نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۵۱-۶۳۸

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 638-651

اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز در مزرعه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.)

سرور خرم دل[1*]، رضا قربانی[2]، قربانعلی اسدی[1] و روح اله آفریکان[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰

خرم دل، س.، قربانی، ر.، اسدی، ق. ع.، و آفریکان، ر. ۱۳۹۶. اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز در مزرعه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۶۳۸-۶۵۱.

چکیده

به منظور ارزیابی اثر روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز بر جمعیت، تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مزرعه اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل آفتاب‌دهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شفاف، بقایای سه گونه گیاهی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و سیر (*Allium sativum* L.)، وجین دستی و شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) بودند. صفحات پلی‌اتیلن دو ماه قبل از کاشت اسفناج پس از آبیاری زمین در حد ظرفیت زراعی روی سطح خاک کشیده شدند. بعد از آماده‌سازی زمین، ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای هر گونه گیاهی به خاک اضافه شد. وجین دستی علف‌های هرز طی دو نوبت در اواخر پاییز و اواخر زمستان قبل از بسته شدن کانوپی اسفناج انجام شد. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های هرز طی سه مرحله زمان کاشت، اول اسفند ماه و قبل از برداشت اسفناج انجام گردید. صفات مورد مطالعه شامل تراکم نسبی، تراکم و وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز بودند. نتایج نشان داد که طی سه نوبت نمونه-برداری ۲۳ گونه علف هرز در مزرعه اسفناج مشاهده شد که شب‌بوئیان غالب‌ترین تیره بودند. در مرحله اول، دوم و سوم کمترین تعداد گونه علف‌هرز در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره با دو گونه به‌دست آمد. اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود. در مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌برداری کمترین تراکم علف‌های هرز در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره (به‌ترتیب با ۸/۳، ۵/۶ و ۱۶/۷ گونه بر مترمربع) و بیشترین تراکم برای شاهد (به‌ترتیب با ۹۴/۴، ۶۳/۹ و ۱۱۶/۷ گونه بر مترمربع) مشاهده شد. همچنین اگرچه مصرف بقایای گیاهی تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را نسبت به شاهد کاهش داد، ولی این کاهش برای بقایای جو بیش از سایر بقایای گیاهی بود. بالاترین شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مرحله اول، دوم و سوم برای شاهد به‌ترتیب با ۰/۸۱، ۰/۷۶ و ۰/۷ و کمترین میزان در تیمار صفحات پلی اتیلن تیره به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آفتابدهی، بقایای گیاهی، شاخص تنوع شانون- وینر، وجین دستی

مقدمه

توسعه بوم‌نظام‌های زراعی فشرده همراه با افزایش مصرف انرژی برای کنترل علف‌های هرز، عمدتاً بر مصرف علف‌کش‌های شیمیایی تأکید دارند. مصرف بی‌رویه این سموم علاوه بر ایجاد مشکلاتی در زمینه مدیریت علف‌های هرز، برای سلامت انسان و محیط زیست نیز مشکل‌آفرین شده است. علاوه بر این، افزایش هزینه‌ها، کاهش دسترسی به علف‌کش‌های جدید و مقاومت علف‌های هرز نسبت به علف‌کش‌های شیمیایی، کاهش پایداری بوم‌نظام‌های رایج را به دنبال داشته است (Conley et al., 2001). بدین ترتیب، اگرچه علف‌های هرز به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر بوم‌نظام‌های زراعی مطرح می‌باشند، ولی این گونه‌های ناخواسته از جمله مهمترین عوامل کاهش‌دهنده محصولات کشاورزی نیز محسوب می‌شوند. به همین دلیل، امروزه

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشیار، استاد و کارشناس ارشد علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: khorramdel@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.29239

توسعه استفاده از روش‌های غیرشیمیایی و سازگار با محیط زیست برای کنترل علف‌های هرز رو به گسترش است. از جمله این روش-های اکولوژیک می‌توان به آفتابدهی و مالچ بقایای گیاهی اشاره نمود.

آفتابدهی روشی پیش کاشت، غیرشیمیایی و سازگار با محیط زیست است که برای کنترل عوامل بیماری‌زای خاکزی و علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد (Johnson et al., 2007). متداول-ترین ماده مورد استفاده برای آفتابدهی، صفحات پلی‌اتیلن شفاف و تیره است. اثر اصلی صفحات پلی‌اتیلن تیره که اغلب به عنوان مالچ استفاده می‌شوند، کاهش رشد آفات و علف‌های هرز ذکر شده است (Johnson et al., 2007; Marenco & Lustosa, 2000). به-کارگیری این روش، در نظام‌های کشاورزی ارگانیک برای کنترل آفات و علف‌های هرز به میزان زیادی مورد توجه می‌باشد (Johnson et al., 2007). نتایج بررسی‌های آربوپلیا (Arbopleya, 2009) نشان داد که استفاده از خاکورزی موجب کنترل آفات، بیماری‌های گیاهی و نماتدهای بیماری‌زا گردید. جانسون و همکاران (Johnson et al., 2007) نیز اظهار داشتند که با استفاده از این راهکار، علف‌های هرز یک‌ساله به‌طور مؤثری کنترل می‌شوند، درحالی‌که کنترل علف‌های هرز چندساله بسته به نوع گونه متفاوت می‌باشد. مورنکو و لیوستوسا (Marenco & Lustosa, 2000) مشاهده کردند که وزن خشک علف‌های هرز از ۱۱/۹ گرم بر مترمربع در شاهد به ۰/۸۹ گرم در متر-مربع در کرت‌های با نه هفته آفتابدهی کاهش یافت. کاندیدو و همکاران (Candido et al., 2006) بر این عقیده‌اند که شرایط محیطی ایجاد شده در زیر صفحات پلی‌اتیلن از جمله درجه حرارت و رطوبت، مانع جوانه‌زنی بذر گونه‌های هرز می‌گردد. لذا این محققین این روش را به عنوان راهکاری پایدار در زمینه مدیریت علف‌های هرز به ویژه گونه‌هایی که با روش جنسی تکثیر می‌یابند، معرفی نمودند. بدین ترتیب، می‌توان این روش را در راستای کاهش مصرف سموم شیمیایی به عنوان راهکاری اکولوژیک سازگار با محیط زیست برای کنترل علف‌های هرز مدنظر قرار داد.

امروزه کاربرد بقایای گیاهی (مالچ[1]) اهمیت زیادی در توسعه نظام‌های کشاورزی پایدار دارد. بقایای گیاهی علاوه بر تأثیری که روی بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند، می‌توانند بر جوانه‌زنی، استقرار و رشد علف‌های مؤثر بوده و در نتیجه توانایی رقابتی آن‌ها را در مقابل گیاهان زراعی تحت تأثیر قرار دهند (Duppong et al., 2004). نتایج مطالعه فریرا و رینهارد (Ferreira & Reinhard, 2010) مؤید این مطلب است که پخش کردن بقایای گیاهی بر سطح خاک با کاهش نوسانات درجه حرارت و جلوگیری از نفوذ نور، موجب جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز گردید. نتایج برخی بررسی‌ها نیز نشان داده است که کاربرد این مواد از طریق خاصیت دگرآسیبی نیز می‌تواند کاهش علف‌های هرز را موجب گردد (Machado, 2007; Dhima et al., 2005). وجود مالچ بر سطح خاک می‌تواند با ایجاد لایه خفه‌کننده و در نتیجه کاهش میزان نور رسیده به سطح زمین، رشد علف‌های هرز را کاهش دهد (Ataure Rahman et al., 2005). همچنین، وجود بقایای گیاهی می‌تواند از طریق تولید ترکیبات آللوپاتیک و برخی مواد سمی توسط میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده و تغییر اسیدیته خاک، علف‌های هرز را کنترل کند (Kember, 1973; Elliot et al., 1978). اشرفی و همکاران (Ashrafi et al., 2009) اظهار نمودند که بقایای جو (*Hordeum vulgare* L.) بر سطح خاک به دلیل دارا بودن مواد شیمیایی قابل حل مانع جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز گردد. گیبسون و همکاران (Gibson et al., 1990) و ماسیاس و ریدج (Macias & Ridge, 1999) گزارش نمودند که بقایای گیاهی ارقام مختلف جو حاوی چندین نوع فنول و ترپن است که موجب ممانعت از رشد علف-های هرز شد. البته نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که مخلوط کردن بقایای گیاهی با خاک اثر بیشتری بر کاهش خصوصیات جوانه-زنی و رشد علف‌های هرز یک‌ساله در مقایسه با گونه‌های هرز چندساله دارد (Blackshaw et al., 2001). نوع بقایای گیاهی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز نیز تأثیر می‌گذارد. پیوتنام و دیفرانک (Putnam & Defrank, 1983) بیان داشتند تراکم و وزن خشک گونه‌های هرز در شرایط کاربرد بقایای سورگوم (*Sorghum bicolor* L.)، جو، یولاف (*Avena sativa* L.)، گندم (*Triticum aestivum* L.) و چاودار (*Secale cereale* L.) کاهش یافت و بیشترین میزان کاهش برای جو مشاهده شد. بدین ترتیب، مشخص است که کاربرد بقایای گیاهی نیز می‌تواند به عنوان دیگر راهکاری پایدار در مدیریت علف‌های هرز مدنظر قرار گیرد.

اسفناج (*Spinacia oleraceae* L.) سبزی برگی یک‌ساله از تیره چغندریان[2] است که غنی از ویتامین‌های مختلف شامل A، B_1، B_2 و C و عناصر معدنی مختلفی از جمله آهن، کلسیم و منیزیم می‌باشد

1- Mulch

2- Chenopodiaceae

(Ramachandran et al., 2005). جوانمردی (Javanmardi, 2010) اظهار داشت اگرچه این گیاه دارای کانوپی گسترده بر سطح زمین است که این امر می‌تواند منجر به بهبود قدرت رقابت آن در مقابله با علف‌های هرز گردد، ولی از آنجا که رشد اولیه آن نسبتاً کند است؛ لذا کنترل علف‌های هرز از جمله محدودیت‌های اساسی تولید پایدار آن محسوب می‌گردد. بدین ترتیب، از آن‌جا که رشد اولیه اسفناج نسبتاً کند بوده و این امر فرصت حضور علف‌های هرز را افزایش می‌دهد که در نتیجه کاهش رشد و عملکرد آن‌ها را به‌دنبال دارد و همچنین با توجه به تأثیر منفی علف‌کش‌های شیمیایی بر کیفیت این سبزی ارزشمند برگی، ارزیابی تأثیر روش‌های مختلف مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز در این گیاه ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز بر خصوصیات فلور و جمعیت علف‌های هرز در مزرعه اسفناج در شرایط آب و هوایی مشهد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر جمعیت، تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شفاف، بقایای سه گونه گیاهی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و سیر (*Allium sativum* L.)، وجین دستی و شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) بودند. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Results of soil physical and chemical

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی (٪) Organic carbon (%)	میزان (میلی‌گرم در کیلوگرم) Content ($mg.kg^{-1}$)			میزان (درصد) Content (%)			بافت Texture
			نیتروژن کل Total nitrogen	فسفر قابل دسترس Available P	پتاسیم قابل دسترس Available K	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	
1.83	7.32	0.23	532	3.65	314.57	27	25	49	سیلتی-لوم Silty-loam

به منظور اعمال تیمارهای آفتابدهی، در نیمه دوم شهریورماه پس از انجام عملیات آماده‌سازی بستر کاشت، زمین در حد ظرفیت زراعی آبیاری و سپس صفحات پلی‌اتیلن روی سطح خاک کشیده شدند. در این زمان همچنین، در تیمارهای بقایای گیاهی ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار از بقایای هر نوع گیاه به زمین اضافه و با لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد. به منظور یکسان بودن تیمارها، در این زمان کلیه کرت‌ها به طور همزمان و یکسان آبیاری شدند. صفحات پلی‌اتیلن در نیمه دوم آبان ماه جمع‌آوری و عملیات کاشت دستی اسفناج روی چهار ردیف به فاصله ۰/۵ متر و به طول ۲/۵ متر انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر ۱۴ روز یک‌بار در طول فصل رشد انجام شد. عملیات وجین دستی طی دو نوبت در اواخر پاییز و اواخر زمستان قبل از بسته شدن کانوپی انجام شد.

به منظور ارزیابی ترکیب و تراکم گونه‌های مختلف علف هرز، نمونه‌برداری در سه مرحله همزمان با کاشت اسفناج، اول اسفند ماه (همزمان با مرحله بسته شدن کانوپی گیاهی) و قبل از برداشت (۲۲ فروردین ماه) با استفاده از کوادرات‌هایی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی (سه نمونه در هر کرت) انجام شد. سپس علف‌های هرز به تفکیک گونه شناسایی و شمارش و به منظور تعیین وزن خشک پس از قرار گرفتن در آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد توزین شدند.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C تجزیه و تحلیل

شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)[1] در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها نرم‌افزار Excel رسم شدند.

قابل ذکر است که نتایج مربوط به تأثیر تیمارهای مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز بر بانک بذر علف‌های هرز و خصوصیات رشد و عملکرد اسفناج در مقاله جداگانه‌ای ارائه شده است (Ghorbani et al., 2013).

نتایج و بحث

طی سه نوبت نمونه‌برداری ۲۴ گونه علف هرز در مزرعه اسفناج مشاهده شد که شامل تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاج‌خروس خوابیده (*A. blitoides* S.Wats.)، تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، خاکشیر ایرانی (*Sisymbrium sophia* L.)، خردل آبی (*Sinapis arvensis* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، دانارک (*Euclidium syriacum* L.)، زبان در قفا (*Delphinium consolida* Freyn.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، شاهتره (*Fumaria officinalis* L.)، قدومه (*Alyssum homalocarpum* Fisch. & Mey.)، کیسه‌کشیش (*Capsella bursa-pastoris* L.)، گندمک (*Stellaria media* L.) و هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.) جزو علف‌های هرز یکساله دولپه، ازمک (*Cardaria draba* L.)، پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.)، تلخه (*Acroptilon repens* L.)، کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L.)، شیرتیغی (*Sonchus arvensis* L.) و گل گندم (*Centaurea cyanus* L.) جزو علف‌های هرز چندساله دولپه، دم‌روباهی زرد (*Setaria glauca* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و علف خرچنگ (*Digitaria sanguinalis* L.) جزو علف‌های هرز یکساله تک‌لپه و اویار سلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) جزو علف‌های هرز چندساله تک‌لپه بودند (جدول ۲).

همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود این علف‌های هرز از ۱۱ خانوده آلاله[2]، پیچکیان[3]، تاج‌خروس[4]، چغندریان[5]، خرفه[6]، شاهتره-ئیان[7]، شب‌بوئیان[8]، کاسنی[9]، گندمیان[10]، میخک[11] و هفت‌بند[12] بودند که در این میان، تیره شب‌بوئیان با شش گونه غالب‌ترین تیره علف-های هرز بودند. در مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌برداری، تلخه، پیچک صحرایی و تاج‌خروس ایستاده با دامنه تراکم نسبی به‌ترتیب با ۶۶/۶۷-۱۱/۱۱، ۵۷/۱۴-۷/۱۴ و ۶۶/۶۷-۱۹/۰۵ درصد بیشترین تراکم نسبی را در بین گونه‌های مختلف علف هرز مشاهده شده به خود اختصاص دادند. کمترین دامنه تراکم نسبی در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۳۷/۵۰-۳/۳۳ و ۴/۳۵-۰ درصد مربوط به شیرتیغی و گندمک بود. در مرحله سوم نمونه‌برداری نیز کمترین دامنه تراکم نسبی برای پیچک صحرایی و دم روباهی با ۲/۳۸-۰ درصد اختصاص داشت (جدول ۲).

کمترین تعداد گونه علف هرز در مرحله اول و سوم نمونه‌برداری در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره با دو گونه به‌دست آمد. در مرحله دوم نیز کمترین تعداد گونه علف هرز مشاهده شده به تیمارهای آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شفاف با دو گونه علف هرز اختصاص داشت. از طرف دیگر، بیشترین تعداد گونه علف هرز به‌ترتیب با ۷، ۹ و ۱۴ گونه در شاهد مشاهده شد. میزان این کاهش برای بقایای سیر به‌ترتیب با ۳۶، ۲۵ و ۲۴ درصد در مقایسه با شاهد بود. میزان کاهش تعداد گونه علف‌هرز در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و روشن و وجین دستی در مقایسه با شاهد در مرحله اول نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۷۹، ۶۴ و ۷ درصد، در مرحله دوم به-ترتیب با ۸۳، ۷۵ و ۶۷ درصد و در مرحله سوم به‌ترتیب با ۸۲، ۷۱ و ۷۱ درصد بود. تیمار بقایای جو تعداد گونه علف‌هرز را ۵۰، ۵۹ و ۵۳ درصد نسبت به شاهد به‌ترتیب در مرحله‌های اول، دوم و سوم نمونه-برداری کاهش داد. مصرف بقایای آفتابگردان موجب کاهش به‌ترتیب با ۴۳، ۴۲ و ۳۵ درصدی تعداد گونه علف‌هرز در مقایسه با شاهد برای مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری شد. همچنین، در بین مراحل نمونه‌برداری بیشترین تعداد علف هرز با ۱۵ گونه در مرحله سوم نمونه‌برداری مشاهده شد (جدول ۳).

1- Least Significant Difference
2- Ranunculaceae
3- Convolvulaceae
4- Amaranthaceae
5- Chenopodiaceae
6- Portulacaceae
7- Fumariaceae
8- Brassicaceae
9- Asteraceae
10- Poaceae
11- Caryophyllaceae
12- Polygonaceae

جدول ۲- اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر تراکم نسبی گونه‌های علف هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری در مزرعه اسفناج

Table 2- The effect of non-chemical weed management on weed relative frequency at three sampling dates in spinach field

مرحله نمونه‌برداری Sampling stage	نام گونه Species name	تیره Family	سیکل رویشی Life cycle تیمار Treatment	بقایای جو Barley residues	بقایای آفتابگردان Sunflower residues	بقایای سیر Garlic residues	پلی‌اتیلن تیره Dark sheet	پلی‌اتیلن شفاف Transparent sheet	وجین دستی Hand weeding	شاهد Control
اول First	ازمک Hoary cress	Brassicaceae	PB*	33.33	12.50	22.22	33.33	25.00	20.00	17.65
	تلخه Russian knapweed	Asteraceae	PB	16.67	25.00	11.11	66.67	25.00	16.67	20.59
	کنگر صحرایی Canada thistle	Asteraceae	PB	16.67	5.25	16.67	-	-	16.67	11.76
	خاکشیر ایرانی Flixweed	Brassicaceae	AB	-	-	22.22	-	-	23.33	17.65
	زبان در قفا Delphinium	Ranunculaceae	AB	-	6.25	-	-	-	-	8.82
	شیرتیغی Field milk-thistle	Asteraceae	PB	25.00	37.50	11.11	-	-	3.33	5.88
	گل گندم Corn flower	Asteraceae	PB	8.33	1250	16.67	-	50.00	20.00	17.65
دوم Second	پیچک صحرایی Field bindweed	Convolvulaceae	PB	11.11	7.14	-	50.00	40.00	57.14	8.70
	خاکشیر ایرانی Flixweed	Brassicaceae	AB	-	14.29	6.25	-	-	-	21.74
	خردل آبی Charlock	Brassicaceae	AB	44.44	21.43	18.75	-	-	-	21.74
	سوروف Barnyard grass	Poaceae	AG	-	28.75	31.25	-	60.00	28.57	13.04
	شاهتره Fumitory	Fumariaceae	AB	-	-	12.50	-	-	-	8.70
	قدومه Alyssum	Brassicaceae	AB	-	-	-	-	-	-	8.70
	کیسه کشیش Shepherd's-purse	Brassicaceae	AB	22.22	21.43	25.00	50.00	-	14.29	4.35
	گندمک Common chickweed	Caryophyllaceae	AB	-	-	-	-	-	-	4.35
سوم Third	هفت بند Common knotgrass	Polygonaceae	AB	22.22	7.14	6.25	-	-	-	8.70
	اویار سلام ارغوانی Nut grass	Poaceae	PG	21.43	9.00	3.85	-	-	-	4.76
	پیچک صحرایی Field bindweed	Convolvulaceae	PB	-	-	-	-	-	-	2.38
	تاج خروس ریشه قرمز Common amarant	Amaranthaceae	AB	21.43	36.36	23.08	66.67	50.00	50.00	19.05
	تاج خروس خوابیده Prostrate amaranth	Amaranthaceae	AB	-	9.09	19.23	33.33	25.00	20.00	14.29
	تاجریزی سیاه Black nightshade	Solanaceae	AB	14.29	4.55	7.69	-	25.00	-	2.38
	خردل آبی Charlock	Brassicaceae	AB	-	-	-	-	-	-	2.38
	داتارک Syrian mustard	Brassicaceae	AB	-	-	-	-	-	-	9.52
	دم روباهی Blackgrass	Poaceae	AG	21.43	9.09	3.85	-	-	10.00	4.76
	سلمه‌تره Common lambsquarters	Chenopodiaceae	AB	-	-	-	-	-	-	2.38
	سوروف Barnyard grass	Poaceae	AG	21.43	18.18	11.54	-	-	20.00	9.52
	خرفه Common purslane	Portulacaceae	AB	-	-	15.38	-	-	-	9.52
	علف خرچنگ Abyssinian finger grass	Poaceae	AG	-	13.64	15.38	-	-	-	-
	قدومه Alyssum	Brassicaceae	AB	-	-	-	-	-	-	4.76
	کیسه کشیش Shepherd's-purse	Brassicaceae	AB	-	-	-	-	-	-	4.76
	هفت بند Common knotgrass	Polygonaceae	AB	-	-	-	-	-	-	11.90

* AB: یک‌ساله دولپه، PB: چندساله دولپه، AG: یک‌ساله باریک برگ و PG: چندساله باریک برگ.

* AB: annual broad leaves, PB: perennial broad leaves, AG: annual grasses and PG: perennial grasses.

به‌نظر می‌رسد که شرایط محیطی ایجاد شده در زیر صفحات پلی‌اتیلن شفاف و تیره تحت تأثیر آفتابدهی به میزان زیادی بر خصوصیات مختلف خاک به‌ویژه درجه حرارت و محتوی رطوبتی مؤثر بوده که این امر از طریق کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز، کاهش تراکم نسبی آن‌ها را موجب شده است (Candido et al., 2006)، البته میزان این تأثیر برای آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره به مراتب بالاتر از صفحات شفاف بود. گیول و همکاران (Gul et al., 2013) نیز با بررسی اثرات آفتابدهی بر کنترل علف‌های هرز، تأثیر صفحات پلی‌اتیلن تیره را به مراتب بالاتر از صفحات شفاف گزارش نمودند. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که در تیمارهای آفتابدهی جمعیت علف‌های هرز تیره گرامینه به مراتب بالاتر از جمعیت علف‌های هرز گونه‌های دولپه بود؛ به‌طوری‌که آفتابدهی موجب کنترل مؤثر گونه‌های هرز دولپه مانند شاهتره، ترشک، کنگر صحرایی و... در مقایسه با گونه‌های تک‌لپه نظیر اویار سلام ارغوانی شد. آن‌ها دلیل این امر را به استراتژی تکثیر گونه‌های تک‌لپه با استفاده از روش رویشی در مقایسه با گونه‌های دولپه که به شیوه جنسی انجام می‌گردد، نسبت دادند. همچنین با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که استفاده از بقایای گیاهی با کاهش میزان تشعشع رسیده به سطح خاک باعث ممانعت از جوانه‌زنی علف‌های هرز و به دنبال آن کاهش تراکم نسبی گونه‌های هرز شده است (Teasdale et al., 1991)؛ البته میزان این کاهش برای گونه‌های دولپه به مراتب بالاتر از گونه‌های تک‌لپه بود. دلیل این امر احتمالاً مربوط به تفاوت استراتژی تکثیر این گونه‌ها می‌باشد؛ به‌طوری‌که با توجه به تأکید بیشتر گونه‌های هرز دولپه بر تکثیر جنسی در مقایسه با گونه‌های تک‌لپه که عمدتاً با روش غیرجنسی (Gul et al., 2013) انجام می‌شود، احتمال می‌رود که بقایای گیاهی با جلوگیری از رسیدن نور باعث کاهش تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز شده که این امر در نهایت، کاهش تراکم گونه‌های هرز دولپه را در مقایسه با گونه‌های تک‌لپه به دنبال داشته است. همچنین از آن‌جا که وجین دستی، روشی غیرانتخابی برای کنترل علف‌های هرز اعم از یک‌ساله، چندساله، دولپه و تک‌لپه محسوب می‌شود (Fogelberg & Gustavsson, 1999)، لذا به‌کارگیری این روش به طور مؤثری کنترل علف‌های هرز را موجب گردید.

اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر تراکم علف‌های هرز در هر سه‌مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۳). به‌طوری‌که در مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌برداری کمترین تراکم علف‌های هرز در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره (به‌ترتیب با ۸/۳، ۵/۶ و ۱۶/۷ گونه بر مترمربع) و بیشترین تراکم در شاهد (به‌ترتیب با ۹۴/۴، ۶۳/۹ و ۱۱۶/۷ گونه بر مترمربع) مشاهده شد. میزان کاهش تراکم علف‌های هرز تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن شفاف در مقایسه با شاهد در هر سه مرحله نمونه‌برداری بیش از ۱۰۰ درصد بود اگرچه مصرف بقایای جو، آفتابگردان و سیر تراکم علف‌های هرز را در مقایسه با شاهد در مرحله اول (به‌ترتیب با ۱۸۳، ۵۳ و ۷۹ با درصد)، دوم (به‌ترتیب با ۱۵۶، ۶۴ و ۴۴ درصد) و سوم (به‌ترتیب با ۲۰۰، ۹۱ و ۶۲ درصد) کاهش داد، ولی میزان این کاهش برای بقایای جو بیش از سایر بقایای گیاهی بود (شکل ۱). میزان کاهش تراکم علف‌های هرز در تیمار وجین دستی در مرحله اول تنها ۱۳ درصد و در مرحله دوم و سوم بیش از ۱۰۰ درصد بود که دلیل این تفاوت وابسته به زمان اجرای این عملیات مدیریتی می‌باشد.

وزن خشک علف‌های هرز به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی قرار گرفت ($p\leq ۰/۰۱$) (جدول ۳). کمترین وزن خشک علف‌های هرز در مرحله اول، دوم و سوم نمونه‌برداری در تیمار آفتابدهی با پلی‌اتیلن تیره (به‌ترتیب با ۳/۴، ۳/۶ و ۱۰/۵ گرم بر مترمربع) و بیشترین میزان برای شاهد (به‌ترتیب با ۴۱/۱، ۶۵/۹ و ۹۷/۹ گرم بر مترمربع) حاصل شد. به‌کارگیری صفحات پلی‌اتیلن شفاف برای آفتابدهی، موجب کاهش بیش از ۱۰۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز در هر سه نوبت نمونه‌برداری در مقایسه با شاهد گردید. اگرچه کاربرد بقایای سیر، آفتابگردان و جو وزن خشک علف‌های هرز را در مقایسه با شاهد در مرحله اول (به‌ترتیب با ۵۰، ۶۳ و ۱۶۳ درصد)، دوم (به‌ترتیب با ۸۹، ۱۶۹ و ۲۶۰ درصد) و سوم نمونه‌برداری (به‌ترتیب با ۶۹، ۱۱۸ و ۳۳۵ درصد) کاهش داد، ولی میزان این کاهش برای بقایای جو به مراتب بالاتر از سایر بقایای گیاهی مورد استفاده بود. اعمال وجین دستی کاهش ۱۳ درصدی وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با شاهد در مرحله اول نمونه‌برداری را به دنبال داشت؛ در حالی‌که میزان این کاهش برای مرحله‌های دوم و سوم بیش از ۱۰۰ درصد بود (شکل ۲).

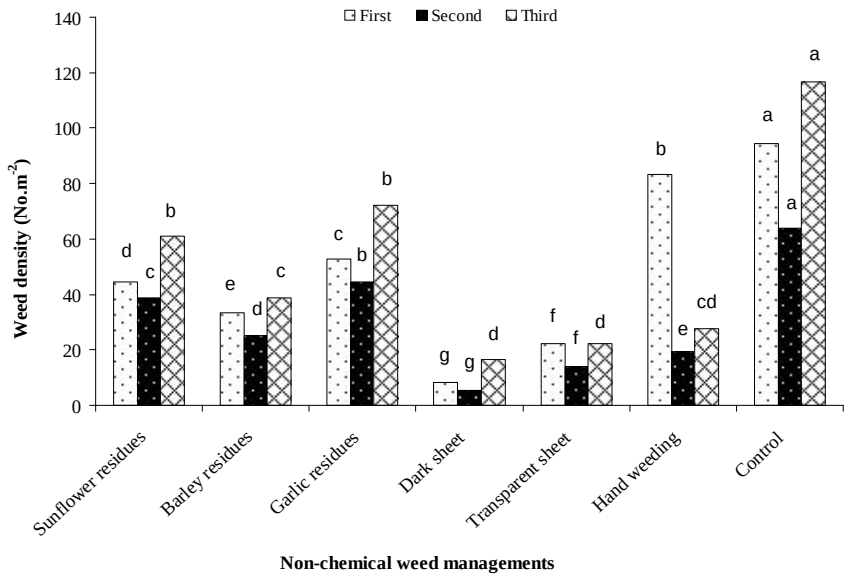
جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر خصوصیات رشدی و شاخص شانون- وینر علف‌های هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری در مزرعه اسفناج

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of non-chemical weed managements on growth criteria and Shannon-Weiner index for weeds at three sampling stages in spinach field

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول First stage			مرحله دوم Second stage			مرحله سوم Third stage		
		تراکم Density	وزن خشک Dry weight	شاخص شانون- وینر Shannon-Weiner index	تراکم Density	وزن خشک Dry weight	شاخص شانون- وینر Shannon-Weiner index	تراکم Density	وزن خشک Dry weight	شاخص شانون- وینر Shannon-Weiner index
تکرار Replication	2	38.675	2.829	0.00001	17.665	4.872	0.00001	4.408	26.365	0.00001
تیمار Treatment	6	2946.376**	530.432**	0.22**	1214.462**	13266.075**	0.19**	3778.653**	28.625**	0.15**
خطا Error	12	16.531	11.255	0.0001	7.346	6.086	0.0001	45.554	18.188	0.0001
کل Total	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (٪) C.V (%)		8.40	14.45	3.65	8.99	10.16	3.51	13.29	10.97	5.19

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**: is significantly at 1% probability level.

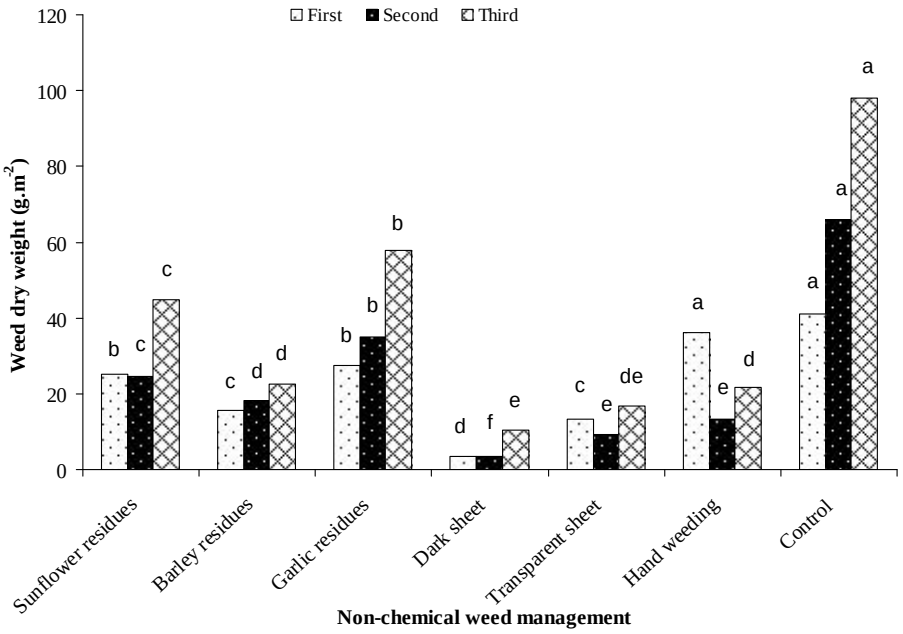


شکل ۱- اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر تراکم علف‌های هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری در مزرعه اسفناج

Fig. 1- Effect of non-chemical managements on weed density at three sampling stages in spinach field

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر مرحله نمونه‌برداری، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the same letters haven't significant difference according to LSD (p≤0.05).



شکل ۲- اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر وزن خشک علف‌های هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری در مزرعه اسفناج

Fig. 2- Effect of non-chemical managements on weed dry weight at three sampling stages in spinach field

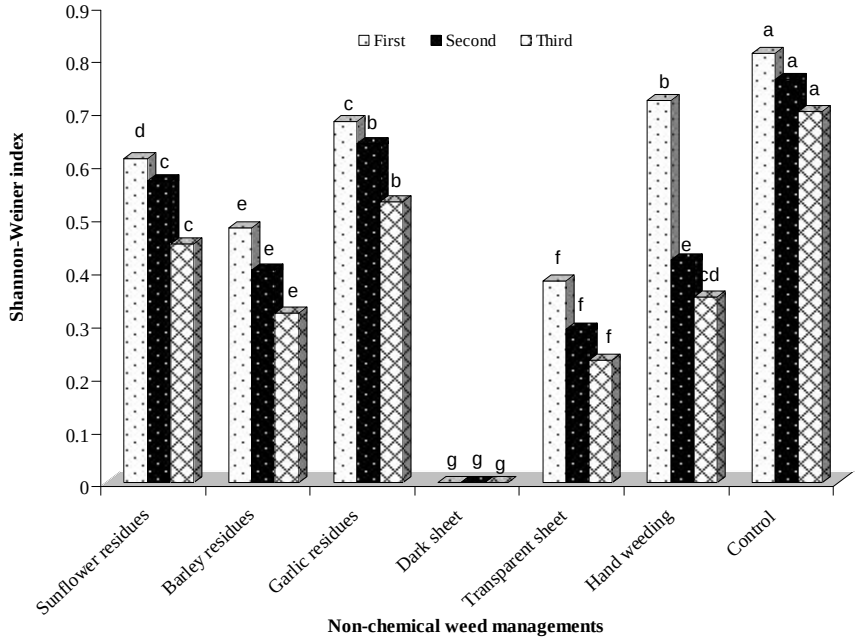
میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر مرحله نمونه‌برداری، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند (p≤۰/۰۵).

Means with the same letters haven't significant difference according to LSD (p≤0.05).

اعمال آفتابدهی با استفاده از صفحات پلی‌اتیلن شفاف و تیره با کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز، کاهش تراکم و به‌تبع آن کاهش وزن خشک گونه‌های هرز را به‌دنبال داشته است. در همین راستا، هاسینگ و همکاران (Hassing et al., 2004) اظهار داشتند که آفتابدهی با ممانعت از رسیدن نور به سطح خاک، موجب کاهش جوانه‌زنی گونه‌های هرز تک‌لپه و دولپه شده که این امر کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را موجب گردید. نتایج مطالعه گیول و همکاران (Gul et al., 2013) نشان داد که استفاده از آفتابدهی به دلیل ممانعت از رشد علف‌های هرز دولپه و تک‌لپه، موجب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز گردید. خان و همکاران (Khan et al., 2012) اعلام نمودند که آفتابدهی موجب کاهش تراکم علف‌های هرز گردید و از این طریق وزن خشک آن‌ها را کاهش داد. این محققان آفتابدهی خاک با استفاده از صفحات پلی‌اتیلن را به عنوان روشی پایدار برای کنترل علف‌های هرز و سایر عوامل بیماری‌زای گیاهی معرفی نمودند. علاوه بر این، آزادسازی مواد آللوپاتیکی از بقایای گیاهی قرار گرفته بر سطح خاک (Wu et al., 2000) با کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز منجر به کاهش تراکم و به‌دنبال آن، کاهش وزن خشک علف‌های هرز شده است. نتایج برخی بررسی‌ها نیز مؤید کاهش خصوصیات جوانه‌زنی، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز (Putnam & Defrank, 1983) تحت تأثیر وجود مواد آللوپاتیکی در بقایای گیاهی قرار گرفته بر سطح خاک می‌باشد. نتایج برخی مطالعات (Gibson et al., 1990; Macias & Ridge, 1999) نیز مؤید این مطلب است که بقایای گیاهی ارقام مختلف جو با دارا بودن فنول و ترپن باعث جلوگیری از رشد گونه‌های مختلف علف‌هرز می‌شود. شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2013) اظهار نمودند که مصرف بقایای آفتابگردان، سیر و جو وزن خشک علف‌های هرز دولپه را به‌ترتیب ۷۰، ۸۷ و ۸۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد؛ در حالی‌که میزان این کاهش برای گونه‌های هرز تک‌لپه به‌ترتیب ۶۰، ۸۷ و ۷۶ درصد بود. نتایج مطالعه اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) نشان داد که با افزایش مقدار کلش گندم از صفر تا ۱۵ کیلوگرم تراکم و به‌تبع آن زیست توده علف‌های هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری کاهش یافت. همچنین، اگرچه وجین دستی یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود، ولی از آن‌جا که این عملیات مدیریتی، هزینه‌های بالایی را به خود اختصاص می‌دهد و ممکن است باعث خسارت به گیاه اصلی به‌ویژه در مرحله گیاهچه‌ای شود (Goliaris, 1999)، لذا

بهتر است از سایر روش‌های مدیریتی برای کنترل علف‌های هرز در مزارع استفاده گردد. بدین ترتیب، با توجه به توصیه تیورسیوم و همکاران (Tursum et al., 2007) مبنی بر حساسیت برخی سبزیجات نظیر اسفناج برگی به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد نسبت به حضور علف‌های هرز، می‌توان استفاده از راهکارهای اکولوژیکی همچون آفتابدهی با استفاده از صفحات پلی‌اتیلن و کاربرد بقایای گیاهی را برای کنترل این گونه‌های ناخواسته مدنظر قرار داد.

اثر تیمارهای مدیریت غیرشیمیایی بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مرحله‌های اول، دوم و سوم نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۳). بالاترین شاخص تنوع شانون- وینر در مرحله اول، دوم و سوم برای شاهد به‌ترتیب با ۰/۸۱، ۰/۷۶ و ۰/۷ و کمترین میزان در هر سه مرحله نمونه‌برداری در تیمار کاربرد صفحات پلی اتیلن تیره با صفر به‌دست آمد. میزان کاهش شاخص تنوع شانون- وینر در تیمارهای کاربرد صفحات پلی‌اتیلن شفاف، وجین دستی و کاربرد بقایای جو، آفتابگردان و سیر نسبت به شاهد به‌ترتیب با ۵۲، ۱۱، ۴۱، ۲۵ و ۱۶ درصد بود. میزان کاهش شاخص تنوع شانون- وینر تحت تأثیر این تیمارهای مدیریتی در مقایسه با شاهد در مرحله دوم نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۶۲، ۴۵، ۴۷، ۲۵ و ۱۶ درصد و در مرحله سوم نمونه‌برداری به‌ترتیب با ۶۷، ۵۰، ۵۴، ۳۶ و ۲۴ درصد بود (شکل ۳).



شکل ۳- اثر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز طی سه مرحله نمونه‌برداری در مزرعه اسفناج

Fig. 3- Effect of non-chemical managements on Shannon-Weiner index for weeds at three sampling stages in spinach field

میانگین‌های دارای حروف متفاوت برای هر مرحله نمونه‌برداری، دارای تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD می‌باشند ($p\leq$۰/۰۵).

Means with the same letters haven't significant difference according to LSD ($p\leq0.05$).

با توجه به نتایج مشخص است که اعمال روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز از طریق ممانعت از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز موجب کاهش شاخص تنوع علف‌های هرز شده است. نتایج برخی تحقیقات (Hakansson, 1995; Jensen, 1995) مؤید این مطلب است که بین شدت دست‌کاری خاک و تعداد علف‌های هرز جوانه زده همبستگی منفی و خطی وجود دارد. قوشه و ال-حجاج (Ghosheh & Al-Hajaj, 2004) نیز اظهار نمودند که ممانعت از جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز تحت تأثیر به‌کارگیری روش‌های مدیریت زراعی، می‌تواند ترکیب و تنوع این گونه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. ناکاموتو و همکاران (Nakamoto et al., 2006) دلیل عمده کاهش جوانه‌زنی علف‌های هرز را تحت تأثیر بکارگیری روش‌های مدیریتی به جلوگیری از دریافت نور و تعدیل درجه حرارت خاک در تیمارهای

مدیریتی علف‌های هرز نسبت دادند. لگری و سامسون (Legere & Samson, 1999) نشان دادند که غالبیت و تنوع گونه‌ها تحت تأثیر روابط متقابل بین برنامه‌های مدیریتی علف‌های هرز قرار دارد. بلکشاو و همکاران (Blackshow et al., 1998) دریافتند که روش‌های مدیریتی، تراکم و تنوع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد. هاس و استریبیگ (Haas & Streibig, 1982) نیز عملیات زراعی و مدیریت علف‌های هرز را مهمترین عامل تعیین‌کننده ترکیب و تنوع گونه‌ای معرفی نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف مدیریت غیرشیمیایی به‌طور معنی‌داری تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار داد. به‌طوری‌که کمترین و بیشترین تراکم، وزن خشک و شاخص شانون علف‌های هرز در تیمار آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شاهد مشاهده شد. آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شفاف موجب کاهش تراکم، وزن خشک و شاخص تنوع شانون علف‌های هرز شد. البته استفاده از صفحات پلی‌اتیلن تیره تأثیر منفی بیشتری بر خصوصیات رشدی و شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های هرز در مقایسه با صفحات شفاف داشت. علاوه بر این، قرارگیری بقایای گیاهی بر سطح خاک، با ممانعت از رسیدن نور و جلوگیری از جوانه‌زنی علف‌های هرز، موجب کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز گردید. همچنین، اگرچه وجین دستی روشی مطمئن برای مدیریت علف‌های هرز محسوب می‌شود، ولی از آن‌جا که اعمال این روش ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد و موجب خسارت به گیاهچه گردد، لذا به‌کارگیری روش آفتابدهی با صفحات پلی‌اتیلن تیره و شفاف را می‌توان به عنوان راهکاری مؤثر برای کنترل علف‌های هرز سبزی‌های ارزشمند برگی نظیر اسفناج را مدنظر قرار داد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۲/۲۳۳۴۰ مصوب ۱۳۹۱/۰۷/۱۸ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Arbopleya, J. 2009. Soil solarization on onion beds for weed and disease control in Uruguay. Colombian Journal of Horticultural Science 3(2): 223-236.

Asadi, G.A., Ghorbani, R., Khorramdel, S., and Amin Ghafori, A. 2014. Effects of different levels of wheat straw and nitrogen fertilizer on combination, density and population of weeds in garlic. Journal of Agroecology, 4(1): 86-95. (In Persian with English Summary)

Ashrafi, Z.Y., Sadeghi S., and Rahimian Mashhadi, H. 2009. Inhibitive effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of seedling quack grass (*Agropyrum repens*). Icelandic Agricultural Sciences 22: 37-43.

Ataure Rahman, M., Chikushi, J., Saifizzaman, M., and Lauren, J.G. 2005. Rice straw mulching and nitrogen of no-till wheat following rice in Bangladesh. Field Crops Research 91: 71-81.

Blackshaw, R.E., Moyer, J.R., Doram, R.C., and Boswell, A.L. 2001. Yellow sweet clover, green manure, and its residues effectively suppress weed during fallow. Weed Science 49: 406-413.

Blackshow, R.E., Molnar, L.J., Chevalier, D.F., and Lindwall, C.W. 1998. Factors affecting of the weed-sensing detect spray system. Weed Science 46: 127-137.

Candido, V., Castronuovo, D., Lucarelli, G., Manera, C., and Miccolis, V. 2006. Herbicidal effectiveness of soil solarization in lettuce crop [*Lactuca sativa* L.; Basilicata]. [Italian Association for Plant Protection], Riccione, Rimini (Italy), 27-29 March, p. 413-420.

Conley, S.P., Binning, L.K., Timothy R., and Connell, T.R. 2001. Effect of cultivar, row spacing, and weed management on weed biomass, potato yield, and net crop value. American Journal of Potato Research 78: 31-37.

Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G., and Lithourgidis, A.S. 2005. Crop ecology and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. Agronomy Journal 98: 1290-1297.

Duppong, L.M., Delate, K., Liebmen, M., Horton, R., Kraus, G., Petrich, J., and Chowdbury, P.K. 2004. The effect of natural mulches on crop performance, weed suppression and biochemical constituents of catnip and St. Johns Wort. Crop Science 44: 861-869.

Elliot, L.F., McCalla, T.M., and Waiss, A. 1978. Phytotoxicity Associated with Residue Management. In: "Crop Residue Management Systems" (Ed. Oschwald, W.R.). pp. 131-146. ASA Special Publication. No. 31. Mdison.

Ferreira, M.I., and Reinhard, C.F. 2010. Field assessment of crop residues for allelopathic effects on both crops and weeds. Agronomy Journal 102(6): 1593-1600.

Fogelberg, F., and Gustavsson, A.M.D. 1999. Mechanical damage to annual weeds and carrots by in-row brush weeding. Weed Research 39: 469-479.

Ghorbani, R., Khorramdel, S., Asadi, G.A., and African, R. 2013. Evaluation the effect of weed management strategies on dynamic of seed bank and spinach yield. Iranian Journal of Weed Sciences In Press. (In Persian with English Summary)

Ghosheh, H.Z., and Al-Hajaj, N.A. 2004. Impact of soil tillage and crop rotation on barley (*Hordeum vulgare*) and weeds in a semi-arid environment. Journal of Agronomy and Crop Science 190(6): 374-380.

Gibson, M.T., Welch, I.M., Barrett, P.R.F., and Ridge, I. 1990. Barley as an inhibitor of algal growth. II: 953 Laboratory studies. Journal of Applied Phycology 2: 241–248

Goliaris, A.H. 1999. Saffron Cultivation in Greece. In: “Saffron” (M. Negbi, ed.) Harwood Academic Publication, Amsterdam, Nethelands. 154 pp.

Gul, B., Khan, I.A., Hussain, Z., and Saeed, M. 2013. IMPACTS of soil solarization combined with other weed control strategies on weed management in onion nurseries. Pakistan Journal of Weed Science Research 19(1): 101-108.

Haas, H., and Streibig, J.C. 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In: Herbicide Resistance in Plants. (Eds.: H.M. Le Baron, and J. Gressel). John Wiley and Sons, New York p. 57-79.

Hakansson, S. 1995. Weeds in agricultural crops: I. Life- forms and occurrence under Swedish conditions. Swedish Journal of Agricultural Research 25: 143-154.

Hassing, J.E., Motsenbocker, C.A., and Monlezun, C.J. 2004. Agroeconomic effect of soil solarization of fall-planted lettuce. Scientia Horticulturae (101): 223-233.

Javanmardi, J. 2010. Organic Frming of Vegetables. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad, Iran. 349 pp. (In Persian)

Jensen, P.K. 1995. Effect of light environment during soil disturbance on germination and emergence pattern of weeds. Annals of Applied Biology 127(3): 561-571.

Johnson, W.C., Davis, R.F., and Mullinix, B.G. 2007. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain. Crop Protection 26: 1660-1666.

Kember, R.W.L. 1973. Phytotoxicity from plant residue, II. The effect of time rotting straw from grasses and legumes on the growth of wheat seedlings. Plant and Soil 38: 348-361.

Khan, M.A., Marwat, K.B., Amin, A., Nawaz, A., and Khan, H. 2012. Soil solarization: an organic weed management approach in cauliflower. Communications in Soil Science and Plant Analysis 43(13): 1847-1860.

Legere, A., and Samson, D.N. 1999. Relative influence of crop rotation, tillage, and weed management on weed associations in spring barley cropping systems. Weed Science 47: 112-122.

Machado, S. 2007. Allelopathic potential of various plant species on downy brome. Agronomy Journal 99: 127-132.

Macias, D., and Ridge, I. 1999. The relative sensitivity of algae to decomposing barley. Journal of Applied Phycology 1015(11): 285-291.

Marenco, R.A., and Lustosa, D.C. 2000. Soil solarization for weed control in carrot. Pesqui Agropecu Brasileira 35: 2025-2032.

Nakamoto, T., Yamagishi, J., and Miura, F. 2006. Effect of reduced tillage on weeds and soil organisms in winter wheat in summer maize cropping on humic and osols in central Japan. Soil and Tillage Research 85: 94-106.

Putnam, A.R., and Defrank, J. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop Protection 2(2): 173-181.

Ramachandran, A., Hrycan, W., Bantle, J., and Waterer, D. 2005. Seasonal changes in tissue nitrate levels in fall-planted spinach (*Spinacia oleracea* L.). University of Saskatchewan, Canada, Retrieved May 9, 2008, from http:/ /www.usask. ca/ agriculture/plantsci/vegetable/resources/ student/spinachsap_2005.pdf

Shabahang, J., Khorramdel, S., Amin Ghafori, A., and Gheshm, R. 2013. Effects on management of crop residues and cover crop planting on density and population of weeds and agronomical characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Research 1(1): 57-72. (In Persian with English Summary)

Teasdale, J.R., Beste, C.E., and Potts, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crops residue. Weed Science 39: 195-199.

Tursum, N., Bukun, B., Karacan, S.C., Ngouajio, M., and Mennan, H. 2007. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). Horticultural Sciences 42: 106-119.

Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., and Haig, T. 2000. Evaluation of seedling allelopathy in 453 wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*) by the equal-compartment-agar method. Australian Journal of Agricultural Research 51(7): 937-944.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 638-651

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۵۱-۶۳۸

Effect of Non-chemical Weed Management Strategies on Population and Diversity Index for Weeds in Spinach

S. Khorramdel[1*], R. Ghorbani[2], G.A. Asadi[1] and R. African[3]
Submitted: 07-12-2013
Accepted: 21-12-2013

Khorramdel, S., Ghorbani, R., Asadi, G.A., and African, R. 2017. Effect of non-chemical weed management strategies on population and diversity index for weeds in spinach. Journal of Agroecology 9(3): 638-651.

Introduction

Weeds are often recognized as the most serious threat to crop production especially vegetables. Competition from weeds is the most important factor that decline agricultural crop yield. Spinach is one of the most important summer vegetables. It has an extremely high nutritional value and is rich in antioxidants. This vegetable is also an excellent source of vitamin K, vitamin A, vitamin C and folic acid as well as being a good source of manganese, magnesium, iron and vitamin B_2.

The reduction in yield of some vegetables caused by the uncontrolled growth of weeds estimated 49% in cauliflower, 80% in okra and 91% in onion. Enhancing application of chemical herbicides to manage agricultural weeds is in a primary concern today. Widespread herbicide application use during the last few decades has caused serious ecological, environmental and biological hazards such as crop loss, decreasing biodiversity, reducing food quality, weed dominance and weed resistance. Therefore, all those operations of weeds which can prevent germination and surpass growth of weeds and improve crop competitiveness must be integrated to control weeds.

The objectives of this study were to evaluate different weed management methods on population, density, dry weight and Shannon-Weiner diversity index for weeds in spinach field.

Material and Methods

An experiment was performed based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2012-2013. Treatments were solarization with dark and transparent sheets, crop residues of sunflower, barley and garlic, hand weeding and control (without weeding). Polyethylene sheets were placed on the soil surface after irrigation based on field capacity at two months before planting time of spinach. After land operation, 5000 kg ha^{-1} crop residues of each species were added to the soil. Hand weeding was carried out at the end of fall and winter before canopy closure. Weed samplings were done at three stages including planting time, 19th February and before harvest stage. Relative density, density, dry weight and Shannon-Weiner diversity of weeds were measured and calculated.

The treatments were run as an analysis of variance (ANOVA) to determine if significant differences existed among treatments means. Multiple comparison tests were conducted for significant effects using the LSD test.

Results and Discussion

The weeds flora infesting the spinach field were abyssinian finger grass, alyssum, barnyard grass, black nightshade, blackgrass, Canada thistle, charlock, common amaranth, common chickweed, common knotgrass, common lambsquarters, common purslane, corn flower, delphinium, field bindweed, field milk-thistle, flixweed, fumitory, Hoary cress, nut grass, prostrate amaranth, Russian knapweed, shepherd's-purse and Syrian mustard that Brassicaceae was the most dominant family. The lowest weed number was obtained for dark polyethylene with two species at the first, second and third samplings. The effect of non-chemical weed management methods were significant ($p \leq 0.01$) on weed density, dry weight and Shannon-Weiner diversity index at three sampling

1, 2 and 3- Associate Professor, Professor, and MSc in Weed Science, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: khorramdel@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.29239

stages. The lowest weed density for the first, second and third stages were achieved in dark polyethylene (with 8.3, 5.6 and 16.7 species m^{-2}, respectively) and the highest was for control (with 94.4, 63.9 and 116.7 species m^{-2}, respectively. Although crop residues reduced weed density and dry weight for total sampling stages but, the highest decrease was for barley residues. The maximum Shannon- Weiner diversity for weeds for the first, second and third samplings were calculated in control with 0.81, 0.76 and 0.7 and the minimum was for dark polyethylene.

Conclusion

Non-chemical weed management strategies had significant effect on density, dry weight and biodiversity indices of weeds in spinach. Soil solarization with dark and transparent sheets, Cover crops and crop residues provided economic control of soil-borne pests and weeds, enhanced the physical and chemical properties of the soil, increased the yield of spinach and is cost-effective. Generally, soil solarization is a safe and effective technique for weed control that may decrease the necessity for chemical approaches to crop and soil.

Acknowledgement

This research (23340.2) was funded by Vice Chancellor for Research of Ferdowsi University of Mashhad, which is hereby acknowledged.

Keywords: Crop residue, Hand weeding, Shannon- Weiner diversity index, Solarization