کاربرد روش آمار مکانی در مطالعه ساختار مکانی بانک بذر و گیاهچه علف هرز بندواش (*Paspalum notatum* L.) در طول فصل رشد برنج (*Oryza sativa* L.)

راحله رهام، همت‌اله پیردشتی، قربانعلی نعمت‌زاده، محمد یعقوبی خانقاهی، حشمت‌اله پیردشتی
پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

به‌منظور بررسی ساختار مکانی بانک بذر و گیاهچه علف هرز بندواش (*Paspalum notatum* L.) در طول فصل رشد برنج (*Oryza sativa* L.)، پژوهشی در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. ابتدا مزرعه به شبکه-های ۲/۵ در ۲/۵ متر تقسیم شد. نقاط تقاطع شبکه‌ها مشخص، و نمونه‌گیری‌ها تا پایان فصل از این نقاط با روش شبکه‌بندی انجام شد. برای انجام محاسبات مربوط به سمی‌واریوگرام و تعیین همبستگی مکانی علف هرز از نرم‌افزار Gs^+ استفاده شد. نتایج حاکی از همبستگی مکانی قوی و متوسط برای بذور و گیاهچه‌های بندواش در تمامی مراحل نمونه‌برداری بود که واریوگرام‌های آن با مدل‌های کروی و نمایی مطابقت داشتند. دامنه تأثیر در مراحل مختلف نمونه‌برداری متغیر بود. در این میان کمترین دامنه تأثیر معادل ۲/۰۷ متر مربوط به نوبت دوم نمونه‌برداری از گیاهچه بندواش بود و حاکی از آن است در تحقیقات آتی به فواصل نمونه‌برداری کمتر از ۲/۵ در ۲/۵ متر که در این تحقیق به‌کار رفت، نیاز است. بیشترین دامنه تأثیر نیز برابر ۲۰/۲۲ متر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری خاک در نمونه‌برداری از بانک بذر به‌دست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که توزیع مکانی علف هرز بندواش می‌تواند به‌عنوان عامل مهمی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی علف‌های هرز تلقی شود.

کلمات کلیدی: آمار مکانی، بانک بذر، برنج، بندواش

مقدمه

بانک بذر از یک سو به‌عنوان ذخیره‌ای برای بذر گونه‌های گیاهی در خاک محسوب شده و از سوی دیگر حافظه‌ای است که تحولات موجود در هر منطقه را ذخیره می‌کند و بیانگر تاریخچه زراعی و نوع پوشش گیاهی پیشین آن منطقه می-باشد و تا حدودی در تعیین آینده آن نیز نقش دارد (Howard *et al*., 1991). علف های هرز پراکنش متفاوتی در بعد مکان و زمان دارند. در واقع آن‌چه باعث پراکنش در بعد مکان می‌شود، نحوه پراکنش و آن‌چه باعث گسترش در بعد زمان می‌شود، خواب بذرها و اندام تولید مثلی رویشی است. به‌طور کلی برهمکنش موجود بین علف‌های هرز و محیط اطراف آن باعث ایجاد این خصوصیات می‌شود (سیاه مرگویی و همکاران، ۱۳۸۵). دانستن پویایی مکانی علف‌های هرز و کنترل مکانی آن‌ها، هزینه نهاده‌ها را کاهش می‌دهد. اهمیت توزیع مکانی در نمونه‌برداری جمعیت‌های علف هرز، مدل کردن پویایی جمعیت و مدیریت بلندمدت، توجه‌ها را به سمت توسعه روش‌های جدید برای توصیف و آنالیز توزیع مکانی علف‌های هرز جلب کرده است (Swanton and Murphy, 1996). پراکنش علف‌های هرز لکه‌ایست یا در اصطلاح آماری، مشاهدات علف هرز در مزرعه عمدتاً مستقل از هم نیستند، به‌همین دلیل از آنالیزهای آمار مکانی (ژئواستاتیستیکی) که این وابستگی مکانی را تجزیه و تحلیل می‌کنند استفاده

می‌شود (Isaaks and Srivastava, 1989). کریجینگ در واقع یک تکنیک درون‌یابی مکانی بوده که در راستای این هدف طراحی شده است (Wyse-pester *et al*., 2002). این روش قادر است بر اساس محاسبات ماتریسی و با استفاده از اطلاعات نقاط نمونه‌برداری شده، خصوصیت مورد نظر را در نقاط نمونه‌برداری نشده، بر آورد کند (محمدی، ۱۳۷۷). با توجه به مطالب فوق، این پژوهش جهت مطالعه همبستگی مکانی علف‌های هرز در طول فصل رشد برنج بر اساس روابط ژئواستاتیک طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع انجام شد. ابتدا مزرعه به شبکه‌های ۲/۵ متر در ۲/۵ متر تقسیم شد. نقاط تقاطع شبکه‌ها مشخص، علامت‌گذاری و تا پایان فصل تمام نمونه‌گیری‌ها از این نقاط با روش شبکه‌بندی انجام شد. نمونه‌برداری از بانک بذر قبل از آماده‌سازی زمین انجام گرفت. نمونه‌برداری از گیاهچه‌های بندواش نیز در سه مرحله شامل پانزده روز پس از نشاءکاری، زمان خوشه‌دهی و یک هفته قبل از برداشت صورت گرفت. نمونه‌گیری در داخل کوادرات (مربع شکل با مساحت ۲۵ سانتی متر) از ۵ نقطه و از اعماق ۱۰، ۲۰ و۳۰ سانتی‌متری خاک (به‌طور مجزا) توسط اوگرهای به قطر ۵ سانتی‌متر صورت گرفت. سپس نمونه‌ها در درون آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا خشک شده و از جوانه‌زنی بذور علف هرز جلوگیری شود (Rahman *et al*., 2004). سپس ۵۰ گرم از کل خاک توزین و جداسازی گردید. نمونه‌های به‌دست آمده داخل کیسه‌هایی از جنس حریر ریخته شده و در آب قرار داده شدند تا کاملاً شسته شوند (Rahman *et al*., 2000). بذرها همراه با ذرات شن بعد از خشک شدن، با استفاده از الک‌های آزمایشگاهی۴۰ و ۶۰ مش تا حد امکان جداسازی شده و پس از آن با استفاده از استریومیکروسکوپ سه چشمی (STMPRO-T model, BEL-Italy) در حد جنس مورد شمارش و شناسایی و براساس تعداد در واحد سطح محاسبه گردیدند.

همبستگی مکانی بین دو نمونه به‌صورت یک مدل ریاضی تحت عنوان سمی‌واریانس[1] در قالب معادله زیر توصیف شد (Cardina *et al*., 1995):

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(Xi)-Z(Xi+h)]^2 \qquad (۱)$$

که در معادله مذکور:

N(h)= زوج نمونه‌ای که به فاصله h از یکدیگر واقعاند.

Z(xi)= تراکم علف هرز در موقعیت i

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

γ(h)= سمی‌واریانس می‌باشد. سمی‌واریوگرام تنوع مکانی را به عنوان تابعی از فاصله بین نقاط ژئوگرافیکی توصیف می‌کند. به این ترتیب بر اساس نمونه‌های موجود مقدار تجربی این معادله بدست آمده و سپس مدلی با این مقادیر تجربی وفق داده شد. از پارامترهای این مدل برای تخمین تراکم‌های علف هرز در نقاط نمونه‌برداری نشده در کریجینگ استفاده شد (Isaaks and Srivastava, 1989).

سمی‌واریوگرام شامل حد آستانه (C_o+C_s)، دامنه تأثیر (A_o) و اثر قطعه‌ای (C_o) می‌باشد. حد آستانه حدی است که

1 - Semivariance

واریوگرام به مقدار ثابتی می‌رسد. دامنه تأثیر فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها بر هم تأثیر نخواهند داشت. اثر قطعه‌ای، میزان همبستگی مکانی را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر هرچه اثر قطعه‌ای کاهش بیشتری یابد از احتمال توزیع تصادفی کاسته شده و همبستگی بین نمونه‌ها تشدید خواهد شد (Nordmeyer, 2009). در این پژوهش برای درصد اثر قطعه‌ای مساوی یا کمتر از ۲۵ درصد، همبستگی مکانی قوی، برای نسبت‌های ۲۵ تا ۷۵ درصد همبستگی مکانی متوسط و بیش از ۷۵ درصد، همبستگی مکانی ضعیف درنظر گرفته شد (Jurado- Expósito *et al.*, 2003). میانگین، واریانس، حداقل، حداکثر، چولگی و کشیدگی نمونه و همچنین محاسبات مربوط به سمی واریوگرام توسط نرم‌افزار Gs$^+$ (Version 7, Gamma Design Software) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به همبستگی مکانی علف هرز بندواش در نمونه‌برداری از بانک بذر و سه نوبت نمونه‌برداری از گیاهچه‌های آن، در جدول مربوطه (جدول ۱) آورده شده است. واریوگرام‌های نمونه‌برداری‌های مورد نظر با مدل‌های کروی[۲] و نمایی[۳] مطابقت داشتند. نتایج نشان داد که همبستگی مکانی قوی و متوسط برای بذور و گیاهچه‌های بندواش در تمامی مراحل نمونه‌برداری به ثبت رسیده است (جدول ۱).

به‌نظر می‌رسد همبستگی مکانی، تحت تأثیر بیولوژی علف‌های هرز، شرایط محیطی و اهداف کشاورزی قرار داشته باشد (سیاه‌مرگویی و همکاران، ۱۳۸۶). دامنه تأثیر در مراحل مختلف نمونه‌برداری از ۲/۰۷ تا ۲۰/۲۲ متر متغیر بود (جدول ۱). در این میان کمترین دامنه تأثیر مربوط به نوبت دوم نمونه‌برداری از گیاهچه بندواش و بیشترین دامنه تأثیر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری خاک در نمونه‌برداری از بانک بذر به‌دست آمد.

دامنه تأثیر فاصله‌ایست که در ماورای آن نمونه‌ها بر هم تأثیری نداشته و آن‌ها را می‌توان مستقل از یکدیگر به حساب آورد. چنین فاصله‌ای حد همبستگی خصوصیت مورد نظر را مشخص ساخته و اطلاعاتی در رابطه با حد مجاز فاصله نمونه‌برداری ارائه می‌دهد. در واقع دامنه تأثیر الگوی پراکنش علف‌های هرز را نشان می‌دهند بطوری‌که دامنهٔ زیاد نمایانگر توانایی گسترش بذور یا اندام‌های رویشی تولید مثلی در مسافات زیادی هستند. این پراکنش بوسیلهٔ تجهیزات شخم، ماشین‌های برداشت و کولتیواتور امکانپذیر است (اشرافی و همکاران، ۱۳۸۲). علاوه بر این دامنه تأثیر زیاد ناشی از عدم امکان برازش مدل‌های واریوگرام بر جمعیت‌های با تراکم بسیار پایین می‌باشد. زیرا زمانی‌که تعداد زیادی از مشاهدات صفر باشد تخمین‌های ژئواستاتیک نیز تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد (Wyse-pester *et al.*, 2002). در پژوهش حاضر، بندواش با دامنه تأثیر ۲/۰۷ متر مشاهده شد که نشان می‌دهد در تحقیقات آتی به فواصل نمونه‌برداری کمتر از ۲/۵ در ۲/۵ متر که در این تحقیق به‌کار رفت، نیاز است. چراکه این احتمال وجود دارد که برخی لکه‌های کوچک ناپدید شده و دقت کاهش یابد. برای تهیه یک نقشه خوب و دقیق از توزیع مکانی جوامع علف‌هرز باید مشاهدات در مسافت‌هایی کوچک‌تر نسبت به همبستگی مکانی موجود در بین علف‌های هرز انجام گیرد (Wiles *et al.*, 1992).

بیشترین اثر قطعه‌ای به میزان ۰/۴۸ و ۰/۲۵ به‌ترتیب مربوط به نمونه‌برداری بانک بذر از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متری و نمونه‌برداری بانک بذر از عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک بوده است که در هر دو موجب همبستگی

2- Spherical model
3- Exponential model

مکانی قوی گردید. اثر قطعه‌ای در تمامی موارد بالاتر از صفر بود (جدول ۱). این بدان معناست که مشاهدات جداشده بوسیله مسافت‌های بی‌نهایت کوچک غیر مشابهند. این عدم تشابه در مورد جمعیت علف هرز احتمالاً در نتیجهٔ وقایع پراکنش بذر، جوانه‌زنی، مرگ و میر، عوامل خاکی، عملیات زراعی و یا مدیریتی است (رهام، ۱۳۸۹). اثر قطعه‌ای، میزان همبستگی مکانی را نشان می‌دهد، به‌عبارت دیگر هرچه اثر قطعه‌ای کاهش بیشتری یابد از احتمال توزیع تصادفی کاسته شده و همبستگی بین نمونه‌ها تشدید خواهد شد (سیاه‌مرگویی و همکاران، ۱۳۸۵). هر چه اثر قطعه‌ای به سمت صفر میل کند از تصادفی بودن توزیع علف‌های هرز کاسته شده و همبستگی مکانی قویتری پدیدار می‌شود. در حقیقت تفاوت بین حد آستانه و اثر قطعه‌ای نشان‌دهنده بخشی از تنوع است که توسط همبستگی مکانی با روش نمونه‌برداری بکار رفته توجیه می‌شود. اختلاف در مقادیر اثر قطعه‌ای و حد آستانه در طی مراحل نمونه‌برداری نیز احتمالاً می‌تواند در نتیجه تغییرات در تراکم جمعیت باشد تا اختلافات در جابجائی یا رفتار لکه‌ای از یک مرحله نمونه‌برداری به مرحله دیگر (اشرافی و همکاران، ۱۳۸۲). بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که توزیع مکانی علف هرز بندواش می‌تواند به‌عنوان عامل مهمی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی علف‌های هرز تلقی شود.

جدول ۱- اجزای واریوگرام علف هرز بندواش در مراحل مختلف نمونه‌برداری

نمونه برداری	عمق خاک	مدل	اثر قطعه‌ای (Co)	حد آستانه (Co+C)	دامنه تأثیر (Ao)	درصد اثر قطعه‌ای (Co/Co+C)*۱۰۰	همبستگی مکانی
بانک بذر ابتدای فصل	۱۰-۰ سانتی‌متر	کروی	۰/۱۴	۰/۷۵	۲/۹۷	۱۹	قوی
	۲۰-۱۰ سانتی‌متر	نمایی	۰/۴۸	۲/۲۷	۲۰/۲۲	۲۱/۳	قوی
	۳۰-۲۰ سانتی‌متر	کروی	۰/۲۵	۱/۲۸	۶/۱۶	۲۰/۱	قوی
نمونه‌برداری اول گیاهچه		کروی	۰/۰۹	۰/۵۲	۲/۹۷	۱۷/۵	قوی
نمونه‌برداری دوم گیاهچه		نمایی	۰/۱۱	۰/۴۲	۲/۰۷	۲۷/۱	متوسط
نمونه‌برداری سوم گیاهچه		کروی	۰/۱	۰/۴۶	۳/۲۶	۲۲/۷	قوی

منابع

اشرافی، آ. ، بنایان‌اول. م. و راشدمحصل، م.ح. ۱۳۸۲. مطالعه پویایی مکانی جمعیت‌های علف هرز یک مزرعه ذرت با استفاده از ژئواستاتیستیک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱(۲): ۱۵۴-۱۳۹.

رهام، ر. ۱۳۸۹. بررسی رابطه بانک بذر با جمعیت علف‌های هرز در طول فصل رشد در چغندرقند. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه لرستان. ۱۱۰ صفحه.

سیاه‌مرگویی، آ. ، راشدمحصل، م.ح. ، نصیری محلاتی، م. ، بنایان‌اول، م. و رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۸۵. ارزیابی تغییرات مکانی و واکنش علف‌های هرز به عملیات زراعی متداول در یک مزرعه چغندرقند در مشهد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. ۳(ب): ۳۷۳-۳۶۱.

سیاه‌مرگویی، آ. ، راشدمحصل، م.ح. ، نصیری محلاتی، م. ، بنایان‌اول، م. و محمدآبادی، ع.ا. ۱۳۸۶. ارزیابی مدیریت متعارف در تناوب‌های آیش- جو علوفه‌ای و چغندرقند- جو علوفه‌ای و اثر آن بر تراکم و روش توزیع گونه‌های مختلف علف هرز. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. ۴۱(الف): ۱۷۴-۱۶۵.

محمدی، ج. ۱۳۷۷. مطالعه تغییرات مکانی شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از نظریه ژئواستاتیستیک ۱- کریجینگ. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۴): ۶۴-۴۹.

Cardina J., Sparrow D.H., and McCoy E.L. 1995. Analysis of spatial distribution of common Lambsquarters (*Chenopodium album*) in notill soybean (*Glycine max*). Weed science, 43: 258-268.

Howard, C. L., A. M. Mortime, D. Gould., P. D. Putwain., R. Cousens, and G. W. Cussans. 1991. The dispersal of weed: seed movement in arable agriculture. Proceedings Brighton Crop protection Conference-Weeds, pp: 821-828.

Isaaks, E. H., and R. M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. New York: Oxford University Press. 561 p.

Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., Garc´ıa-Torres, L., Garc´ıa-Ferrer, A., Sanchez de la Orden, M., Atenciano, S., 2003. Multi-species weed spatial variability and site-specific management maps in cultivated sunflower. Weed Science. 51, 319– 328.

Nordmeyer H. 2009. Spatial and temporal dynamics of Apera spica-venti seedling populations. Crop Protection. 28: 831-837.

Rahman A., James T.K., Mellsop J.M., and Grbavac N. 2000. Effect of cultivation methods on weed seed distribution and seedling emergence. New Zealand Plant Protection, 53: 28-33.

Rahman A., James T.K., Mellsop J.M., and Grbavac N. 2004. predicting broadleaf weed populations in maize from the soil seed bank. New Zealand Plant Protection, 57: 281-285.

Swanton, C. J., and S. D. Murphy. 1996. Weed science beyond the weeds: The role of integrated weedmanagement (IWM) in agroecosystem health. Weed Science.44:437-445.

Wiles L.J., Wilkerson G.G., Gold H.J., and Coble H.D. 1992. Modeling weed distribution for improved post emergence control decision. Weed Science. 40: 546-553.

Wyse-pester DY, Wiles LJ and Westra P. 2002. Infestation and spatial dependence of weed seedling and mature weed population in corn. Weed Science. 50:54- 63.