۱۲۰۰ مترمربع به اجرا در آمد.

### عملیات انجام شده در مزرعه چغندر قند در سال ۱۳۸۲

- کود فسفره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (زمان مصرف.....همگی قبل از کاشت)  
- کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار (زمان مصرف.....قسمتی قبل از کاشت و بقیه بعد از کاشت)  
- آماده سازی بستر کاشت چغندر قند بر اساس روش‌های متعارف منطقه انجام گرفت. کشت در تاریخ ۸۲/۱/۱۹ با استفاده از دستگاه پنوماتیک به میزان ۶ کیلوگرم در هکتار به صورت جوی و پشته و فواصل ردیف ۵۰ سانتی متر و فواصل بذر ۸ سانتی متر انجام گرفت. بعد از کشت، بارندگی انجام

شد و اولین آبیاری در تاریخ ۸۲/۲/۷ انجام گرفت.

- اولین مرحله نمونه‌برداری در تاریخ ۸۲/۲/۲۶ (علف هرز و گیاه زراعی در مرحله گیاهچه‌ای)

- سم‌پاشی با علف‌کش‌های متامیترون به میزان ۲۸۰۰ گرم در هکتار ماده مؤثر و علف‌کش دسمدیفام به میزان ۶۲۸ گرم ماده مؤثر در تاریخ ۸۲/۲/۲۷

- ۱۵ ساعت بعد از سم‌پاشی، زمین آبیاری شد

- وجین و تنک در تاریخ ۸۲/۳/۲۳

- کود اوره سرک به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و فارو زدن دوم در تاریخ ۸۲/۴/۱

- وجین دوم در تاریخ ۸۲/۴/۲۶ به صورت دستی

- مصرف کود اوره سرک به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و فارو زدن زمین در تاریخ ۸۲/۵/۱

- وجین سوم در تاریخ ۸۲/۵/۲۵

- نمونه‌برداری دوم در تاریخ ۸۲/۶/۲۳

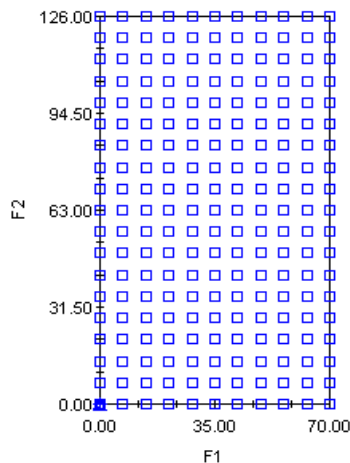
- آخرین آبیاری در تاریخ ۸۲/۷/۱۲

- نمونه‌برداری سوم در تاریخ ۸۲/۷/۲۵ (تعدادی از بوته‌ها که در مراحل قبل به خوبی کنترل نشده بود (به خصوص سوروف) در ارتفاع بالاتر از چغندر قند بوده و در مرحله تولید بذر قرار داشتند)

- برداشت در تاریخ ۸۲/۸/۱

برای انجام نمونه‌برداری، مزرعه به شبکه‌های مربعی شکل ۷ متر × ۷ متر تقسیم‌بندی شد. در محل هر تقاطع میخ‌های چوبی کوبیده شد، به طوری که محل نمونه‌برداری تا انتهای فصل مشخص بماند. سپس در محل هر میخ، کادری به ابعاد ۰/۵ متر × ۰/۵ متر نصب و تراکم علف‌های هرز در مجموع و به تفکیک گونه، جداگانه ثبت شد (شکل ۱). نمونه‌برداری، در سه مرحله انجام گرفت و به طور کلی در هر مرحله نمونه‌برداری، از ۲۰۹ نقطه نمونه‌برداری شد.

یکی از خصوصیات مشترک عوامل محیطی، تغییرات پیوسته مکانی آنهاست. نظریه متغیر مکانی نشان می‌دهد که خصوصیات مختلف محیطی دارای وابستگی مکانی است.



شکل ۱. طرح نقاط نمونه برداری شده در سطح مزرعه چغندر قند (F1 و F2 طول و عرض زمین مورد نظر بر حسب متر است).

چولگی بودند. به منظور نرمال کردن داده‌ها بعد از اضافه کردن عدد یک به تمامی داده‌ها از آنها لگاریتم طبیعی گرفته شد  $[\ln(z+1)]$ .

بخش عمده محاسبات ویژگی‌های آماری شامل نرمال کردن داده‌ها، تبدیل برگشت (پس از برآورد آماری نتایج از حالت لگاریتمی به حالت اولیه تبدیل برگشت و سپس نقشه‌ها ترسیم شدند)، رسم واریوگرام‌های تجربی، برآزش مدل‌ها، برآورد کریجینگ و رسم نقشه‌های توزیع علف‌های هرز با استفاده از نرم افزارهای Excel<sup>+</sup> و Gs<sup>+</sup> انجام گرفت.

### نتایج و بحث

در جوامع علف‌های هرز موجود در مزرعه تحت کشت چغندر قند، ۱۵ گونه علف هرز پهن برگ و دو گونه علف هرز باریک برگ مشاهده شد. بررسی گونه‌های شاخص موجود در مزرعه تحت کشت مداوم چغندر قند نشان داد که در نوبت اول نمونه برداری، گونه‌های تاج خروس (*Amaranthus sp.*)، سلمه تیره (*Chenopodium album*) و تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) به ترتیب مهم ترین گونه‌های علف‌های هرز پهن برگ یک ساله تابستانه، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) مهم ترین گونه علف هرز باریک برگ یک ساله تابستانه و پیچک، مهم ترین گونه علف هرز پهن برگ چند ساله تابستانه

همبستگی مکانی بین دو نمونه به صورت یک مدل ریاضی تحت عنوان سمی واریانس در قالب معادله ۱ توصیف شد (۳ و ۱۷)

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

که در معادله مذکور:

$N(h)$  = زوج نمونه‌ای که به فاصله  $h$  از یکدیگر واقع اند.

$Z(x_i)$  = تراکم علف هرز در موقعیت  $i$

$Z(x_i + h)$  = تراکم علف هرز در نقطه  $x$  که در فاصله  $h$  از نقطه  $x_i$  قرار گرفته است.

$\gamma(h)$  = سمی واریانس می باشد. سمی واریوگرام تنوع مکانی را به عنوان تابعی از فاصله بین نقاط ژئوگرافیکی توصیف می کند.

سمی واریوگرام شامل حد آستانه  $(C_0 + C_s)$ ، دامنه تأثیر  $(A_0)$  و اثر قطعه‌ای  $(C_0)$  می باشد. دامنه تأثیر فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها برهم تأثیر نخواهند داشت. اثر قطعه‌ای، میزان همبستگی مکانی را نشان می دهد، به عبارت دیگر هرچه اثر قطعه‌ای کاهش بیشتری یابد، از احتمال توزیع تصادفی کاسته شده و همبستگی بین نمونه‌ها تشدید خواهد شد.

خلاصه آماری (میانگین، انحراف معیار، واریانس نمونه، حداقل و حداکثر) برای گونه‌های موجود محاسبه شد. از آنجایی که تعداد زیادی از کادرها عاری از علف هرز بوده و یا تراکم‌های کمی از علف‌های هرز را شامل می شد، داده‌ها دارای

جدول ۱. تراکم نسبی (درصد) و متوسط تراکم (مترمربع) علف‌های هرز غالب در مراحل مختلف نمونه‌برداری

علف‌هرز	مرحله اول		مرحله دوم		مرحله سوم	
	تراکم نسبی	متوسط تراکم	تراکم نسبی	متوسط تراکم	تراکم نسبی	متوسط تراکم
<i>Amaranthus sp</i>	۷/۱۳	۳۰/۵	۲/۶	۱/۶۲	۱/۲۰	۰/۷۴
<i>Solanum nigrum</i>	۶۷/۵۳	۲۸۸/۷۲	۸/۱۱	۵/۰۷	۵/۷۵	۳/۵۵
<i>Chenopodium album</i>	۱۶	۶۸/۴۲	۶/۰۳	۳/۷۷	۴/۱۱	۲/۵۴
<i>Portulaca oleracea</i>	۰/۵۴	۲/۳۳	۳/۵۸	۲/۲۳	۲/۹۹	۱/۸۵
<i>Echinochloa crus-galli</i>	۴/۳۴	۱۸/۵۸	۳/۸۹	۲/۴۳	۱/۷۳	۱/۰۷
<i>Convolvulus arvensis</i>	۲/۱	۹/۱۶	۷۰/۰۳	۴۳/۷۵	۷۶/۹۸	۴۷/۴۶
کل علف‌های هرز	۴۲۷/۵۰		۶۲/۴۶		۶۱/۸۹	

بود (جدول ۱).

نگرفت، احتمالاً علت کاهش جزئی تراکم علف هرز، غالب شدن و بسته شدن کنوپی چغندرقد باشد.

در مرحله اول نمونه‌برداری، سوروف تنها گونه علف هرز باریک‌برگ در سطح مزرعه بود. با وجود این که سوروف، یک علف هرز باریک برگ تابستانه است، اما بعد از تاجریزی سیاه، سلمه‌تره و تاج‌خروس فراوان‌ترین گونه علف هرز در سطح مزرعه چغندرقد بود. کشت چغندرقد در سال زراعی قبل می‌تواند عامل مؤثری در فراوانی این علف هرز باشد. در سال زراعی قبل از آزمایش، تعداد زیادی از بوته‌های سوروف به مرحله بذردهی رسید (۱). بنابراین بوته‌های سوروف موجود می‌تواند ناشی از بذریزی بوته‌های سوروف در سال قبل از آزمایش باشد. لگاری و همکاران (۱۶) دریافتند که عملیات مدیریتی و نحوه کنترل علف‌های هرز می‌تواند از عوامل مؤثر بر ترکیب و تراکم گونه‌ای جمعیت علف‌های هرز موجود در مزرعه، به شمار آید.

یکی از علف‌های هرز چندساله موجود در مزرعه چغندرقد، پیچک است. زمان گل‌دهی پیچک اواخر بهار بوده و این علف هرز، خاک‌های مرطوب و نیمه‌مرطوب و حاصلخیز را ترجیح می‌دهد (۲). در مزارع چغندرقد، حتی تا اواخر تابستان و اواسط پاییز آب و مواد غذایی فراوان در دسترس بوده و امکان تکثیر و تولید بذر و پراکنش بیشتری برای این گونه فراهم است

در این میان تاجریزی سیاه با متوسط تراکم ۲۸۸/۷ بوته در مترمربع و تراکم نسبی ۶۷/۵ درصد و سلمه‌تره با متوسط تراکم ۶۸/۴ بوته در مترمربع و تراکم نسبی ۱۶ درصد، فراوان‌ترین گونه‌های علف هرز از گروه یک‌ساله پهن‌برگ تابستانه در مرحله اول نمونه‌برداری بودند. به نظر می‌رسد تشابهات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی تاجریزی سیاه و سلمه‌تره با گیاه زراعی چغندرقد، در بالا بودن تراکم این گونه‌ها بی‌تأثیر نباشد. درکسن و همکاران (۱۰) نیز اظهار داشتند که بین نوع گیاه زراعی و فلور علف‌های هرز موجود هم‌بستگی وجود دارد، به طوری که نوع گیاه زراعی، مهم‌ترین عامل در تعیین نحوه توزیع گونه‌های مختلف علف‌های هرز رایج در گیاهان زراعی مختلف می‌باشد. در مرحله دوم نمونه‌برداری، متوسط تراکم تاجریزی سیاه و سلمه‌تره به ترتیب به ۵ و ۳/۷ بوته در متر مربع رسید. به نظر می‌رسد مدیریت اعمال شده در فاصله دونمونه‌برداری اول و دوم که شامل مصرف علف‌کش متامیترون و دسمدیفام و سه بار عملیات وجین است، توانسته است در کنترل علف‌های هرز یک‌ساله پهن‌برگ تابستانه مؤثر باشد. در نوبت سوم نمونه‌برداری نیز تراکم تاجریزی سیاه و سلمه‌تره تا حدودی کاهش یافت. از آنجایی که در فاصله نمونه‌برداری دوم و سوم، عملیات خاصی برای کنترل علف‌های هرز انجام

(جدول ۱). اندرسن و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که نوع گیاه زراعی، مهم‌ترین عامل در تعیین نحوه توزیع گونه‌های مختلف علف‌های هرز رایج در گیاهان زراعی مختلف است.

### هم‌بستگی مکانی گونه‌های متداول علف هرز

واریوگرام‌های مربوط به گونه‌های مختلف علف هرز در سطح مزرعه و در مراحل مختلف نمونه‌برداری با مدل‌های کروی و نمایی مطابقت داشتند (جدول ۲). دامنه‌تأثیر در این گونه‌ها و در مراحل مختلف نمونه‌برداری از ۱/۵ تا ۱۴۷/۲ متر متغیر بود (جدول ۲). در این میان کمترین دامنه‌تأثیر در مورد خرفه و در نوبت اول نمونه‌برداری و بیشترین دامنه‌تأثیر برای تاجریزی در نوبت اول نمونه‌برداری به دست آمد. بذرهایی که سازگاری بیشتری برای پراکنش دارند، قطعاً لکه‌های گسترده‌تری هم خواهند داشت. به نظر می‌رسد فرم رویشی خوابیده خرفه و محصور شدن آن توسط کانوپی گیاه زراعی در ناتوانی خرفه در پراکنش بذرهاش به فواصل طولانی بی‌تأثیر نباشد. هارپر (۱۳) نشان داد که تعداد بذرها ریخته شده در واحد سطح، تابع ارتفاع و فاصله از منبع تولید بذر، تراکم بذر در منبع، قابلیت پراکندگی بذر (وجود ضمائم، وزن بذر و غیره) بوده و میزان فعالیت عوامل مؤثر بر پراکندگی مانند باد، آب، حیوانات و انسان است که معمولاً عواملی هستند که بذر را در مکان منتقل می‌کنند.

دامنه خرفه در طول فصل رشد، روند افزایشی داشت و از ۱/۵ متر در نوبت اول نمونه‌برداری به ۵ متر در مرحله سوم نمونه‌برداری افزایش یافت (جدول ۲). احتمالاً ناکارآمد بودن مدیریت مکانیکی اعمال شده در سطح این مزرعه، علیه خرفه در افزایش دامنه‌تأثیر این گیاه بی‌اثر نبوده است. یکی از ویژگی‌های خرفه، داشتن برگ و ساقه‌های گوشتی و پرآب است که سبب می‌شود حتی بعد از چند روز، قطعات آن پژمرده نشده و قدرت جوانه‌زنی مجدد داشته باشند. از سوی دیگر چون خرفه یک گیاه گرمادوست و C<sub>4</sub> است، با گرم شدن هوا شرایط برای گسترش آن مساعد می‌شود.

در مرحله اول نمونه‌برداری، تاجریزی (یک‌ساله) با دامنه‌تأثیر ۱۴۷/۲ متر و در مرحله سوم نمونه‌برداری، پیچک (چندساله) با دامنه‌تأثیر ۸۷/۲ متر، طولانی‌ترین دامنه‌تأثیر را در بین گونه‌های مختلف داشتند (جدول ۲). در ابتدای فصل رشد به دلیل طولانی بودن فواصل ردیف و فاصله بته روی ردیف و کانوپی باز چغندرقتند، شرایط برای خودنمایی علف هرز یک‌ساله فراهم بود. اما عملیات سمپاشی با علف‌کش متامیترون و دسمدیفام (پهن‌برگ‌کش) و عملیات وجین، تأثیر قابل توجهی در کاهش تراکم علف‌های هرز یک‌ساله به‌خصوص پهن‌برگ‌ها (تاجریزی، تاج‌خروس و سلمه‌تره) داشته است. با کاهش تراکم علف‌های هرز یک‌ساله و بی‌تأثیر بودن مدیریت شیمیایی بر علف‌های هرز چندساله، شرایط برای تهاجم گسترده علف‌های هرز چندساله فراهم شد. به نظر می‌رسد هم‌بستگی مکانی، تحت تأثیر بیولوژی علف‌های هرز، شرایط محیطی و اهداف کشاورزی قرار داشته باشد. جانسون و همکاران (۱۴) هم‌بستگی مکانی گیاهچه‌های گاوپنبه و آفتابگردان را در یک دوره دوساله مورد ارزیابی قرار دادند، آنها هم‌بستگی مکانی برای گیاهچه‌های گاوپنبه در شرایط کشت ذرت و سویا را حدود ۳۰ متر به‌دست آوردند، ولی دامنه‌تأثیر آفتابگردان را در شرایط کشت سویا، حداکثر ۳۰ متر و در شرایط کشت ذرت، ۸ متر گزارش کردند.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، دامنه‌تأثیر این گیاهان (غیر از خرفه و پیچک) کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد مدیریت اعمال شده در مزرعه (وجین و مصرف علف‌کش) توانسته است ساختار لکه‌ها را تا حدودی تخریب نماید. در میان این گونه‌ها روند تغییرات دامنه‌تأثیر خرفه و پیچک افزایشی بود. دامنه‌تأثیر پیچک در نوبت اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب ۳/۳۰ و ۴/۴۰ متر گزارش شد. نتایج نشان می‌دهد که بعد از اعمال مدیریت، علاوه بر افزایش تراکم پیچک در واحد سطح مزرعه، دامنه‌تأثیر این علف هرز به شدت افزایش یافته و به ۸۷/۲ متر رسیده است. احتمال دارد عملیات وجین و کولتیواسیون انجام شده در مزرعه، در پخش قطعات رویشی و گسترش دامنه‌تأثیر

جدول ۲. اجزای واریوگرام مربوط به گونه‌های متداول در مراحل مختلف نمونه‌برداری

علف هرز	مدل	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	دامنه	درصد اثر قطعه‌ای	هم‌بستگی مکانی
<i>Amaranthus sp</i>	نمایی	۰/۲۴۱۰	۱/۰۱۳	۱۰/۳۰	۲۳/۷۹	قوی
<i>Chenopodium album</i>	نمایی	۰/۵۲۳۰	۱/۰۴۷	۱۶/۹۰	۴۹/۹۵	متوسط
<i>Convolvulus arvensis</i>	نمایی	۰/۲۸۸۰	۱/۰۰۱	۳/۳۰	۲۸/۷۷	متوسط
<i>Echinochloa crus-galli</i>	کروی	۰/۱۹۲۰	۱/۱۰۱۱	۱۶/۴۰	۱۷/۴۳	قوی
<i>Portulaca oleracea</i>	نمایی	۰/۲۵۸۰	۱/۰۰۳	۱/۵۰	۲۵/۷۲	متوسط
<i>Solanum nigrum</i>	نمایی	۰/۷۵۱۰	۱/۵۰۳۰	۱۴۷/۲۰	۴۹/۹۶	متوسط
<i>Sonchus arvensis</i>	نمایی	۰/۲۹۳۰	۱/۰۲۵	۶/۱۰	۲۸/۵۸	متوسط
<i>Amaranthus sp</i>	نمایی	۰/۲۲۹۰	۱/۰۲۵	۳/۹۰	۲۲/۳۴	قوی
<i>Chenopodium album</i>	نمایی	۰/۲۸۸۰	۱/۰۱۳	۳/۵۰	۲۸/۴۳	متوسط
<i>Convolvulus arvensis</i>	نمایی	۰/۱۹۸۰	۰/۹۷۳۰	۴/۴۰	۲۰/۳۴	قوی
<i>Echinochloa crus-galli</i>	نمایی	۰/۲۷۳۰	۱/۰۳۶	۷/۲۰	۲۶/۳۵	متوسط
<i>Portulaca oleracea</i>	نمایی	۰/۱۷۳۰	۱/۰۱۸	۴/۲۰	۱۶/۹۹	قوی
<i>Solanum nigrum</i>	نمایی	۰/۲۹۶۰	۱/۰۰	۳/۲۰	۲۹/۶	متوسط
<i>Sonchus arvensis</i>	نمایی	۰/۲۴۰۰	۰/۹۹۳۰	۱/۹۰	۲۴/۱۶	قوی
<i>Amaranthus sp</i>	کروی	۰/۲۰۹۰	۱/۰۰۶۰	۹/۲۰	۲۰/۷۷	قوی
<i>Chenopodium album</i>	کروی	۰/۱۶۵۰	۰/۹۸۱۰	۱۰/۳۰	۱۶/۸۱	قوی
<i>Convolvulus arvensis</i>	کروی	۰/۴۷۱۰	۱/۱۷۷۰	۸۷/۲۰	۴۰/۰۱	متوسط
<i>Echinochloa crus-galli</i>	کروی	۰/۱۸۳۰	۰/۹۸۵۰	۱۰/۸۰	۱۸/۵۷	قوی
<i>Portulaca oleracea</i>	نمایی	۰/۲۷۴۰	۱/۰۱۹	۵/۰۰	۲۶/۸۸	متوسط
<i>Solanum nigrum</i>	کروی	۰/۲۴۱۰	۰/۹۹۸۰	۹/۴۰	۲۴/۱۴	قوی
<i>Sonchus arvensis</i>	نمایی	۰/۲۷۱۰	۱/۰۰۲	۵/۱۰	۲۷/۰۴	متوسط

اثر قطعه‌ای (Co) - حد آستانه (Co+C) - دامنه (A<sub>0</sub>) - درصد اثر قطعه‌ای (Co/Co+C)

علف هرز در مرحله اول نمونه برداری است. برای تهیه نقشه خوب و دقیق از توزیع مکانی جوامع علف هرز، باید براساس مشاهدات ما در مسافت‌هایی کوچک‌تر نسبت به هم‌بستگی مکانی موجود در بین جوامع علف هرز انجام گیرد، زیرا اندازه واحدهای نمونه برداری می‌تواند روی دقت اثر قطعه‌ای تأثیرگذار باشد (۲۴).

در مرحله سوم نمونه برداری و در بین علف‌های هرز یک‌ساله، بیشترین دامنه تأثیر، متعلق به سوروف با ۱۰/۸ متر بود. هر چند در این مزرعه از علف‌کش‌های باریک برگ استفاده نشد اما عملیات وجین باعث کاهش تراکم گیاهچه‌های سوروف شد. با این وجود دامنه تأثیر آن باز هم افزایش یافت. به نظر می‌رسد گرمادوست و آبدوست بودن سوروف باعث شده که در طول فصل رشد، شرایط برای رشد و گسترش این علف هرز مناسب‌تر شود.

ضعیف‌ترین هم‌بستگی مکانی در مرحله اول نمونه برداری در علف هرز سلمه‌تره با نسبت اثر قطعه‌ای ۴۹/۹۵ و تاجریزی با نسبت اثر قطعه‌ای ۴۹/۹۶ به دست آمد. در مرحله سوم نمونه برداری نسبت اثر قطعه‌ای سلمه‌تره ۱۶/۸۱ و نسبت اثر قطعه‌ای تاجریزی سیاه ۲۴/۱۴ گزارش گردید. هم‌بستگی مکانی این دو علف هرز در مرحله اول نمونه برداری متوسط بود. اما در مرحله سوم نمونه برداری هم‌بستگی مکانی قوی بین گیاهچه‌های این علف هرز به وجود آمد. تحقیقات نشان داده است که لکه‌های علف هرز در مراحل اولیه، شکل می‌گیرند اما بعد از اعمال مدیریت و در طی فصل رشد حواشی لکه‌ها نوسان نموده اما مراکز پرتراکم لکه‌ها ثابت باقی خواهد ماند که نتیجه این امر بالا رفتن هم‌بستگی مکانی بین علف هرز خواهد بود (۷، ۱۴ و ۲۰).

برای فهم و درک بهتر پویایی مکانی علف هرز علاوه بر بررسی واریوگرام‌ها می‌توان از نقشه‌های توزیع مکانی علف‌های هرز استفاده کرد و عکس العمل علف‌های هرز را در برابر تغییر شرایط محیطی به طور چشمی مشاهده نمود.

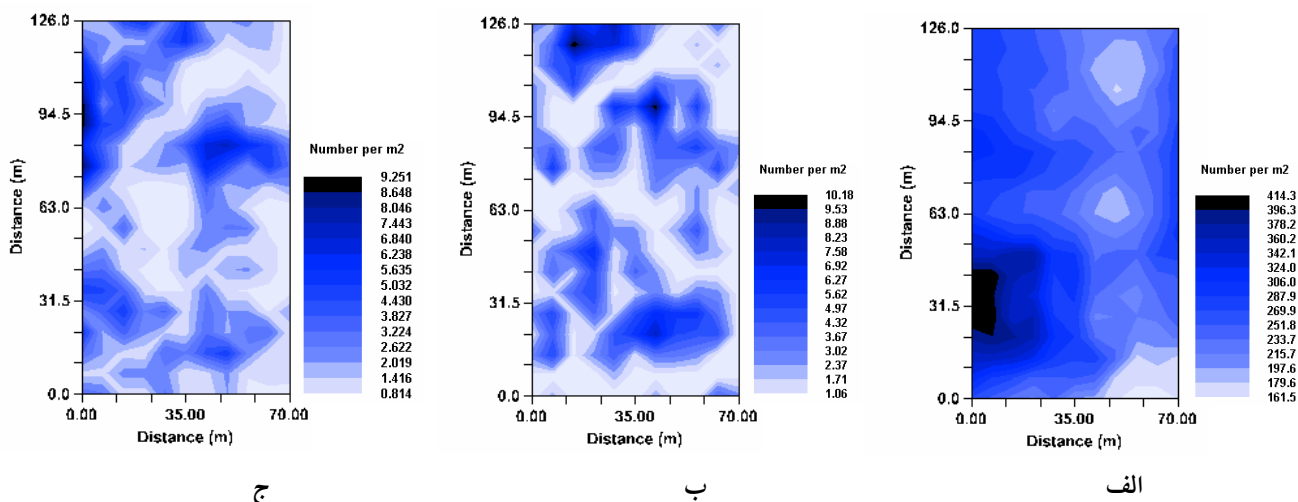
پیچک، مؤثر بوده است. در ضمن پیچک به دلیل دارا بودن اندام‌های زیرزمینی غنی از مواد غذایی، قدرت توسعه زیادی در محیط دارد. از سوی دیگر از آنجاکه در مزارع چغندر قند تا انتهای فصل رشد، آب و مواد غذایی فراوانی در اختیار گیاه قرار دارد به دلیل طولانی بودن فواصل ردیف و بوته زیاد و رشد روزت چغندر قند، امکان تکثیر بیشتری برای پیچک فراهم شده است.

لکه‌های علف هرز چندساله، لکه‌های پایداری به‌شمار می‌آیند. کولباچ و همکاران (۹) نیز در یک پژوهش پنج‌ساله دریافتند که لکه‌های علف‌های هرز چندساله بیشترین ثبات را دارند. به نظر می‌رسد لکه‌های علف‌های هرز چندساله، بهترین شاهد برای مدیریت علف‌های هرز در مکان ویژه باشند، زیرا به دلیل ثبات لکه‌های آنها، نیاز به تهیه نقشه در هر سال برطرف می‌شود.

کمترین اثر قطعه‌ای در علف هرز سلمه‌تره و در مرحله سوم نمونه برداری (۰/۱۶۵) دیده شد. پایین‌تر بودن اثر قطعه‌ای به معنی قوی‌تر شدن هم‌بستگی مکانی و لکه‌ای شدن توزیع مکانی نسبت به مرحله دوم نمونه برداری است. رثو و کازینز (۲۰) معتقدند بذرهایی که در فاصله کمتر از ۲ متری منبع پراکنده می‌شوند، لکه‌ای بودن را افزایش می‌دهند.

دامنه تأثیر سلمه‌تره در نوبت اول، دوم و سوم نمونه برداری به ترتیب ۱۶/۹ متر، ۳/۵ متر و ۱۰/۳ متر گزارش گردید (جدول ۲). از آنجا که سلمه یک علف هرز یک‌ساله بوده و تنها مکانیسم پراکنش بذره‌های آن، انتقال توسط ماشین آلات کشاورزی است، بذره‌های آن بیشتر در پای بوته مادری ریخته می‌شود. از این رو سلمه به صورت لکه‌های کوچک در سطح مزرعه دیده می‌شود. به نظر می‌رسد کوچک‌تر کردن اندازه فواصل نمونه برداری، فهم بهتری از پویایی مکانی و زمانی جمعیت سلمه فراهم می‌کند.

بیشترین اثر قطعه‌ای باز هم در مورد سلمه‌تره به میزان ۰/۵۲۳ و در مرحله اول نمونه برداری با دامنه تأثیر ۱۶/۹ متر به دست آمد. نتایج مؤید پایین بودن هم‌بستگی مکانی این



شکل ۲. توزیع مکانی تاجریزی در مراحل قبل از اعمال کنترل مکانیکی و شیمیایی (الف)، بعد از مصرف علف‌کش، کولتیواسیون و ۳ بار عملیات وجین (ب) و قبل از برداشت چغندر قند (ج)

### توزیع مکانی

نقشه‌های توزیع و تراکم تاجریزی (شکل ۲) وجود یک مرکز پرتراکم با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع و حواشی با تراکم ۱۷۰ بوته در مترمربع را در ضلع غربی مزرعه نشان می‌دهد. وجود یک لکه بزرگ در سطح مزرعه، بالا بودن دامنه تأثیر تاجریزی (۱۴۷/۲ متر) تأیید می‌کند.

بعد از اعمال کنترل مکانیکی و شیمیایی، ساختار لکه‌ها تخریب شد و به جای یک لکه بزرگ، چهار لکه تقریباً کوچک‌تر در سطح مزرعه مشاهده شد.

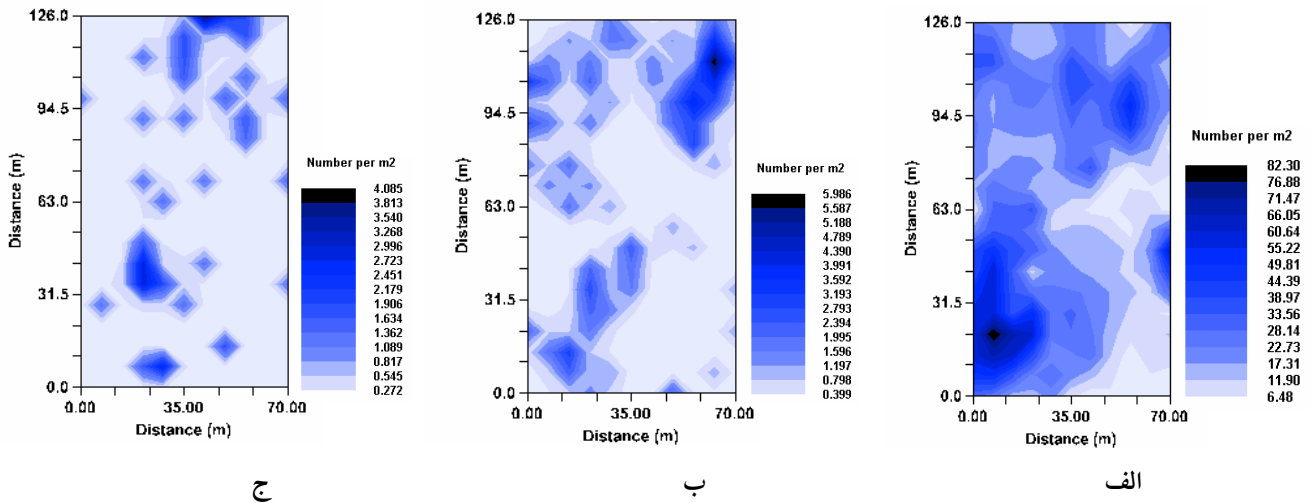
از آنجا که در فاصله نوبت دوم و سوم نمونه‌برداری، فعالیت خاصی به منظور کنترل علف‌های هرز در مزرعه انجام نگرفت، لکه‌های علف هرز نیز تغییرات قابل توجهی نکردند و در انتهای فصل رشد، چند لکه تاجریزی در مزرعه باقی ماند.

اصولاً عملیات کنترل مکانیکی و شیمیایی، بر حواشی لکه‌ها تأثیرگذارند و مراکز پرتراکم را کمتر تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. از این رو مراکز پرتراکم، ضامن بقای لکه در طی سالیان متمادی به شمار می‌آید.

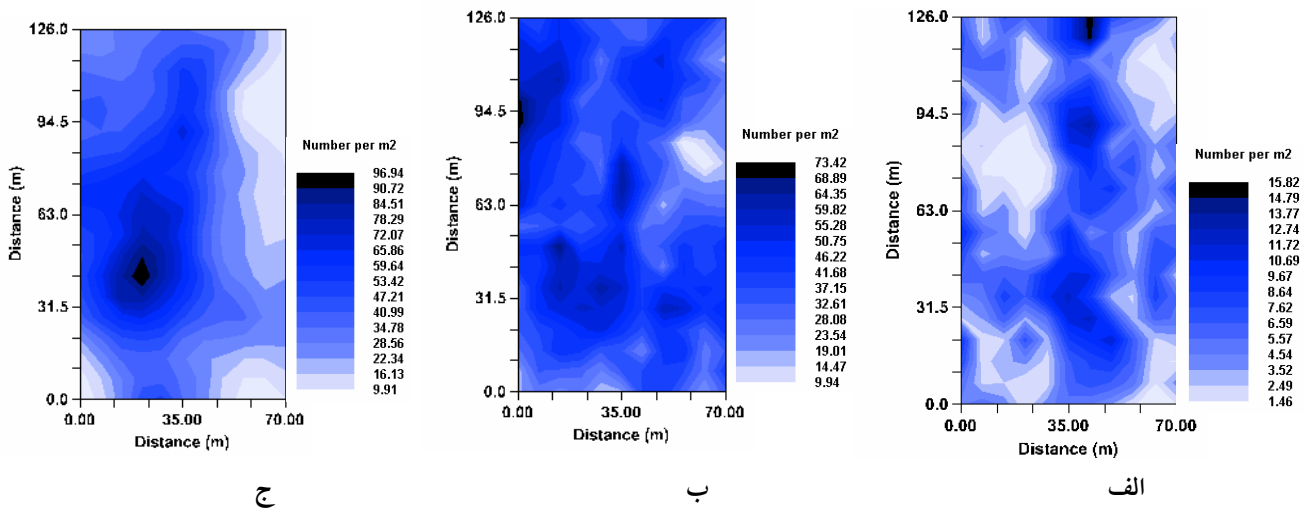
در مدیریت متناسب با مکان علف‌های هرز، تنها نقاطی از مزرعه که تراکم علف‌های هرز در آن از حد آستانه بالاتر باشد، مورد کنترل قرار می‌گیرد. از این رو قسمت‌های زیادی از مزرعه

به کنترل علف‌های هرز نیاز نخواهد داشت. جانسون و همکاران (۱۴) با مطالعه ۵ مزرعه سویا و ۷ مزرعه ذرت دریافتند که به طور متوسط در سطح ۱۲ مزرعه، ۷۰ درصد نواحی، عاری از علف‌های هرز باریک‌برگ و ۳۰ درصد نیز عاری از علف‌های هرز پهن‌برگ بود. بلک شاو (۶) در پژوهشی که در کانادا انجام داد نشان داد که با استفاده از تکنیک سمپاشی لکه‌ها، مصرف علف‌کش در فصل آیش ۶۰ درصد و در قبل از برداشت ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش یافت.

تاج‌خروس نیز یک علف هرز پهن‌برگ یک ساله تابستانه بوده که در سطح مزرعه چغندر قند، بخش وسیعی از مزرعه را اشغال نموده بود. همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، در نوبت اول نمونه‌برداری، تاج‌خروس به صورت ۳ لکه در مزرعه نمایان شد که بزرگ‌ترین لکه آن با مرکز پرتراکم ۸۲ بوته در مترمربع، در قسمت جنوب‌غربی مزرعه مستقر بود. بعد از اعمال کنترل، ساختار لکه تاج‌خروس به شدت تخریب شد و این امر در شکل‌های ۳-ب و ۳-ج کاملاً مشهود است. از آنجا که در این مزرعه علاوه بر عملیات وجین که تا حدود زیادی در کنترل علف‌های هرز یک‌ساله مؤثر است، از علف‌کش دسمدیفام استفاده شد و این علف‌کش نیز مؤثرترین علف‌کش، علیه تاج‌خروس است و این نتیجه دور از انتظار نبود.



شکل ۳. توزیع و تراکم تاج خروس در مراحل مختلف نمونه برداری

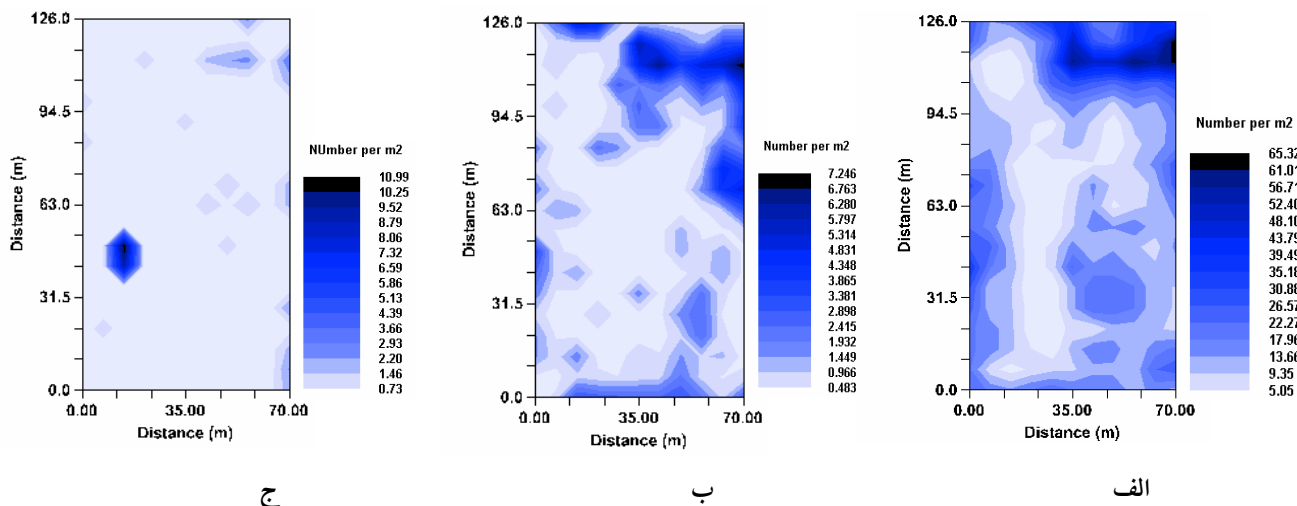


شکل ۴. توزیع و تراکم پیچک در مراحل مختلف نمونه برداری

لکه‌ها در جهت ردیف کاشت که ناشی از قطعه قطعه شدن ریشه‌های جوانه‌زا در زمان عملیات آماده‌سازی بستر است در تصاویر بالا مشهود می‌باشد. به نظر می‌رسد لکه‌های پیچک در مرحله اول در مرکز بوده و به تدریج به حاشیه‌ها سرایت کرده و این امر ناشی از ناکارآمد بودن مدیریت در خصوص با علف هرز چندساله پیچک است.

تصور می‌شود که ناکارآمد بودن مدیریت شیمیایی، تحریک جوانه‌زنی جوانه‌ها توسط وجین دستی، قطعه قطعه شدن ریشه‌های جوانه‌زا و پخش شدن آنها توسط شخم بین ردیف و

جانسون و همکاران (۱۴) اظهار داشتند که زمانی که علف‌های هرز، توزیع لکه‌ای داشته و حداقل تراکم مربوط به آن علف هرز در دسترس باشد، کارایی مصرف علف‌کش حداکثر خواهد شد. اما اختصاصی بودن این علف‌کش برای تاج خروس نسبت به تاجریزی و سلمه‌تره، لکه‌ای‌تر بودن توزیع مکانی (اثر قطعه ای ۰/۲۴۱۰) و تراکم کمتر (به طور متوسط ۳۰/۵ بوته در مترمربع) این علف هرز، عامل مهمی در شدت تخریب لکه‌های آن نسبت به تاجریزی و سلمه‌تره می‌باشد. آلودگی مزرعه به پیچک در شکل ۴ دیده می‌شود. کشیدگی



شکل ۵. توزیع و تراکم سوروف در مراحل مختلف نمونه‌برداری

پراکنش رویشی آن عنوان نمودند.

همان‌طوری که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، قسمت‌های زیادی از مزرعه مورد تهاجم سوروف قرار گرفته است. سوروف یک گیاه چهارکربنه و آبدوست است که بیشترین تمرکز را با ۶۰ تا ۶۵ بوته در مترمربع در قسمت انتهایی ردیف‌های کاشت داشته است. از آنجا که در زمان آبیاری، مقدار زیادی آب، بعد از عبور از جویچه‌های آبیاری در انتهای مزرعه تجمع یافته بود، به دلیل غنی بودن این آب از نظر مواد غذایی، شرایط بسیار مناسبی برای رشد این گیاه فراهم شده است. از سوی دیگر با گرم شدن هوا، شرایط مطلوبی برای گسترش هرچه بیشتر لکه‌های سوروف، نیز آماده شد.

توزیع غیر یک‌نواخت علف‌های هرز، دلیلی بر پایین بودن کارایی مدیریت شیمیایی و غیر شیمیایی علف‌های هرز است (۲۴ و ۲۵). یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از نقشه‌های توزیع و تراکم گیاهچه‌ها، ارزیابی مدیریت اعمال شده در مزرعه و پیشنهاد روش بهتر مدیریت می‌باشد. از مقایسه نقشه علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری می‌توان به ضعف بودن مدیریت اعمال شده در مزرعه پی برد. اگرچه مدیریت اعمال شده در مزرعه در کنترل تعدادی از گونه‌ها موفق بود. ولی نتیجه کلی صرف هزینه و نیروی کار در این مزرعه چندان

کارگران، کاهش جمعیت علف‌های هرز یک‌ساله و فراهم بودن آب و مواد غذایی تا انتهای فصل رشد چغندر قند، از عوامل مؤثر در گسترش جالب توجه پیچک بوده است. اصولاً لکه‌های علف‌های هرز، بیضی شکل است، به نحوی که دامنه این لکه‌ها در جهت ردیف کاشت و در جهت تردد ماشین آلات کشیدگی بیشتری دارند. این امر در لکه‌های مربوط به پیچک، به خصوص در مرحله اول نمونه‌برداری به‌وضوح قابل مشاهده است. زنین و همکاران (۲۶) دریافتند که لکه‌های خرفه به میزان ۱۴ متر در جهت ترافیک مزرعه کشیدگی داشتند.

از آنجا که تکثیر پیچک، بیشتر از طریق تکثیر اندام‌های رویشی گیاه انجام می‌شود، هم‌بستگی بسیار بالایی در لکه‌های پیچک مورد انتظار بود که این امر از طریق رویت یک لکه کاملاً پیوسته در مرکز مزرعه، تأیید شد.

محل و یا تراکم لکه‌های هرز چندساله در طول زمان تقریباً پایدار است، البته نوساناتی در حاشیه لکه‌ها رخ می‌دهد. از این‌رو، این قبیل لکه‌ها برای سمپاشی متناسب با مکان بسیار مناسب‌اند. گدی و همکاران (۱۲) پایداری لکه‌های دم اسب (*Equisetum arvense* L.) را در یک تناوب دوساله ذرت- سویا به اثبات رساندند. گردهارس و همکاران (۱۱) نیز پایداری لکه‌های *Apocynum cannabinum* را به دلیل مکانیسم

مطلوب به نظر نمی‌رسد. جوامع علف هرز به برنامه‌های کشاورزی و متغیر محیطی، به طور کلی عملیات غیریک‌نواخت مزارع، خاک، محصول زراعی، کود و آفت‌کش‌ها روی جوامع علف هرز، فشارهایی را وارد می‌کنند و برای ارزیابی میزان کنترل مورد نیاز و پاسخ مدیران و مسئولان باید اطلاعات صحیحی در مورد جوامع علف هرز داشته باشند.

### منابع مورد استفاده

۱. اشرفی، آ. ۱۳۸۲. ارزیابی پویایی مکانی علف‌های هرز در مزرعه چغندرقد و ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. راشد محصل، م. ح.، ح. نجفی. و م. اکبرزاده. ۱۳۸۰. *بیولوژی و کنترل علف هرز*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. محمدی، ج. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات مکانی شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتستیک ۱- کریجینگ. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۲ (۴): ۴۹-۶۴.
4. Anderson, T. N. and P. Milberg. 1998. Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and the nitrogen. *Weed Sci.* 46: 30 - 38.
5. Bigwood, D. B. and D. W. Longe. 1988. Spatial patterns analysis of seed bank: an improved method and optimized sampling. *Ecol.* 69:479-507.
6. Blackshaw, R. E., L. J. Molnar, D. F. Chevalier and C. W. Lindwall. 1998. Factors affecting the weed sensing detect spray system. *Weed Sci.* 46:127-137.
7. Cardina, J., G. A. Johnson and D. H. Sparrow. 1997. The nature and consequence of weed spatial distribution. *Weed Sci.* 45:364-373.
8. Chauvel, B., J. Gasques and H. Darmency. 1989. Changes of weed seed bank parameters according to species, time and environment. *Weed Res.* 29: 213 - 219.
9. Colbach, N., F. Forcella and A. Johnson. 2000. Spatial and temporal stability of weed population over five years. *Weed Sci.* 48:366-377.
10. Derksen, D. A., G. P. Lafond, A. G. Thomas, H. A. Loepky and C. J. Swanton. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: Tillage Systems. *Weed Sci.* 41: 409 - 417.
11. Gerhards, R., D. Y. Wyse-pestner and G. A. Johnson. 1997. Characterizing spatial stability of weed populations using interpolated maps. *Weed Sci.* 45:108-119.
12. Goudy, H. J., R. A. Bennett, R. B. Brown and F. J. Tardif. 2001. Evaluation of site-specific weed management using a direct-injection sprayer. *Weed Sci.* 49:359-366.
13. Harper, J. L. 1977. *The population biology of plants*. Academic Press. London.
14. Johnson, A., D. A. Mortensen and C. A. Gotway. 1996. Spatial analysis of weed seedling populations using geostatistics. *Weed Sci.* 44:704-710.
15. Jurado-Exposito, M., F. Lopez-Granados, A. Garcia-Ferrer and S. Atenciano. 2003. Multi-species weed spatial variability and site-specific management maps in cultivated sunflower. *Weed Sci.* 51:319-328.
16. Legere, A. and F. Craig Sterenson. 2002. Residual effects of crop rotation and weed management on crop and weeds. *Weed Sci.* 50:101-111.
17. Mohammadi, J. 2002. Spatial variability of soil fertility, wheat yield and weed density in a one hectare field in Share Kord. *J Agric. Sci. and Technol.* 4:83-92.
18. Mortensen, D. A., G. A. Johnson, D. Y. Wyse and A. R. Martin. 1995. Mapping spatially variable weed population. (Eds.), *Site - Specific Management for Agricultural Systems*. PP: 397-415. In: P. C. Robert, R. H. Rust and W. E. Larson. *Agronomy Society of America*, Madison, WI.
19. Oliver, L. R. and G. A. Buchanan. 1986. Weed competition and economic threshold. PP. 71 - 79. In: N. D. Camper (Ed.), *Research Methods in Weed Science*. 3<sup>rd</sup> ed., Champaign, IL: Southern Weed Science Society.
20. Rew, L. J. and G. W. Cussans. 1995. Patch ecology and dynamics-how much do we know? In proceeding 1995 Brighton crop protection conference-Weeds, Brighton, UK, 1059-1068.
21. Thornton, P. K., R. H. Fawcett, J. B. Dent and T. J. Perkins. 1990. Spatial weed distribution and economic thresholds for weed control. *Crop Protec.* 9:337-342.

22. Tredaway-Ducar, J., G. D. Morgan, J. B. Wilkerson, W. E. Hart, R. M. Hayes and T. C. Mueller. 2003. Site-Specific weed management in corn (*Zea mays*). Weed Technol. 17:711-717.
23. Van-Groenendael, J. M. 1988. Patchy distribution of weeds and some implications for modeling population dynamics: a short literature review. Weed Res. 28: 437 – 41.
24. Wiles, J., G. G. Wilkerson, H. J. Gold and H. D. Coble. 1992. Modeling weed distribution for improved post emergence control decisions. Weed Sci. 40: 546 - 553.
25. Wilson, B.S. and P. Brain. 1991. Long-term stability of *Alopecurus myosuroides* within cereal fields. Weed Res. 31:367-373.
26. Zanin, G., A. Berti and L. Riello. 1998. Incorporation of weed spatial variability in to the weed control decision-making process. Weed Res. 38:107-118.