نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۱ / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۱۶۹-۱۵۷

Effect of Row Spacing and Cover Crops on Weeds and Yield of Maize (TWC647)

Ghorban Didehbaz Moghanlo[1*], Ahmad Tobeh[2], Hamid Reza Mohammaddoust Chamanabad[2], Sajjad Moharramnejad[3], Salim Farzaneh[4]

Received: 12 November 2022 Accepted: 06 April 2023
1-PhD. Student of Weed Science, Dept. of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2-Prof., Dept. of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3-Research Assist. Prof., Crop and Horticultural Science Research Dept, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Moghan, Iran.
4-Assoc. Prof., Dept. of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
*Corresponding Author Email: didehbaz55@gmail.com

Abstract

Background and Objective: The aim of this study was to investigate the effect of row spacing and cover crops on weed control and yield and components yield of corn (TWC647).

Materials and Methods: This experiment was carried out factorial based on a randomized complete block design with three replications in the farm of Moghan Agriculture and Natural Resources Research Station in 2021. The treatments consisted of row spacing at two levels (75 and 65 cm), cover crops at five levels (rye, hairy vetch, clover, and no cover crop and Maister power herbicide).

Results: In the condition without cover crop, the highest total biomass of weeds was obtained at the row spacing of 75 cm. Also, the highest biomass of cover crops in the row spacing of 75 cm was obtained from rye cover crop. The number of grain rows per ear, grain yield, biological yield and harvest index were affected by the interaction row spacing ×cover crop; So that the maximum number of grain rows per ear was observed at a row spacing of 75 cm and clover. The highest biological yield of corn was obtained at the row spacing of 65 cm and rye cover crop. The results showed that the highest grain yield (8.05 tons per hectare) was obtained from the row spacing of 65 cm and the rye cover crop treatment and also the highest control percentage of the total biomass of corn weeds (47.47%) was related to the rye cover crop and row spacing of 65 cm.

Conclusion: The results of this research study show that the use of cover crops alone is not able to completely control weeds. Reducing row spacing in combination with planting of cover crops can play an effective role in controlling weeds and improving yield of corn.

Keywords: Clover, Cover Crop, Ecological Management of Weeds, Hairy Vetch, Rye.

CC BY NC

DOI:10.22034/SAPS.2023.54099.2945

اثر فاصله ردیف و گیاهان پوششی بر علف‌های هرز و عملکرد ذرت دانه‌ای تری‌وی کراس ۶۴۷

قربان دیده باز مغانلو[۱*]، احمد توبه[۲]، حمیدرضا محمد دوست چمن آباد[۲]، سجاد محرم نژاد[۴]، سلیم فرزانه[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۱۷

۱-دانشجوی دکتری علوم علف‌های‌هرز، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲-استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳-استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران
۴-دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
* مسئول مکاتبه: Email: didehbaz55@gmail.com

چکیده

اهداف: این مطالعه به منظور بررسی اثر فاصله ردیف و گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تری‌وی کراس ۶۴۷ انجام گرفت.

مواد وروش‌ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل فاصله ردیف کاشت در دو سطح ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر و استفاده از گیاهان پوششی در پنج سطح (چاودار (*Secale cereale* L.)، ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.)، بدون گیاه پوششی و علف‌کش مایستر پاور اودی) بودند.

یافته‌ها: در شرایط بدون گیاه پوششی، بیشترین زیست توده کل علف‌های هرز در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متری بدست آمد. همچنین بیشترین زیست توده گیاهان پوششی در فاصله ردیف ۷۵ سانی‌متری، از گیاه پوششی چاودار حاصل شد. تعداد ردیف دانه در بلال، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تاثیر برهمکنش فاصله ردیف × گیاه پوششی قرار گرفت ؛ به طوری که بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال از گیاه پوششی شبدر برسیم در فاصله ردیف ۷۵ سانی‌متری مشاهده شد. بیشترین عملکرد بیولوژیکی در فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متری با استفاده از گیاه پوششی چاودار حاصل شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۸/۰۵ تن در هکتار) از فاصله ردیف ۶۵ سانتی متری و تیمار گیاه پوششی چاودار بدست آمد و همچنین بیشترین درصد کنترل زیست توده کل علف‌های هرز ذرت مربوط به گیاه پوششی چاودار با ۴۷/۴۷ درصد ودر فاصله ردیف ۶۵ سانتی متری بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از گیاهان پوششی به تنهایی قادر به کنترل کامل علف‌های هرز نیست و کاهش فاصله ردیف کاشت در تلفیق با کاشت گیاهان پوششی می‌تواند نقش موثری در کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد ذرت داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: چاودار، ماشک گل خوشه‌ای، شبدر، گیاه پوششی، مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی با ارزشی است که با تنوع، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوان، در سطح جهانی از نظر میزان تولید بعد از گندم در رتبه دوم (فائو ۲۰۱۷) و از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است (رانوم و همکاران ۲۰۱۴؛ ریباوت و همکاران ۲۰۱۲). علف‌های هرز به‌عنوان گیاهان ناخواسته و عناصری نامطلوب در کشاورزی مطرح بوده که هزینه تولید را افزایش و کیفیت را کاهش می‌دهند (یوسفی و همکاران ۲۰۱۴). عمده‌ترین هدف انسان از مدیریت علف‌های هرز آن است که بتواند تولید محصول را در سال‌های مختلف حفظ کند. ازاین‌رو، مدیریت علف‌های هرز به‌منظور به‌حداقل رساندن اثر منفی آن‌ها بر تولید گیاهان زراعی از فعالیت‌های مهم در عرصه زراعت می‌باشد (اورکه و دهنی ۲۰۰۴ ؛ حمزه ئی و همکاران ۲۰۱۶). با وجود اینکه استفاده از علف‌کش اصلی‌ترین روش کنترل علف‌های هرز درسامانه‌های تولید محصولات کشاورزی است. اما امروزه به‌دلیل آلوده سازی محیط زیست، آب وخاک (کودسک ۲۰۰۸)، اثرات نامطلوب بر سلامت انسان (بلایر و همکاران ۲۰۱۵)، باقیماندن دراز مدت در خاک، ایجاد علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش‌ها و از بین بردن ثبات و تعادل اکوسیستم‌های زراعی (پولیس ۲۰۱۸) باعث شده است که روش‌های کنترل غیرشیمیایی جایگزین روش‌های شیمیایی شوند و نسبت به توسعه آن‌ها اقدام شود (نجفی ۲۰۱۴). استفاده بهتر از فاصله مناسب بین ردیف‌های کاشت یکی از تکنیک‌های مؤثر و مطلوب در راستای افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی با علف‌های هرز است (رگنکمپ و همکاران ۲۰۰۰). با ایجاد تاکتیک‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز (IWM)، در آزمایشی مشاهده شد که افزایش تراکم ذرت و کاهش فاصله ردیف‌های کاشت سبب کنترل علف‌های هرز شد (تسدال ۱۹۹۸). تاثیر کاهش فاصله ردیف‌ها بر رشد و نمو علف‌های هرز ناشی از بسته شدن سریعتر کانوپی گیاه و کاهش و یا تغییر کیفیت نور رسیده به سطح خاک، کاهش فضای قابل دسترس برای رشد علف‌های هرز و افزایش رقابت گیاه زراعی در جذب منابع مشترک رشد می‌باشد (قادری و بیات ۲۰۰۴). آزمایش های زیادی نشان داده است که کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، توانایی رقابتی گیاه زراعی با علف‌های هرز را افزایش، نیاز به کاربرد علف‌کش ها را کاهش و عملکرد گیاه زراعی را افزایش می‌دهد (گریچر و همکاران ۲۰۰۴؛ هوک و همکاران ۲۰۰۶). در آزمایشی صرفنظر از تراکم، کاشت سویا در ردیف‌های باریک‌تر توانایی رقابتی آن با تاج‌ریزی را افزایش داد (رایس و رانر ۲۰۰۷). همچنین در آزمایشی گزارش کردند که در کشت ذرت با فواصل ردیف کمتر در مقایسه با فواصل ردیف زیاد به دلیل زودتر بسته شدن تاج پوشش گیاه زراعی، خسارت علف‌های هرز کاهش یافت (شرستا ۲۰۰۴). استفاده از روش‌های مدیریت غیر شیمیایی، از جمله گیاهان پوششی نقش مهمی در کنترل علف‌های هرز و کاهش استفاده از علف‌کش ها دارند. بنابراین کاشت گیاهان پوششی یکی از اجزای مهم و اساسی نظام کشاورزی پایدار است که نقش مهمی را در تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کند (گابریل وکومادا ۲۰۱۱). گیاهان پوششی قادر هستند از طریق ایجاد رقابت برای جذب منابع (لمسا و واکجیرا ۲۰۱۵)، خاصیت دگر آسیبی (استورم و همکاران ۲۰۱۸)، جذب مواد شیمیایی محرک جوانه‌زنی و تغییر در شرایط میکروبی خاک به نفع گیاه زراعی موجب کنترل علف‌های هرز شوند (اولسون و همکاران ۲۰۱۴ ؛ اسچونبک و همکاران ۲۰۰۵). تولید سریع زیست توده و قدرت رقابتی گیاهان پوششی برای کسب نور، آب و مواد مغذی باعث کاهش رشد علف‌های هرز درزمستان و اوایل بهار می‌شود (اسمیت و همکاران ۲۰۱۱). همچنین، انتشار مواد بیوشیمیایی توسط این گیاهان در طی جوانه‌زنی علف‌های هرز می‌تواند محیط نامناسبی را برای جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز ایجاد کند (نیکولز و همکاران ۲۰۱۵ ؛ کونز و همکاران ۲۰۱۶). کاشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و چاودار در بین ردیف‌های سیب زمینی، به دلیل رشد سریع و تولید زیست‌توده بالای گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای موجب افزایش کنترل علف‌های هرز شد (یوچینو و همکاران ۲۰۱۲). ترب سفید (*Raphanus sativus* var. Longipinnatus)، یولاف (*Avena Sativa*) و گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum*) به‌عنوان گیاه پوششی با اثر آللوپاتیک خود توانستند علف‌های هرز گندمک (*Stellaria media* (L.) Vill) را کنترل

کنند (استورم و همکاران ۲۰۱۸). چاودار نیز به‌عنوان یک گیاه پوششی توانست تاج خروس (*Amaranthus palmeri*) مقاوم شده در برابر علف‌کش گلایفوسیت را کنترل کند (کوریس و نورستی ۲۰۱۵). چاودار و ماشک گل خوشه‌ای، تراکم و زیست توده علف‌های هرز را به ترتیب ۸۰ و ۳۵ درصد در کشت ذرت کاهش دادند شد (یوچینو و همکاران ۲۰۰۹) بنابراین با توجه به اهمیت ذرت و روند گسترش کشت آن در کشور و به‌خصوص در استان اردبیل، این پژوهش نیز با هدف ارزیابی تأثیر فاصله ردیف و گیاهان پوششی در جهت نیل به کشاورزی پایدار و حفظ منابع آبی و خاکی در جهت مدیریت و کنترل علف‌های‌هرز مزارع ذرت انجام اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف ارزیابی تأثیر فاصله ردیف کاشت و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت تری وی کراس ۶۴۷ دز کنترل علف‌های هرز به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) با ارتفاع ۷۷/۶ متر از سطح دریا و با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی در مزرعه‌ای با بافت خاک رسی لومی، pH=۷/۶ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل: عامل اول فاصله ردیف کاشت در دو سطح ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر و عامل دوم استفاده از گیاهان پوششی در پنج سطح شامل چاودار (*Secale cereale* L.)، ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.)، بدون گیاه پوششی و علف‌کش مایستر پاور بود بود. هرکرت شامل چهار خط کاشت و طول کرت‌ها پنج متر در نظر گرفته شد. عملیات تهیه شرایط مناسب زمین آزمایش شامل شخم برگردان، رتیواتور، دیسک و تسطیح بهاره بود. برای تأمین نیاز غذایی ذرت براساس تجزیه خاک محل آزمایش۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه (از منبع اوره)، ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار (از منبع سوپر فسفات تریپل) و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه (از منبع سولفات پتاسیم) بوسیله دیسک (یک سوم از کود نیتروژنه و کل کودهای فسفره و پتاسه قبل از کشت) با خاک مخلوط شد و مابقی کود نیتروژنه در مراحل چهار تا شش برگی ذرت به‌صورت سرک به خاک اضافه شد. میزان بذر چاودار، ماشک گل خوشه ای و شبدر کریمسون به ترتیب ۱۴۰، ۴۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود و کاشت آنها همزمان با گیاه ذرت در دو طرف پشته‌ها به‌صورت شیاری در تاریخ ۱۴۰۰/۳/۲ انجام گرفت. فاصله بین بوته‌ها ۱۸ سانتی متر و رقم مورد استفاده تری وی کراس ۶۴۷ (متوسط رس) بود. درکرت‌های دارای کنترل شیمیایی، در مرحله ۴-۳ برگی ذرت از علف‌کش مایستر پاور (یدوسولفورن‌متیل+ فورامسولفورون سدیم+ تین‌کاربازون متیل + سایپرو - سولفامید) به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ با استفاده از سمپاش پشتی شارژی ماتابی مجهز به نازل شره‌ای با فشار دو بار و حجم آب مصرفی ۳۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز ۳۰ روز پس از سمپاشی از تیمار علف‌کش و سایر تیمارها با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ متر و به‌صورت تصادفی انجام شد و علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ به تفکیک گونه شمارش شدند و به‌منظور تعیین زیست توده علف‌های هرز نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده و سپس توزین شدند. همچنین زیست توده گیاهان پوششی بصورت دستی در آخر فصل و قبل از برداشت ذرت به‌صورت کف‌بر برداشت شد و پس از خشک کردن برای هرمترمربع اندازه‌گیری شد. در انتهای فصل برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیکی کلیه اندامهای گیاه همراه با بلال با حذف اثر حاشیه، دو خط وسط کف‌بر و توزین و برای عملکرد دانه ذرت، بلال‌های دو خط وسط جدا شد و از میان بلال‌های موجود پنج عدد بلال به صورت تصادفی برای تعیین عملکرد دانه و اجزای عملکرد انتخاب شدند. در پایان برای تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها از نرم-افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای

Excel و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج وبحث

ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز

در این آزمایش علف‌های هرز پهن برگ همچون تاج خروس ریشه قرمز، کنف وحشی و گاوپنبه علف‌های هرز غالب مزرعه را تشکیل داده بودند. (جدول ۱). درتحقیقی از علف‌های هرز گاوپنبه و تاج خروس به‌عنوان اصلی-ترین و مزاحم‌ترین علف‌های هرز مزارع ذرت (*Zea mays* L.)، سویا (*Glycine max* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) در منطقه مازندران و گرگان گزارش شده است (برارپور و عبدالهی ۲۰۰۰).

جدول ۱- اسامی علمی، فارسی، نام تیره و گونه های علف هرز شناسایی شده در مزرعه

نام فارسی	نام علمی	نام تیره
تاج خروس ریشه‌قرمز	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae
کنف وحشی	*Hibiscus trionum* L.	Malvaceae
گاوپنبه	*Abutilon theophrasti* Medic.	Malvaceae
تاج خروس خوابیده	*Amaranthus blitoides* S. Watson	Amaranthaceae
سلمه تره	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae
سوروف	*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	Poaceae
چسبک	*Setaria viridis* (L.) P.Beauv.	Poaceae

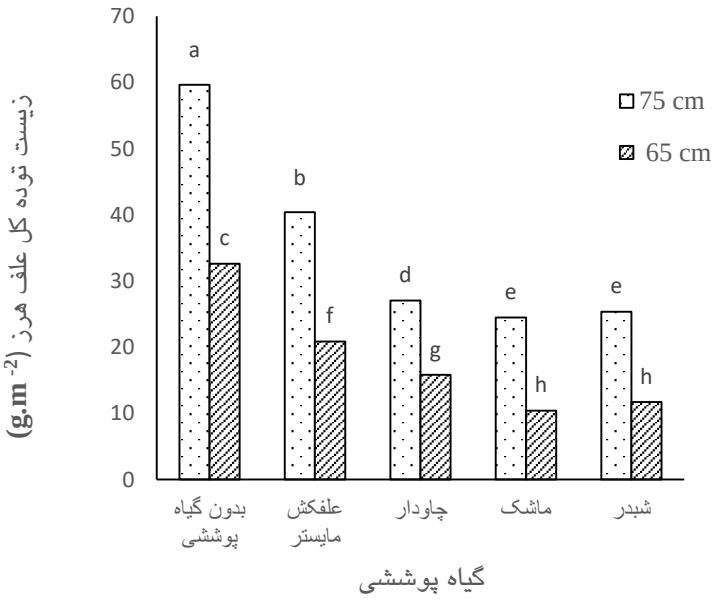
زیست توده کل علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی بر زیست توده کل علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی-دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی (شکل ۱) نشان داد که بیشترین زیست توده کل علف‌های هرز از تیمار فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانی‌متری و بدون گیاه پوششی بدست آمد و کمترین زیست توده کل علف‌های هرز از تیمار فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانی‌متری و گیاهان پوششی شبدر و ماشک گل خوشه ای حاصل شد که با تیمار گیاه پوششی چاودار و فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی متری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. این امر نشان می‌دهد که با افزایش فاصله ردیف کاشت و در غیاب گیاهان پوششی، فضا و در نتیجه منابع بیشتری در اختیار علف‌های هرز قرار می‌گیرد که منجر به افزایش زیست توده کل علف‌های هرز می‌شود. گیاهان پوششی با بیوماس زیاد باعث کنترل بهترعلف‌های هرز می‌شوند (بوید و همکاران ۲۰۰۹ ؛ اسمیت و همکاران ۲۰۱۱). کاهش زیست توده علف‌های هرز در حضور گیاهان پوششی توسط برخی از محققین گزارش شده است، دراین رابطه کرودیف و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که مالچ زنده چاودار و کلزا به ترتیب ۹۸ و ۹۲ درصد زیست توده علف‌های هرز را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. در پژوهشی دیگر داداشی (۲۰۱۳) نیز مشاهده کردند که کشت گیاه زراعی ذرت همراه با گیاه پوششی سویا و کمپوست باعث کاهش فراوانی علف‌های هرز گردید، در صورتی که کشت ذرت بدون گیاه پوششی باعث افزایش آلودگی به علف‌های هرز شد. همچنین در آزمایش دیگری که روی تاثیر گیاهان پوششی بر علف‌های هرز گوجه فرنگی انجام شد، کاهش وزن خشک اندام هوایی علف‌های هرز در تیمارهایی که ماشک، شبدر، یولاف و کشت توام یولاف و ماشک به‌عنوان گیاه پوششی مورد استفاده قرار گرفتند، نسبت به کشت رایج گزارش شده است (کامپیگلا و همکاران ۲۰۱۰).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر فاصله ردیف کاشت و گیاهان پوششی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و زیست توده علف‌های هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	زیست توده کل علف‌های هرز	زیست توده گیاهان پوششی	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۰/۲۷	۲۶/۷۰	۱۶/۳۳	۲/۸۱	۱۶/۴۱	۰/۶۷	۴/۲۵	۱۰/۳۰
فاصله ردیف	۱	۱۱۹/۸۲**	۲۲۸۰/۸۵**	۱۵/۵۶ ^{ns}	۲/۱۳*	۱/۶۳^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۴۳/۲**	۵۷/۲**
گیاه پوششی	۴	۱۷۱۹/۴۱**	۱۱۴۹۹۳/۹۰**	۴/۹۷ ^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۴/۱۴^{ns}	۰/۷۴ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۶۴/۳**
فاصله ردیف × گیاه پوششی	۴	۱۱۹/۸۲**	۴۱۳/۳۵**	۶۰/۹۱*	۰/۲۶^{ns}	۲/۶۴^{ns}	۳/۳۸۰*	۴/۴۰*	۳۹/۰۵**
خطا	۱۸	۶/۴۶	۱۳/۸۲	۱۱/۷۲	۰/۶۴	۱۳/۷۰	۱/۱۷	۲/۴۰	۴/۳۵
ضریب تغییرات (۰/۰)		۹/۴۷	۳/۴۹	۸/۸۵	۵/۳۶	۱۲/۶۲	۱۹/۱۴	۱۲/۶۵	۳/۷۲

ns،*و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح پنج و یک درصد می باشد

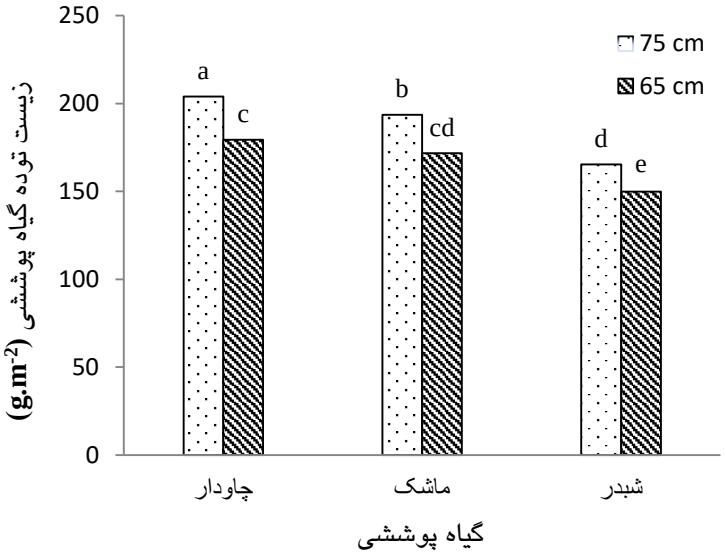


شکل ۱- اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی بر زیست توده کل علف‌های هرز

زیست توده گیاهان پوششی

اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی بر زیست توده گیاه پوششی، برا ساس نتایج تجزیه واریانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی (شکل ۲) نشان داد که بیشترین زیست توده گیاه پوششی از تیمار فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانی‌متری و گیاه پوششی چاودار بدست آمد که با سایر تیمارهای گیاه پوششی اختلاف معنی‌دار داشت و کمترین زیست توده گیاه پوششی از تیمار فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانی‌متری و گیاه پوششی شبدر حاصل شد که با تیمار گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی متری اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در بین تیمار گیاه پوششی گل خوشه‌ای با چاوداردر فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی متری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (شکل ۲). براست و همکاران (۲۰۱۴) تولید ماده خشک زیاد را از خصوصیات یک گیاه پوششی مطلوب بر شمرده و دو گیاه تربچه علوفه‌ای و

گندم سیاه را به‌عنوان گیاه گیاه پوششی مناسب معرفی نمودند. همچنین اکبری و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند که گیاه پوششی ترب سفید در مقایسه با دیگر گیاهان پوششی زیست توده بیشتری را در پاییز تولید کرد. گیاه پوششی ترب سفید در طی چند هفته پس از کاشت سطح خاک را به طورکامل می‌پوشاند و ماده خشک هوایی و ریشه‌ای زیادی تولید می‌کند که منجر به تجمع بیومس بیشتر می‌شود (کلارک ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله ردیف کاشت و در غیاب گیاهان پوششی، فضا و در نتیجه منابع بیشتری در اختیار علف‌های هرز قرار می‌گیرد که منجر به افزایش زیست توده کل علف‌های هرز می‌شود. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که با افزایش فاصله بین ردیف محصولات زراعی مختلف، تراکم و زیست توده علف‌های هرز افزایش می‌یابد (دارامولا و همکاران ۲۰۲۰؛ رایس و رنر ۲۰۰۷؛ میگوئل و همکاران ۲۰۰۵). ازسوی دیگر چاودار توانایی زیاد رشد رویشی و اسقرار سریع و همچنین با خاصیت دگرآسیبی بالا توانست ضمن کنترل مناسب علف‌های هرز، زیست توده بیشتری تولید کند. وجود ترکیبات دگرآسیب، جوانه زنی سریع، رشد قوی، توسعه سطح برگ زیاد و بسته شدن سریع تاج پوشش برتوانایی گیاهان پوششی برای رقابت با علف‌های هرز می‌افزاید (فیسک و همکاران ۲۰۰۱).



شکل ۲- اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی بر زیست توده گیاهان پوششی

تعداد دانه در دیف بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی بر تعداد دانه در ردیف بلال ذرت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی نشان داد که تیمار فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانی‌متری و گیاه پوششی شبدر بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال ذرت (۳۹/۹۷) را داشت و کمترین تعداد دانه در ردیف بلال ذرت (۳۶/۲۵) از تیمار فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانی‌متری و بدون گیاه پوششی حاصل شد (جدول ۳). در کشت مخلوط سویا، لوپن و برخی از گیاهان علوفه‌ای با ذرت عدم تفاوت معنی‌دار از نظر تعداد دانه در ردیف بلال بین کشت مخلوط و تک کشتی ذرت گزارش شده است (کارودرس و همکاران ۲۰۰۰). در آزمایشی کاورماسی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزایش دوره های رقابت علف‌های هرز منجربه کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف باقلا شد.

تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی فاصله ردیف کاشت ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متری برای تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بین گیاه پوششی و برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۲). میانکین تعداد ردیف دانه در بلال ذرت برای فاصله ردیف ۷۵ و ۶۵ سانتی متربه ترتیب ۱۴/۶۷ و ۱۵/۱۸ بود و بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال ذرت مربوط به فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر بود. در گزارشی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در شرایط استفاده از گیاه پوششی ماشک گل خوشه ای در بین ردیف‌های ذرت اظهار شده است (یوچینو و همکاران ۲۰۰۹).

وزن صد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی فاصله ردیف کاشت و گیاه پوششی و همچنین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲). محمدی و اقبال قبادی (۲۰۱۰) نیز در تحقیقی اظهارداشتند که کاشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه ای، یونجه، شبدر برسیم و چاودار در بین ردیف‌های ذرت، تفاوت معنی‌داری از نظر وزن صد دانه بین تیمارهای گیاهان پوششی و تیمار شاهد (بدون گیاه پوششی) مشاهده نشد که با تحقیق حاضر تطابق داشت.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی برعملکرد دانه ذرت، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی (جدول ۳) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۸/۰۵ تن در هکتار) مربوط به فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانی‌متری و گیاه پوششی چاودار بود که با سایر تیمارهای گیاه پوششی به جز شبدر اختلاف معنی‌دارداشت و کمترین عملکرد دانه (۶/۱۷ تن در هکتار) از تیمار فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانی‌متری و گیاه پوششی چاودار حاصل شد که با تیمار گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای در فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی‌متری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). کیو و جلوم (۲۰۰۲) گزارش کردند که استفاده ازگیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و چاودار عملکرد دانه ذرت را نسبت به شاهد بدون گیاه پوششی افزایش دادند. محققین گزارش کردند، گیاهان پوششی از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و کنترل علف‌های هرز، سبب افزایش رشد و عملکرد سیب زمینی شدند (کامپیگلیا و همکاران ۲۰۰۹). .حمزه ای و بوربو (۲۰۱۴) اشاره داشتند که گیاهان پوششی ماشک گل خوشه ای و خلر باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه ذرت نسبت به شرایط عدم کشت گیاه پوششی شدند. آنها این افزایش عملکرد را به سرکوبی علف‌های هرز توسط گیاه پوششی وتثبیت نیتروژن توسط آنها و افزایش میزان عناصر غذایی قابل دسترس برای ذرت دانستند.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی برعملکرد بیولوژیک دانه ذرت، در سطح احتمال پنج درصد معنی-دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی برای عملکرد بیولوژیک نشان داد که فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی‌متری با استفاده از گیاه پوششی چاودار از بیشترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۱۳/۴۸ تن در هکتار برخوردار بود ودر بین تیمارهای فاصله ردیف کاشت و گیاه پوششی، کمترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۱۱/۴۳ تن در هکتار از فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانتی متری و گیاه پوششی چاودار به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش فتوسنتز توسط بخش‌های زیرین کانوپی، کاهش تجمع ماده خشک (عملکردبیولوژیک) را به دنبال دارد (هاشمی و همکاران ۲۱۰۸؛ سرابی و همکاران ۲۰۱۰). همچنین در تحقیقی عدالت و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که گیاه پوششی گندم و جو نسبت به شاهد عملکرد بیولوژیکی کلزا را کاهش داد.

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی برشاخص ذرت، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش فاصله ردیف کاشت × گیاه پوششی نشان می‌دهد که تیمار فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی‌متر و گیاه پوششی چاودار از بیشترین شاخص برداشت (۵۹/۳۵ درصد) برخوردار بوده و با سایر تیمارهای گیاه پوششی در فاصله ردیف کاست ۶۵ سانتی متر اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). مفاخری و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که کاشت گیاه پوششی چاودار در بین ردیف‌های ذرت واز بین بردن این گیاه پوششی در تاریخ‌های مختلف، اختلاف معنی-داری از لحاظ صفت شاخص برداشت بین تیمارها مشاهده نکردند. در تحقیقی دیگر کاشت گیاهان پوششی چاودار و ماشک گل خوشه‌ای سه و پنج هفته بعد از کاشت ذرت، عدم اختلاف معنی‌دار شاخص برداشت بین تیمارهایی که دارای گیاهان پوششی بودند گزارش شده است (یوچینو و همکاران ۲۰۱۲).

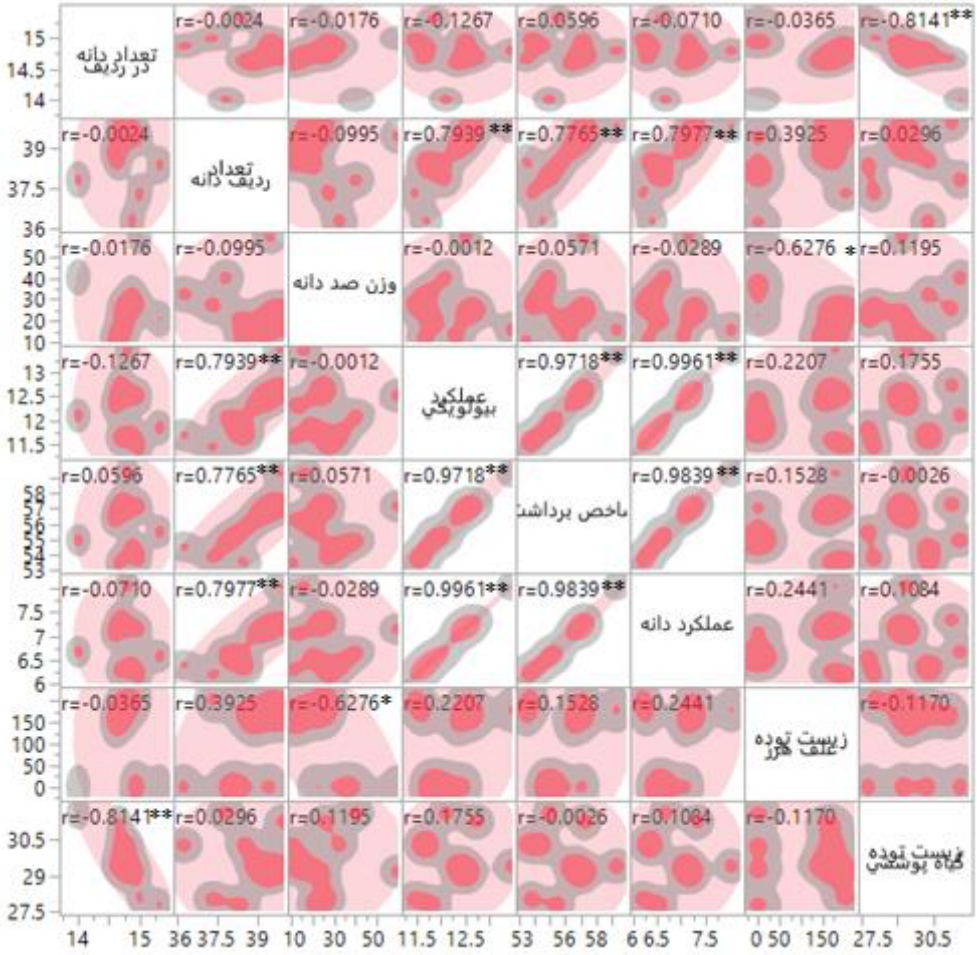
ضریب همبستگی

تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه تحت شرایط فاصله ردیف کاشت و گیاه پوششی در گیاه ذرت نشان داد که عملکرد دانه ارتباط مثبت معنی دار با شاخص برداشت (۰/۹۸)، عملکرد بیولوژیکی (۰/۹۹) و تعداد ردیف دانه در بلال ذرت (۰/۷۹) داشت (شکل ۳). همچنین بین زیست توده کل علف های هرز و وزن صد دانه همبستگی منفی (۰/۶۲-) وجود داشت. از طرفی همبستگی منفی بین زیست توده گیاهان پوششی و تعداد دانه در ردیف بلال ذرت (۰/۸۱-) مشاهده شد (شکل ۳). براساس نتایج حاصل از همبستگی بین صفات مورد ارزیابی می‌توان اظهارداشت که ارتباط بین گیاه پوششی و فاصله‌های ردیف کاشت ۷۵ و ۶۵ سانتی متر با بهبود عملکرد دانه ذرت وجود داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت با گیاه پوششی مختلف در فاصله ردیف کاشت ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر

فاصله ردیف	گیاه پوششی	تعداد دانه در ردیف بلال	عملکرد بیولوژیکی ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪)
۷۵ سانتی‌متر	بدون گیاه پوششی	۳۹/۴۷ a	۱۲/۵۲ ab	۷/۱۵abcd	۵۷/۱۷ abc
	علف کش مایستر	۳۷/۸۲ c	۱۲/۱۰ b	۶/۶۷ bcde	۵۴/۹۵ de
	چاودار	۳۷/۳۲ c	۱۱/۴۳ c	۶/۱۷ e	۵۳/۷۵ e
	ماشک	۳۹/۴۲ a	۱۲/۵۲ ab	۷/۲۲ abc	۵۷/۰۲ cd
	شبدر	۳۹/۹۷ a	۱۲/۷۵ ab	۷/۳۵ ab	۵۷/۳۰ ab
۶۵ سانتی‌متر	بدون گیاه پوششی	۳۶/۲۵ d	۱۱/۷۰ bc	۶/۴۰ cde	۵۴/۵۳ de
	علف کش مایستر	۳۸/۳۸ b	۱۱/۸۵ bc	۶/۵۸ bcde	۵۵/۵۰ de
	چاودار	۳۹/۸۲ a	۱۳/۴۸ a	۸/۰۵ a	۵۹/۳۵ a
	ماشک	۳۸/۵۲ b	۱۱/۶۳ bc	۶/۲۸ de	۵۳/۴۵ e
	شبدر	۳۸/۹۳ b	۱۲/۳۳ b	۷/۰۵ abcde	۵۶/۳۲ d

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح P=0.05 ندارند.



شکل ۳- ضریب همبستگی به‌همراه توزیع داده‌ها در ماتریس ارتباط بین صفات مورد ارزیابی (* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد)

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج حاصل چنین استنباط می‌گردد که اثر فاصله ردیف کاشت ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر در تیمارهای مختلف گیاه پوششی به‌همراه علف‌کش مایستر پاور (۱/۵ لیتر د هکتار) اثر معنی‌داری روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه و همچنین کنترل جمعیت علف‌های هرز ذرت داشت. با توجه به نتایج حاصل بین بیوماس گیاه پوششی چاودار، شبدر و ماشک گل خوشه‌ای در فاصله ردیف کاشت‌های ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین عملکرد دانه تری وی کراس ۶۴۷ در فاصله ردیف کاشت ۶۵ سانتی‌متر در گیاه پوششی چاودار بود. مطابق نتایج آنالیز همبستگی، ارتباط منفی معنی‌دار بین زیست توده علف هرز با وزن صد دانه و زیست توده گیاه پوششی با تعداد دانه در ردیف بلال بود. چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از گیاهان پوششی با رعایت مناسب فاصله ردیف کاشت می‌تواند نقش بسیار مهمی در کنترل جمعیت علف‌های هرز داشته باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از رئیس و معاون پژوهشی و فناوری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) که در اجرای این تحقیق ما را یاری نمودند نهایت تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

Akbari P, Herbert S.J, Hashemi M, Barker A.V and. Zandvakili O.R. 2019. Role of cover crops and planting dates for improved weed suppression and nitrogen recovery in notill systems. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(14), 1722-1731.

Bararpour MT and Abdollahi A. 2000. Velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*) Interference and control. *Z.* Ptlkrankh, Ptlschuts, Sonderh, XVII, 589-594.

Blair A, Ritz B, Wesseling C and Freeman LB. 2015. Pesticides and human health. BMJ Publishing Group Ltd.

Brust J, Claupein W and Gerhards R. 2014. Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. Crop Protection, 63: 1-8.

Boyd N.S, Brennan E.B, Smith R.F and Yokota R. 2009. Effect of seeding rate and planting arrangement on rye cover crop and weed growth. Agronomy Journal, 101: 47–50.

Carruthers K, Prithiviraj B, Cloutier Q, Fe D, Martin R.C and Smith D.L. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. European Journal of Agronomy, 12: 103-115.

Campiglia E, Paolini R, Colla G and Mancinelli R. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Research, 112: 16-23.

Compigla E, Mancinlli R, Radicetli E and Caparali F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization. Crops Protection, 29: 354-363.

Clark A. 2007. Managing cover crops profitably, 3rd Edition: Beltsville, Maryland: Sustainable Agriculture Network, USDA-SARE. 244 Pages.

Dadashi F. 2013. Soybean and wheat cover crops effects on weed control of corn under different fertilizersources. MS.c. thesis Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran. (In Persian).

Daramola OS, Adeyemi OR, Adigun JA and Adejuygbe C. 2020. Influence of row spacing and weed control methods on weed population dynamics in soybean (*Glycine max* L.). International journal of pest management, 66(4): 289-297.

Edalat M, Shahrasebi S, Kazemeini S. A and Emam Y. 2017. Influence of undersown wheat and barley on weed control, growth and yield of rapeseed at various levels of nitrogen. Journal of Crop Production and Processing, *6*(22), 93-104. (in Persian).

FAO. Food and Agriculture Organization. 2017. http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E, Available at 11/05/2013.

Fisk J.W, Hesterman O.B, Shrestha A, Kells J.J, Harwood R.R, Squireand J.M and Sheaffer C.C. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. Agronomy Journal, 93:319-325.

Gabriel J.L and Quemada M. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. European Journal of Agronomy, 34(3), 133-143.

Ghadiri H and Bayat M.L. 2004. Effect of row and plant spacing on weed competition with Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural Science and Technology, 6: 1-9.

Grichar W.J, Besler B.A and Brewer K.D. 2004. Effect of rows pacing and herbicide dose on weed control and grain sorghum yield, Crop Protection, 23: 263–267.

Hashemi S. S, Zaefarian F, Farahmandfar E and Bagheri Shiravan M. 2018. Effect of Sowing Dates and Types of Cover Crops on Soybean (*Glycine max* L.) and Weeds Interaction. Agriculture Science and Sustainable Production, 28(2), 167-183. (In Persian).

Hamzei J and A Borbo. 2014. Effect of Different Soil Tillage Methods and Cover Crops on Yield and Yield Components of Corn and Some Soil Characteristics. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 24 (3), 35-47. (In Persian).

Hamzei J, Seyedi M and Babaei M. 2016. Competitive ability of lentil (*Lens culinaris* L.) cultivars to weed interference under rain-fed conditions. Journal of Agroecology, 8(1): 82-94. (In Persian).

Hock S.M, Knezevic S.Z, Martin A and Lindquist J.L. 2006. Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. Weed Science. 54:38–46.

Kavurmaci Z, Karadavut U, Kokten K and Bakoglu A, 2010. Determining critical period of weed-crop competition in faba bean (*Vicia faba*). International Journal of Agriculture and Biology, 12(2), 318-320.

Kruidhof HM, Bastiaans L and Kropff MJ, 2008. Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. Weed Research, 48: 492-502.

Korres N.E and Norsworthy J.K. 2015. Influence of a rye cover crop on the critical period for weed control in cotton. Weed Science, 63: 346–352.

Kudsk P. 2008. Optimising herbicide dose: a straight forward approach to reduce the risk of side effects of herbicides. The Environmentalist, 28: 49-55.

Kunz C, Sturm D.J. Varnholt D, Walker F and Gerhards R. 2016. Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. Plant, Soil and Environment, 62: 60–66.

Kuo S and Jellum EJ. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn yield. Agronomy Journal, 94: 501-508.

Oerke EC and Dehne HW. 2004. Safeguarding production losses in major crops and the role of crop protection. Crop Protection, 23: 275-285.

Olson K, Ebelhar S.A and Lang J.M. 2014. Long-term effects of cover crops on crop yields, soil organic carbon stocks and sequestration. Open Journal of Soil Science, 4(8), 284- 292.

Lemessa F and Wakjira M. 2015. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. Journal of Crop Science and Biotechnology, 18(2), 123-135.

Mafakheri S, Ardakani MR, Mighani F, Mirhadi MJ and Vazan S. 2010. Rye cover crop management affects weeds and yield of corn (Zea mays L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj- Napoca, 38(3):117-123.

Mohammadi GHR and Eghbal ghobadi M. 2010. The effects of different autumn-seeded cover crops on subsequent irrigated corn response to nitrogen fertilizer. Agricultural Sciences, 1(3), 148-153.

Najafi M. 2014. Non-chemical methods of weed management. Pak Pendar Press, Karaj, Iran 320 pp.

Nichols V, Verhulst N, Cox R and Govaerts B. 2015. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. Field Crops Research, 183: 56-68.

Powles SB. 2018. Herbicide resistance in plants: Biology and Biochemistry.CRC. Press.

Ranum P, Pena-Rosas JP and Garcia-Casal MN. 2014. Global maize production utilization and consumption. Annuals of the New York Academy of Sciences, 1312:105-112.

Ribaut JM, Betran J, Monneveux P and Setter T. 2012. Drought tolerance in maize. In: Bennetzen JL and Hake SC (Eds.), Handbook of Maize: Its Biology. Springer, New York, pp. 311–344.

Rich AM and Renner KA. 2007. Row spacing and seeding rate effects on eastern black nightshade (Solanum ptycanthum) and Soybean. Weed Technology, 21(1):124-130.

Roggenkamp G.J, Mason S.C and Martin A. R. 2000. Velvetleaf (Abutilon theophrasti) and green foxtail (Setaria viridis) response to corn (Zea mays) hybrid. Weed Technology, 14: 304-311.

Sarabi V, Nassiri Mahallati M, Nezami A and Rashed Mohassel MH, 2010. The effect of relative emergence time and density of common lambsquarters (Chenopodium album L.) on corn (Zea mays L.) grain andbiological yield. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(5): 862-870. (In Persian).

Schonbeck M. 2005. Cover cropping: On-farm, Solar-powered Soil Building. Virginia Association for Biological Farming Information Sheet.

Shrestha A. 2004. Manipulations in planting patterns for weed management in row crops. Weed Technology, 15:517-522.

Smith A.N, Reberg-Horton C, Place G.T, Meijer A.D, Arellano C and Mueller J.P. 2011. Rolled rye mulch for weed suppression in organic no-tillage soybeans. Weed Science, 59: 224-231.

Sturm D.J, Peteinatos G and Gerhards R. 2018. Contribution of allopathic effects to the overall weed suppression by different cover crops. Weed Research, 58(5), 331-337.

Uchino H, Iwama K. Jitsuyama Y, Yudate T and Nakamura S. 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic–based cropping systems. Field Crops Research, 113(3, 4), 342-351.

Uchino H, Iwama K, Jitsuyama Y, Ichiyama K, Sugiura E, Yudate T, Nakamura S and Gopal J. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression organic and rotational cropping system, 1. Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. Field Crops Research, 127: 9-16.

Theasdale J.R. 1998. Influence of corn (Zea mays) population and row spacing on corn and velvetleaf (Abutilon theophrasti) yield. Weed Science, 46: 447-453.

Yousefi A.R, Oveisi M and Gonzalez-Andujar J.L. 2014. Prediction of annual weed seed emergence in garlic (Allium sativum L.) using soil thermal time. Horticulture Science, 168: 189-192.