

تأثیر عوامل زراعی و خصوصیات خاک بر تنوع و ترکیب جامعه علف هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) در شهرستان جاجریم

قربانعلی رسام^{۱*}، ناصر لطیفی^۲، افشین سلطانی^۲ و بهنام کامکار^۲

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۱

تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۷

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر عوامل محیطی بر تنوع و ترکیب جامعه علف هرز گندم (*Triticum aestivum* L.) شهرستان جاجریم در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. برای این منظور اطلاعات زراعی (مصرف علف‌کش، مقدار نیتروژن مصرفی و نوع محصول قبلی) و خصوصیات خاک (pH، بافت و مقدار فسفر خاک) ۱۶ مزرعه گندم در این شهرستان جمع آوری شد. شاخص تنوع شانون، غنای گونه‌ای و شاخص غالبیت سیمپسون به عنوان اجزای تنوع محاسبه شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف علف‌کش در مقابل عدم مصرف آن، بافت سیلتی در قیاس با بافت لومی و کشت گندم متعاقب یک‌سال آیش نسبت به کشت آن بعد از خربزه سبب کاهش معنی دار غنای گونه‌ای (۴/۹۲ در مقابل ۷/۱۲، ۵ در مقابل ۶/۵ و ۵/۱۲ در مقابل ۶/۷۵ به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی) و شاخص شانون (۱/۰۸ در مقابل ۱/۶، ۱/۱ در مقابل ۱/۴۸ و ۱/۱۹ در مقابل ۱/۴۹ به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی)، ولی افزایش شاخص سیمپسون (۰/۴۳ در مقابل ۰/۲۵، ۰/۴۱ در مقابل ۰/۳ و ۰/۳۹ در مقابل ۰/۲۹ به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی) گردید. به کارگیری آنالیز رگرسیون حاکی از وجود رابطه خطی معکوس بین مقدار نیتروژن مصرفی با غنای گونه‌ای و شاخص شانون ($r^2=0/45$) بود. بین مقدار نیتروژن مصرفی و شاخص غالبیت سیمپسون رابطه خطی مثبت حاصل گردید ($r^2=0/46$). غنای گونه‌ای، شاخص شانون و شاخص سیمپسون به pH و مقدار فسفر خاک وابستگی معنی‌داری نشان ندادند. استفاده از آنالیز افزونگی منجر به ظاهر شدن الگوهایی در ترکیب جامعه گیاهی در پاسخ به عوامل محیطی گردید ($F=4/03, p\text{-value}=0/001$). مصرف علف‌کش به‌عنوان عامل اصلی ایجاد تغییرات در ترکیب گونه‌ای شناخته شد. در مزارع گندم با سابقه مصرف علف‌کش توفوردی و استفاده زیاد از کودهای نیتروژن کشیده برگ‌ها جامعه گیاهی غالب را تشکیل دادند. روش تقسیم بندی واریانس نشان داد عوامل زراعی در مقایسه با عوامل خاکی سهم بیشتری در تشریح تغییرات در ترکیب جامعه علف هرز دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آنالیز افزونگی، شاخص تنوع شانون، علف‌کش، غنای گونه‌ای، نیتروژن

مقدمه

حمایت از سطوح بالاتر در زنجیره غذایی (برای مثال زیگان خاک و پرندگان) برخوردارند (Altieri, 1999; Marshall et al., 2003; Hyvönen et al., 2008). وجود تنوعی از علف‌های هرز در مزرعه می‌تواند از طریق تشدید رقابت بین گونه‌ها و جلوگیری از شیوع غالبیت چندین گونه، خود عاملی برای کنترل علف‌های هرز باشد و بنابراین تقاضا برای نهاده‌های بیرونی را کاهش دهد (Mohler & Liebman, 1987). مدیریت ایده‌آل در کشاورزی پایدار کاهش اثرات علف‌های هرز بر عملکرد محصول با حفظ جامعه متنوعی از علف‌های هرز قابل کنترل است (Miyazawa et al., 2004). تشخیص الگوهایی از ترکیب و توزیع علف‌های هرز و تفسیر این الگوها در رابطه با شیب‌های محیطی می‌تواند اجرای این نوع

علف‌های هرز مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید در کشت بوم‌ها به شمار می‌روند. رقابت با گیاه زراعی برای منابعی همچون رطوبت، نور و مواد غذایی باعث می‌شود تا در نظام‌های موسوم به کشاورزی فشرده حذف کامل آن‌ها هدف قرار گیرد (Legere et al., 2005). در کشاورزی اکولوژیک علف‌های هرز به‌عنوان بخشی از تولیدکنندگان اولیه مزارع شناخته می‌شوند که از کارکردهای بوم‌شناختی مهمی همچون چرخش مواد غذایی، حفاظت خاک و

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دوره دکتری اکولوژی کشاورزی و عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(*- نویسنده مسئول: (Email: rassammf@yahoo.com)

3- Agroecosystem

4- Fauna

5- Environmental gradient

افزایش تنوع در جامعه گیاهی بر مقدار این شاخص نیز افزوده می‌شود. علاوه بر این در کنار شاخص تنوع از شاخص‌های غالبیت نظیر شاخص غالبیت سیمپسون نیز برای نشان دادن تنوع استفاده می‌شود. شاخص غالبیت در حقیقت عکس شاخص تنوع به‌شمار می‌رود، به نحوی که زیاده‌تر بودن شاخص غالبیت نشان‌دهنده کاهش تنوع و محدود شدن جامعه گیاهی به چندین گونه غالب می‌باشد (Magurran, 1988). با این همه چنین شاخص‌هایی فقط قادر به بازتاب بخشی از پیچیدگی‌های جوامع علف‌هرز هستند بدون این‌که اطلاعاتی در خصوص تغییرات ترکیب گونه‌ای ارائه دهند. استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به عنوان ابزاری کارگشا در آنالیز جامعه علف‌های هرز رو به گسترش است. به‌طور یقین تلفیق نتایج این آنالیزها و شاخص‌های تنوع می‌تواند تصویری روشن‌تر از اثرات مدیریت و عوامل محیطی بر جامعه علف‌های هرز ارائه نماید (Legere et al., 2005).

با توجه به اهمیت درک عوامل زراعی و خاکی شکل‌دهنده جامعه علف‌هرز و نقشی که این شناخت می‌تواند در مدیریت بوم‌شناختی علف‌های هرز ایفا نماید، مطالعه حاضر در سطح مزارع گندم شهرستان جاجرمد که مهم‌ترین محصول زراعی منطقه به‌شمار می‌رود انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه در سطح مزارع گندم شهرستان جاجرمد واقع در جنوب غربی استان خراسان شمالی (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی) اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۳۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۶ درجه سانتی‌گراد است.

از بین مزارع بررسی شده شهرستان، به روش سیستماتیک تعداد ۱۶ مزرعه گندم که اطلاعات لازم در خصوص مدیریت زراعی آن‌ها وجود داشت و از سطح نسبتاً یکسانی (تقریباً ۱/۵ هکتار) نیز برخوردار بودند انتخاب شد. نمونه برداری از مزارع انتخابی با هدف اطمینان از اعمال برخی عملیات زراعی همچون مصرف علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در فاصله زمانی ۱۵ تا ۱۸ اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۸ انجام گرفت. برای این منظور در هر مزرعه پنج قاب $0/5 \times 0/5$ متر مربعی) با الگوی W مستقر گردید (Thomas, 1985). در داخل هر قاب گونه‌های موجود به تفکیک گونه شمارش شدند. در محل قاب‌های مستقر شده یک نمونه خاک نیز به کمک یک استوانه فلزی به قطر ۱۰ سانتیمتر تا عمق ۲۰ سانتیمتری برداشت شد. نمونه‌های خاک ۵ قاب در مزرعه به‌طور کامل مخلوط شدند و از مخلوط حاصل نمونه‌ای جهت اندازه‌گیری خصوصیات خاک به آزمایشگاه منتقل شد.

مدیریت را با موفقیت همراه سازد (Fried et al., 2008). در اراضی زراعی، ترکیب، تنوع و غنای گونه‌ای به‌طور همزمان متأثر از عوامل متعددی نظیر اقلیم، خصوصیات خاک، رقابت با محصول، درجه فشردگی عملیات زراعی و خصوصیات چشم‌انداز کشاورزی (از نظر سادگی یا پیچیدگی زیستگاه‌های پیرامون) می‌باشد (Walter et al., 2002; Lososova et al., 2004; Pysek et al., 2005). این‌که کدام عامل یا عوامل بیشترین اهمیت را در توجیه تغییرات جامعه گیاهی بر عهده دارند متفاوت است.

نقش تعیین‌کننده علف‌کش‌های مصرفی بر ترکیب و تنوع علف‌های در تحقیقات متعددی به اثبات رسیده است (Hume, 1987; Legere et al., 2005). استفاده مکرر از علف‌کش‌هایی با مکانیسم عمل مشابه منجر به تغییر جوامع علف‌هرز از گونه‌های حساس به علف‌کش به گونه‌های متحمل می‌شود. گزارش شده است که استفاده گسترده از علف‌کش 2,4-D برای چندین سال متوالی در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ باعث تغییرات عمده‌ای در جامعه گیاهی و غالب شدن گیاهان هرز کشیده برگ در نظام‌های کشت غلات شده است (Radosevich et al., 1997; Kudsk & Streibig, 2003). حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی با انواعی از کودهای شیمیایی نه تنها رشد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه تنوع و رشد علف‌های هرز مرتبط را نیز متأثر می‌کند (Pysek & Leps, 1991; Murphy & Lemerle, 2006). علف‌های هرز از نظر نیاز به عناصر غذایی اختلافات قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند، بنابراین انتظار می‌رود جمعیت علف‌های هرز بسته به نوع و مقدار کودهای شیمیایی مصرفی دچار تغییر شود. خصوصیتی از خاک شامل بافت و pH از طریق قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و آب‌قادرند ترکیب و تنوع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهند. نوردمیر و دانکر (Nordmeyer & Dunker, 1999) نشان دادند بین مقدار رس خاک و تراکم دم‌روباهی موشی (*Alopecurus myosuroides* L.) و مقدار منیزیم، فسفر و pH با تراکم بنفشه صحرایی (*Viola arvensis* L.) همبستگی وجود دارد. افزایش استفاده از کودهای فسفر و پتاس بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۸۰ در دانمارک باعث گزینش علف‌های هرزی همچون تاجریزی و غربیلک قرمز گردید که از مقادیر فسفر و پتاسیم زیاد خاک بهره‌مند شدند (Haas & Streibig, 1982). در مطالعه تأثیر بافت خاک، pH، ارتفاع محل، دما و بارندگی سالانه در غرب مجارستان مشخص شد که pH مهمترین عامل توجیه‌کننده ترکیب گونه‌ای در مزارع غلات به‌شمار می‌رود (Gyula et al, 2008).

به‌طور معمول تجزیه و تحلیل جامعه علف‌های هرز با محاسبه شاخص‌هایی همچون شاخص تنوع شانون، شاخص غالبیت سیمپسون و غنای گونه‌ای انجام می‌شود. شاخص تنوع شانون رایج‌ترین شاخص مورد استفاده برای بیان تنوع در جوامع گیاهی محسوب می‌شود. با

طول گرادیان محور اول و دوم DCA به ترتیب معادل ۳/۱۹ و ۲/۸۷ به دست آمد که نشان دهنده واکنش خطی جامعه گیاهی به عوامل محیطی است. بنابراین برای تعیین رابطه این عوامل و جامعه علف‌های هرز از آنالیز افزونگی (RDA) استفاده گردید (Ter Braak & Smilauer, 1998). با روش تقسیم‌بندی واریانس سهم مجموع عوامل زراعی در مقابل عوامل خاکی از کل تغییرات در ترکیب گونه‌ای تعیین شد. در آنالیز چند متغیره برای تعیین معنی‌داری تأثیر عوامل محیطی بر ترکیب گونه‌های هرز از آزمون مونت کارلو با ۹۹۹ تبدیل استفاده گردید. آنالیز چند متغیره با استفاده از نرم افزار CANOCO ver-4 انجام شد (Ter Braak & Smilauer, 1998).

نتایج و بحث

در مجموع در مزارع پیمایش شده تعداد ۲۳ گونه به ثبت رسید. چچم (*Lolium sp.*)، جاروعلفی بامی (*Bromus tectorum L.*)، علف هفت‌بند (*Polygonum avicular L.*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus L.*)، سلمک (*Chenopodium album L.*) به ترتیب از بیشترین تراکم برخوردار بودند. تعداد علف‌های هرز دولپه (۲۰ گونه) بیشتر از تک لپه (۳ گونه) بود. از نظر چرخه زندگی نیز یکساله‌ها (۱۸ گونه) در مقایسه با چند ساله‌ها (پنج گونه) از تنوع بالاتری برخوردار بودند. از ویژگی‌های گیاهان یکساله توان بازیابی و قابلیت تکثیر سریع بعد از تخریب‌هایی است که در محیط روی می‌دهد. بنابراین فراوانی یکساله‌ها در اراضی کشاورزی که با تخریب مداوم همراه هستند دور از انتظار نیست. برعکس، هرچه محیط به سمت ثبات پیش می‌رود (وضعیت حاکم بر بوم‌نظام‌های طبیعی دست نخورده) بر فراوانی گونه‌های چند ساله افزوده می‌شود (Grime, 2001; Booth et al., 2004; Lososova et al., 2006). علاوه بر این در کشت بوم‌ها، غالب گیاهان زراعی از نوع یک‌ساله می‌باشند و طبیعی است علف‌های هرز یکساله که از احتیاجات رشدی مشابه با گیاه زراعی برخوردارند فراوان‌تر از گیاهان هرز چندساله باشند (Lososova et al., 2008).

مصرف علف‌کش‌ها باعث کاهش معنی‌دار غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون گردید (جدول ۲). این نتیجه با نتایج سایر مطالعات منطبق است (Derkson et al., 1995; Hyvönen & Salonen, 2002). علف‌کش‌ها با حذف گونه‌های حساس و گزینش گونه‌های مقاوم فشار انتخابی شدیدی بر جامعه علف‌های هرز وارد می‌کنند که نتیجه آن تنزل غنای گونه‌ای به سطح چند گونه غالب است (Radosevich et al., 1997; Norris, 1999; Hyvönen & Salonen, 2002).

در آزمایشگاه بافت خاک (روش هیدرومتری)، pH (تهیه گل اشباع به نسبت ۱:۲/۵ و سپس اندازه‌گیری با دستگاه pH متر) و مقدار فسفر (روش اولسن) برای هر نمونه تعیین شد. با هدف فراهم شدن تعداد تکرار کافی در آنالیزها، بافت‌های مشابه سیلت و لوم-سیلتی در گروهی با عنوان سیلت و خاک‌های لوم و شن-لومی نیز در گروه لوم قرار گرفتند.

گندم کاران منطقه برای کنترل علف‌های هرز مزرعه عمدتاً از علف‌کش توفوردی در اوایل بهار استفاده می‌کنند. از آن‌جا که این شهرستان دارای اقلیمی فراخشک با توان تولیدی پایین است کشت مداوم زمین متداول نبوده و در غالب موارد زمین برای یک سال زراعی به حالت آیش رها می‌شود. با این حال تناوب صیفی (عمدتاً خربزه (*Cucumis melo L.*)) و گندم نیز به‌وسیله برخی از کشاورزان به اجرا در می‌آید. خصوصیات مزارع انتخابی در جدول (۱) نشان داده شده است.

تنوع کارکردی با طبقه‌بندی هر گونه بر اساس چرخه زندگی (یکساله و چند ساله) و شکل رویشی (دولپه و تک لپه) تعیین شد. شاخص تنوع شانون، شاخص غالبیت سیمپسون و غنای گونه‌ای به عنوان سنجه‌هایی از تنوع گونه‌ای محاسبه شدند. غنای گونه‌ای معادل تعداد گونه‌های ثبت شده در هر مزرعه (مجموع پنج قاب) در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص تنوع شانون (H) و شاخص غالبیت سیمپسون (D) به ترتیب از معادله‌های (۱) و (۲) زیر استفاده گردید:

$$H = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\log_2 \frac{n_i}{N} \right) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$D = 1 - \frac{N(N-1)}{\sum n(n-1)} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن N : تعداد کل افراد و n_i یا n : تعداد افراد گونه i ام است. اثرات هر یک از عوامل کیفی (اسمی) بر غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون و شاخص غالبیت سیمپسون با استفاده از T-test جفت نشده تعیین شد. برای آزمون وابستگی این سه شاخص به متغیرهای کمی (نسبتی) نیز از آنالیز رگرسیون استفاده گردید (Soltani, 2006). نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تعیین شد. تمامی این آنالیزها به کمک نرم افزار SAS نسخه 9.1 انجام گرفت (SAS Institute Inc, 2003).

تأثیر عوامل زراعی و خاکی بر ترکیب جامعه علف هرز با استفاده از روش‌های چند متغیره صورت گرفت. ابتدا به کمک روش آنالیز تطبیقی ناریب (DCA) الگوی کلی پراکنش گونه‌ها ترسیم شد.

جدول ۱- مدیریت زراعی و خصوصیات خاک مزارع مورد مطالعه.

Table 1- Crop management practices and soil characteristics of studied fields.			
دامنه/تعداد** (Range/Number)	کد (Code)	نوع* (Type)	عوامل (Factors)
مدیریت زراعی (Crop management)			
60 100 150	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	R	نیترژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) Applied Nitrogen (kg.ha ⁻¹)
6 6	مصرف (use) عدم مصرف (non-use)	N	علف‌کش‌ها (Herbicide)
6 6	خریزه (melon) آیش (fallow)	N	محصول قبلی (Preceding crop)
شرایط خاک (Soil conditions)			
7.22 7.93 8.32	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	R	اسیدیته pH
2.1 7.82 13.2	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	R	فسفر خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg ⁻¹)
6 6	لومی (Loam) سیلتی (Silt)	N	بافت (Texture)

* N: متغیر اسمی، R: متغیر نسبتی؛ **: مقادیر داده شده در متغیرهای اسمی بیانگر تعداد مزارع و در متغیرهای نسبتی بیانگر دامنه تغییرات در مقدار متغیر مورد نظر است.
*N: nominal variable, R: ratio variable; **: values show number of fields for nominal variables and variations range for ratio variables.

کودهای شیمیایی و نبود رطوبت، رویش علف‌های هرز به حداقل می‌رسد.

نتایج آنالیز رگرسیون نشان داد که با افزایش مقدار نیترژن مصرفی از غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون کاسته شده ولی بر غالبیت گونه‌ای افزوده می‌شد (شکل ۱). اگر چه نتایج حاضر در تقابل با پیش‌بینی تیلمن (Tilman, 1988) و همچنین ویلسن و تیلمن (Wilson & Tilman, 1993) قرار دارد که اظهار داشتند تنوع در خاک‌های حاصلخیز به واسطه کم بودن شدت رقابت بین گیاهان بیشتر از خاک‌های غیرحاصلخیز است، اما تاییدی بر نظریه گریم است. گریم (Grime, 1979) اعتقاد دارد بروز رقابت شدید در محیط‌های غنی سبب حذف گونه‌های ضعیف و برجای ماندن فقط چند گونه رقابت‌پذیر می‌شود که پیامد آن کاهش غنا و تنوع گونه‌ای و افزایش غالبیت در محیط‌های حاصلخیز است. رابطه آماری معنی‌داری بین pH با غنای گونه‌ای ($r^2=0/03$)، شاخص تنوع شانون ($r^2=0/02$) و شاخص غالبیت سیمپسون ($r^2=0/08$) و نیز مقدار فسفر خاک با غنای گونه‌ای ($r^2=0/13$)، شاخص تنوع شانون ($r^2=0/2$) و شاخص غالبیت سیمپسون ($r^2=0/18$) وجود نداشت.

افزایش معنی‌دار شاخص غالبیت سیمپسون همراه با مصرف علف‌کش‌ها مؤید این موضوع می‌باشد (جدول ۲). کشت گندم در خاک‌های لومی منجر به افزایش شاخص شانون و غنای گونه‌ای در مقایسه با کشت آن در خاک‌های سیلتی گردید. در حالی که خاک‌های لومی فراهم‌کننده شرایط رشد برای طیف گسترده‌ای از گیاهان هستند، در خاک‌های سیلتی و مشابه آن به واسطه تهویه نامناسب و محدودیت در فراهمی عناصر غذایی فقط معدودی از گونه‌ها قادر به تحمل و رشد در این شرایط دشوار می‌باشند. این پدیده در خاک‌های سیلتی با زیاد بودن شاخص غالبیت سیمپسون به وضوح قابل دریافت است (جدول ۲). کاهش تنوع در شرایط دشوار و نامعمول محیطی در تحقیقاتی دیگری نیز به اثبات رسیده است (Fried et al., 2008). کشت گندم بعد از خربزه سبب افزایش معنی‌دار غنای گونه‌ای و شاخص شانون در قیاس با کشت متعاقب آیش گردید (جدول ۲). اطلاعات میدانی به‌دست آمده از منطقه حاکی از این واقعیت بود که به‌رغم مبارزه شیمیایی جدی با آفات و بیماری‌ها در اراضی زیر کشت خربزه، کنترل شیمیایی علف‌های هرز در این مزارع رایج نیست. از طرفی فرونشانی علف‌های هرز طی رقابت با محصول زراعی نیز به واسطه الگوی رشد رونده در خربزه چندان محتمل به نظر نمی‌رسد. مجموع این شرایط می‌تواند در تقویت بانک بذر خاک بسیار موثر واقع شود. این در حالی است که در اراضی آیش به دلیل عدم ورود

جدول ۲- تأثیر عوامل زراعی و خاکی بر غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون و شاخص غالبیت سیمپسون

Table 2- Effects of soil and crop factors on Species richness, Shannon's diversity index and Simpson's dominance index

محصول قبلی (Preceding crop)			بافت خاک (Soil texture)			علف کش (Herbicide)			متغیر (Variable)
T	آیش (Fallow)	خربزه (Melon)	T	سیلتی (Silt)	لومی (Loam)	T [†]	عدم مصرف (non-use)	مصرف (use)	
2.46*	5.12	6.75	2.2*	5	6.5	5.24**	7.12	4.92	غنای گونه ای (Species richness)
2.3*	1.19	1.49	3.92*	1.1	1.48	8.03**	1.6	1.08	شاخص شانون (Shannon's index)
2.09 ^{ns}	0.39	0.29	2.95*	0.41	0.3	8.66**	0.25	0.43	شاخص سیمپسون (Simpson's index)

†: آماره در آزمون t استیوونت جفت نشده؛ **، * و ns به ترتیب نشاندهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری می باشند.

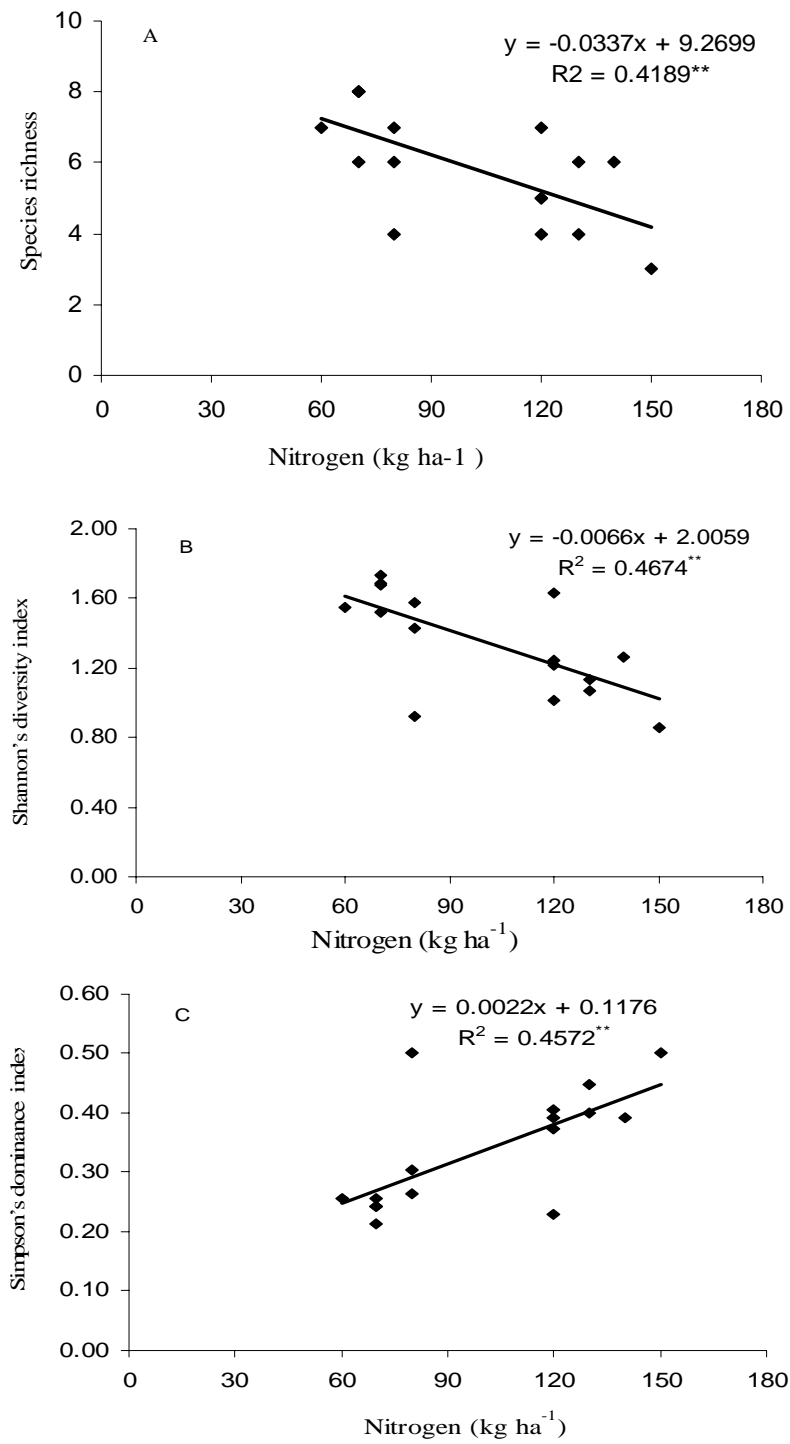
†Unpaired Student's t-test statistic. **, * and ns show significant differences at P<0.01, P<0.05, non-significant, respectively.

مصرف مداوم این علف‌کش، وضعیتی که در نیمی از مزارع پیمایش شده منطقه نیز رایج است و فشار انتخابی ناشی از آن در درازمدت سبب کاهش فراوانی پهن برگان خواهد شد. همگام با کاهش پهن برگان بر فراوانی گونه‌های متحمل به علف‌کش نظیر کشیده برگ‌های علفی افزوده می‌شود (Radosevich et al., 2003; Kudsk & Streibig, 1997). واقع شدن یولاف، جاروعلفی و چچم در سمت راست محور اول، به عبارتی جایی که عامل زراعی مصرف علف‌کش (H) قرار دارد، مؤید این موضوع است.

نیترژن عامل موثر دیگری است که در الگوی ایجاد شده در جامعه گیاهی سهیم می‌باشد به نحوی که بعد از متغیر علف‌کش از بیشترین همبستگی با محور اول برخوردار بود (جدول ۳). یولاف، جاروعلفی و چچم از گونه‌های نیترژن دوست محسوب می‌شوند و بنابراین طبیعی است که محیط‌های غنی از نیترژن را ترجیح دهند (Pawar & Yaduraju, 1998; Lieberman, & Davis 2000). برخلاف انتظار، گونه‌های نیترژن دوست سلمک، پیچک و اسفناج وحشی پاسخ منفی به افزودن نیترژن نشان دادند (شکل ۳). مطابق نظر هیوونن و سالونن (Hyvönen & Salonen, 2002) مصرف علف‌کش‌ها می‌تواند از بروز اثرات سایر عوامل همچون مصرف نیترژن بکاهد و خود عامل اصلی تعیین کننده ترکیب جامعه گیاهی گردد. واکنش منفی گونه فسفردوست تاجریزی به مقدار فسفر خاک را نیز باید به همین اثر تعیین کننده علف‌کش‌ها نسبت داد (شکل ۳). بخش قابل توجهی از کل گونه‌های شناسایی شده با بافت لومی ارتباط داشتند. با این حال برخی گونه‌های مهاجم همچون علف شور و خارشتر که سازگاری نسبتاً بالایی به شرایط سخت محیطی دارند در خاک‌های سیلتی فراوان تر بودند (شکل ۳).

انجام آنالیزهای چند متغیره منجر به درک الگوهایی در ترکیب جامعه گیاهی و چگونگی تأثیر عوامل محیطی بر این ترکیب شد. نتایج DCA در فضای دو محور اول رسته‌بندی سبب تفکیک شدن علف‌های هرز مزارع گندم گردید (شکل ۲). در حقیقت پاسخ متفاوت گونه‌ها به عوامل زراعی و خاکی حاضر در محیط رشد آنها سبب ظهور چنین الگویی شده است. اولین محور DCA ۲۴/۸ درصد تغییرات و محور دوم آن ۹/۹ درصد تغییرات را در داده‌های گونه توجیه کردند.

زمانی که تمام عوامل مورد بررسی در RDA وارد شدند محور اول و دوم به ترتیب ۳۰/۹ و ۷/۸ از مجموع تغییرات در داده‌های گونه و ۵۸/۷ و ۱۴/۴ درصد از تغییرات در رابطه محیط- گونه را تشریح نمودند (شکل ۳). انجام آزمون مونت کارلو بیانگر معنی داری محور اول (F=۱/۶۷، p-value=۰/۰۱۳) و کل مدل (P-value=۰/۰۰۱) بود. گونه‌هایی که بیشترین ارتباط را با محور اول نشان دادند در قالب دو گروه قرار گرفتند: گونه‌هایی شامل جاروعلفی بامی، چچم، یولاف (*Avena fatua* L.)، خارشتر (*Alhagi persarum* L.) که در سمت راست محور اول قرار دارند. گونه‌های واقع در سمت چپ محور که در برگرنده علف هفت بند، تاج خروس، سیزاب ایرانی (*Veronica persica* L.)، تاجریزی (*Solanum nigrum* L.) و سلمک می‌باشد. همبستگی عوامل محیطی با محورهای RDA در جدول (۳) نشان داده شده است. با تلفیق داده‌های این جدول و ارتباط گونه‌ها با محورهای رسته‌بندی RDA (شکل ۳) می‌توان چنین استنباط نمود که گونه‌های واقع در سمت چپ محور اول باید از گونه‌های حساس به علف‌کش توفوردی باشند. علف‌کش توفوردی از علف‌کش‌های اختصاصی مزارع گندم برای مقابله با پهن برگان علفی به شمار می‌رود.

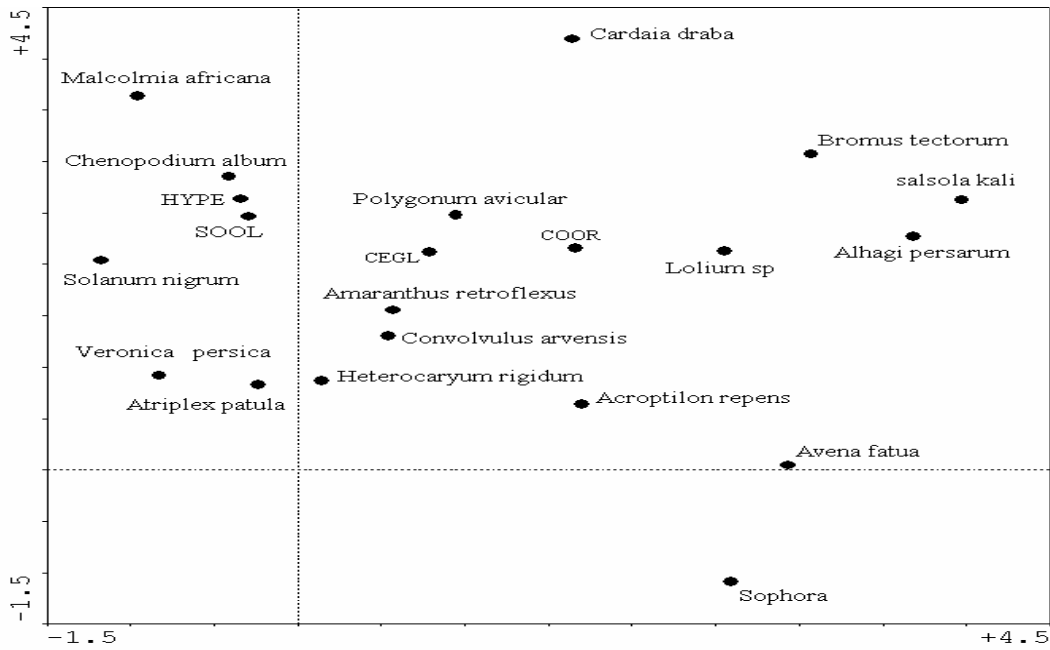


شکل ۱- رابطه مقدار نیتروژن مصرفی با غنای گونه ای (الف)، شاخص تنوع شانون (ب) و شاخص غالبیت سیمپسون (ج)

** : معنی دار در $P < 0.01$

Fig. 1- Relationship between applied nitrogen with Species richness (A), Shannon's diversity index (B) and Simpson's dominance index (C)

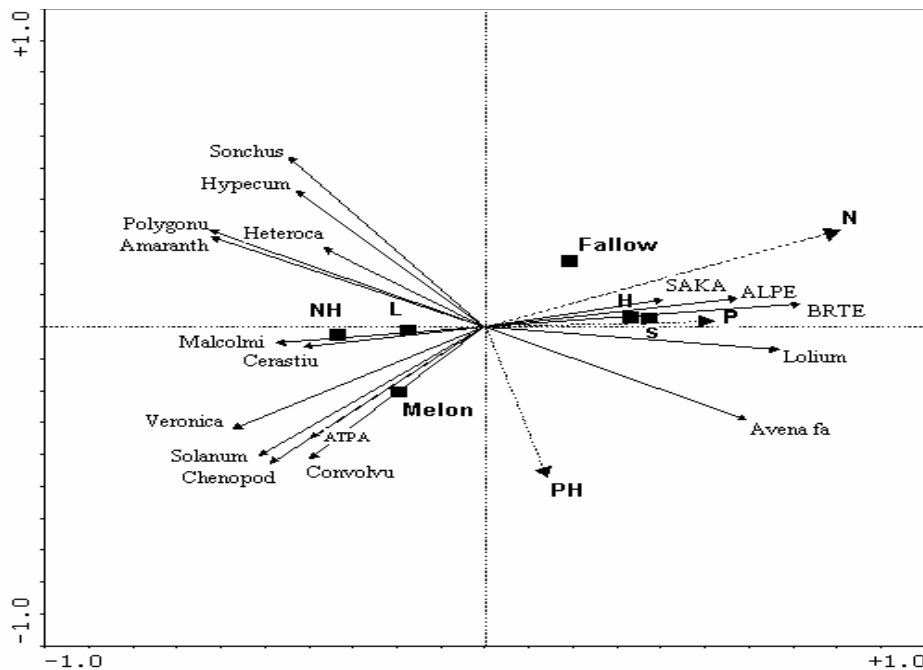
** : $P < 0.01$



شکل ۲- نمودار DCA علف‌های هرز ثبت شده در کل مزارع مورد مطالعه

اختصارات: COOR: *Consolida orientalis*, CEGL: *Cerastium glomeratum*, HYPE: *Hypecum pendulum*, SOOL: *Sonchus oleracea*

Fig. 2- DCA diagram of recorded weeds per total of study fields.



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی RDA.

عوامل محیطی با مقیاس نسبتی و اسمی به ترتیب با فلش‌های منقطع و مربع‌های توپر نشان داده شده‌اند. اختصارات: L: بافت لومی، S: بافت سیلتی، H: مصرف علف‌کش، NH: عدم مصرف علف‌کش؛ برای اسامی کامل گونه‌ها شکل (۲) را ملاحظه نمایید.

Fig. 3- RDA biplot. Nominal and ratio variables are represented by rectangles and arrows, respectively.

Abbreviations: L: loam texture, S: silt texture; H: application of herbicide, NH: non- application of herbicide; See Fig 2 for abbreviations of species.

با کمک روش تسهیم‌وارانس مشخص شد که عوامل مورد بررسی در مجموع ۵۲/۷ درصد (مجموع تمام محورهای کانونیک) از تغییرات جامعه علف‌هرز را توجیه کردند. سهم عوامل زراعی، خاکی و اثر مشترک آنها از مجموع این تغییرات به ترتیب ۴۴، ۲۶/۵ و ۲۹/۵ درصد بود. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول (۱)، عوامل خاکی در قیاس با عوامل زراعی از تغییرپذیری کمتری در بین ۱۶ مزرعه مورد مطالعه برخوردار بودند، بنابراین در تشریح تغییرات گونه‌ای به مراتب نقش کم‌رنگ‌تری نسبت به عوامل زراعی ایفا نمودند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر بر این نکته تأکید دارد که در کشت بوم‌های گندم با فشرده‌شدن مدیریت زراعی به ویژه مصرف علف‌کش‌های موثر بر گونه‌های پهن‌برگ، نه تنها از تنوع و غنای گونه‌ای علف‌های هرز کاسته می‌شود بلکه ترکیب جامعه گیاهی نیز دستخوش تغییر شده و به چیره شدن چند گونه غالب از کشیده برگ‌ها می‌انجامد. پیامد کاهش تنوع در این نوع نظام‌ها وابستگی بیشتر به نهاده‌های شیمیایی است که از تبعات آن آلودگی‌های زیست‌محیطی و تهدید پایداری کشاورزی خواهد بود.

همبستگی pH خاک و تا اندازه‌ای نوع محصول قبلی با محور دوم رسته‌بندی RDA بیش از سایر عوامل بود (جدول ۳). در بین گونه‌های حاضر در فضای رسته‌بندی نیز دو گونه پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و شیرتیغی (*Sonchus oleracea* L.) از حداکثر ارتباط با محور دوم برخوردار بودند (شکل ۳). پیچک علف‌هرزی است که برای رشد، خاک‌های قلیایی را بیش از سایر خاک‌ها ترجیح می‌دهد (Fried et al., 2008). بنابراین رابطه مثبت این گونه با افزایش pH خاک طبیعی به نظر می‌رسد. شیرتیغی به‌طور معمول در خاک‌هایی با pH تقریباً خنثی رویش دارد، بنابراین در توجیه ارتباط آن با محور دوم pH خاک نمی‌تواند نقش مهمی ایفا نماید و باید نوع محصول قبلی این ارتباط را سبب شده باشد. مشاهدات در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد در حالی که بعد از برداشت خربزه بقایای محصول تا زمان کشت گندم رها می‌شود، ولی در اراضی تحت آیش زمین به مدت بیش از یکسال تقریباً لخت و عاری از هر نوع پوششی است. عامل اصلی انتشار بذور شیر تیغی باد می‌باشد و بنابراین وجود کاه و کلش و بقایای محصول بر سطح خاک سبب به دام افتادن بذور و افزایش تراکم آن در محصول بعدی می‌شود (Murphy & Lemerle, 2006). مطالعات مختلف بر فراوانی بیشتر گیاهان باد-پراکنش در نظام‌های بدون شخم، که با حفظ بقایای محصول در سطح خاک همراه هستند، تأکید داشته‌اند (Derksen et al., 1993; Zanin et al., 1997).

جدول ۳- همبستگی عوامل محیطی با محورهای اول و دوم رسته بندی RDA

Table 3- Correlation of environmental variables with first and second axis of RDA ordination.

محور دوم (Second axis)	محور اول (First axis)	عامل محیطی (Environmental factor)
- 0.36	0.14	اسیدیته pH
0.01	0.5	فسفر (P)
± 0.03	± 0.73	بافت (Texture)
0.22	0.79	نیتروژن (N)
± 0.46	± 0.55	محصول قبلی (Preceding crop)
± 0.05	± 0.96	علفکش (Herbicide)

منابع

- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19–31.
- Booth, B.D., Murphy, S.D., and Swanton, C.J. 2004. Invasive ecology of weeds in agricultural systems. In: Inderjit (Ed.), *Weed Biology and Management*. Kluwer, Dordrecht, p. 29–45.
- Derksen, D.A., Thomas, A.G., Lafond, G.P., Loepky, H.A., and Swanton, C.J. 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. *Weed Research* 35: 311–320.
- Derksen, D.A., Lafond, G.P., Thomas, A.G., Loepky, H.A., and Swanton, C.J. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. *Weed Science* 41: 409–417.
- Fried, G., Norton, L.R., and Reboud, X. 2008. Environmental and management factors determining weed species

- composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 128(1-2): 68-76.
- 6- Grime, J.P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Wiley, Chichester. 222 pp.
- 7- Grime, J.P. 2001. *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. Wiley, Chichester. 456 pp.
- 8- Gyula, P., Robert, P., and Zoltan, B.D. 2008. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields. *Central European Journal of Biology* 5(2): 283-292.
- 9- Haas, H., and Streibig, J.C. 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In: H.M. LeBaron and J. Gressel (Eds.), *Herbicide Resistance in Plants*, Chapter 4, pp. 57-79. John Wiley & Sons, New York.
- 10- Hume, L. 1987. Long-term effects of 2, 4-D application on weed community in wheat crop. *Canadian journal of Botany* 65: 2530- 2536.
- 11- Hyvönen, T., and Salonen, J. 2002. Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – a six-year experiment. *Plant Ecology* 154: 73-8.
- 12- Hyvönen, T., and Huusela-Veistola, E. 2008. Arable weeds as indicators of agricultural intensity – A case study from Finland. *Biological Conservation* 141: 2857-2864.
- 13- Kudsk, P., and Streibig, J.C. 2003. Herbicides: a two-edged sword. *Weed Research* 43: 90-102.
- 14- Legere, A., Stevenson, F C., and Benoit, D L. 2005. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. *Weed Research* 45: 303-315.
- 15- Liebman, M., and Davis, A.S. 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research* 40: 27-47.
- 16- Lososova, Z., Chytry, M., Cimalova, S., Kropac, Z., Otypkova, Z., Pysek, P., and Tichy, L. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Europe: gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science* 15: 415-422.
- 17- Lososova, Z., Chytry, M., Kuhn, I., Hajek, O., Horakova, V., Pysek, P., and Tichy, L. 2006. Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in central Europe. *Perspective Plant Ecology Evolution System* 8: 69-81.
- 18- Lososova, Z., Chytry, M., and Kuhn, I. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. *Journal of Biogeography* 35: 177-187.
- 19- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA. 179 pp.
- 20- Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R., and Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43: 77-89.
- 21- Miyazawa, K., Tsuji, H., Yamagata, M., Nakano, H., and Nakamoto, T. 2004. Response of weed flora to combinations of reduced tillage, biocide application and fertilization practices in a 3-year crop rotation. *Weed Biology and Management* 4: 24-34.
- 22- Mohler, C.L., and Liebman M. 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. *Journal of Applied Ecology* 24: 685-699.
- 23- Murphy, C.E., and Lemerle, D. 2006. Continuous cropping systems and weed selection *Euphytica* 148: 61-73.
- 24- Nordmeyer, H., and Dunker, M. 1999. Variable weed densities and soil properties in a weed mapping concept for patchy weed control. In: *Proceedings Second European Conference on Precision Agriculture*, Odense Congress Centre, Denmark, 11-15 July 2007, p. 453-462.
- 25- Norris, R.F. 1999. Ecological implications of using thresholds for weed management. *Journal of Crop Production* 2: 31-58.
- 26- Pawar, L.D., and Yaduraju, N.T. 1998. Population dynamics of weeds and their growth in tall and dwarf wheat as influenced by sub- optimal levels of irrigation and nitrogen. *Indian Journal of Ecology* 25: 146-154.
- 27- Pysek, P., and Leps, J. 1991. Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science* 2: 237-244.
- 28- Pysek, P., Jarosk, V., Kropac, Z., Chytry, M., Wild, J., and Tichy, L. 2005. Effect of abiotic factors on species richness and cover in Central European weed communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109:1-8.
- 29- Radosevich, S., Holt, J., and Ghera, C. 1997. *Weed Ecology: Implications for Management*. 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc, NewYork. 589 pp.
- 30- SAS Institute Inc. 2003. *SAS/STAT Release 9.1*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 31- Soltani, A. 2006. Re-consideration of Application of Statistical Methods in Agricultural Researches. Jihad Press, Mashhad. (In Persian).
- 32- Ter Braak, C.J.F., and Smilauer, P. 1998. *CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca.
- 33- Thomas, A. G. 1985. Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops. *Weed Science* 33:34-43.
- 34- Tilman, D. 1988. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton University Press, Princeton. 360 pp.

- 35- Walter, A.M., Christensen, S., and Simmelsgaard, S.E. 2002. Spatial correlation between species densities and soil properties. *Weed Research* 42: 26–38.
- 36- Wilson, S.D., and Tilman, D. 1993. Plant competition and resource availability in response to disturbance and fertilization. *Ecology* 74: 599–611.
- 37- Zanin, G., Otto, S., Riello, L., and Borin, M. 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 66: 177–188.