مقاله کامل علمی-پژوهشی

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد چهاردهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰
۶۵-۸۴
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/EJCP.2022.18807.2400

کمّی سازی روابط بین عملکرد دانه و تنوع زیستی گیاهی با متغییرهای اقلیمی و عوامل مدیریتی (مطالعه موردی: مزارع کلزای شهرستان گرگان)

سحر جنتی عطایی[۱]، همت اله پیردشتی[۲]، حسین کاظمی[۳*]، معصومه یونس آبادی[۴]، راضیه شاهی مریدی[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد در رشته زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۲]استاد، گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
[۳]دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[۴]استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، گرگان، ایران
[۵]دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: کلزا (*Brassica napus* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاه روغنی، سومین منبع تامین‌کننده روغن و کنجاله در جهان می‌باشد. در حالی که بخش عمده‌ای از روغن نباتی مورد نیاز کشور از خارج تامین می‌شود، این گیاه با داشتن عملکرد مناسب و سازگاری با مناطق مختلف اقلیمی، می‌تواند نقش مهمی در افزایش تولید روغن و کنجاله مورد نیاز کشور ایفا کند، هرچند قابلیت تولید دانه و درصد روغن در ارقام کلزا، تحت تاثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد. بنابراین، شناخت ارتباط بین شاخص‌های تولید محصول و متغییرهای محیطی و مدیریتی برای دست‌یابی به عملکرد پایدار ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش کمّی‌سازی روابط بین متغییرهای اقلیمی و عوامل مدیریتی با تنوع‌زیستی گیاهی و عملکرد دانه کلزا در مزارع شهرستان گرگان بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به‌صورت پیمایشی در ۵۸ مزرعه شهرستان گرگان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. اطلاعات مدیریتی هر مزرعه از قبیل سابقه کشاورزی، نوع تناوب زراعی، میزان مصرف کودهای شیمیایی و سموم، نوع ادوات خاک‌ورزی، میزان بذر مصرفی، ادوات سم‌پاشی، ادوات کاشت و سایر اطلاعات بهره‌برداران، در قالب پرسش‌نامه و از طریق مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان جمع‌آوری گردید. همچنین، عملکرد هر مزرعه ثبت شد. برای جمع‌آوری اطلاعات هواشناسی مورد نیاز این مطالعه، از ایستگاه‌های باران‌سنجی و هم‌دیدی مستقر در سطح استان گلستان استفاده شد. این داده‌ها از اداره کل هواشناسی استان گلستان تهیه شدند. متغییرهای اقلیمی مورد مطالعه عبارت بودند از: بارش سالانه، دمای سالانه کمینه، دمای سالانه بیشینه و دمای متوسط سالانه. سپس داده‌های جمع‌آوری شده در محیط Excel آماده‌سازی شدند. در گام بعدی به منظور تعیین ارتباط بین عملکرد و تنوع زیستی گیاهی با عوامل اقلیمی و مدیریتی، از تحلیل تطبیقی RDA[1] در نرم‌افزارCanoco نسخه ۴/۵ استفاده شد.

*مسئول مکاتبه: hkazemi@gau.ac.ir.com

1. Redundancy Analysis

یافته‌ها: نتایج نشان داد عوامل مدیریتی از قبیل سابقه کشاورز، استفاده از کودپاش، استفاده از کود فسفر، نوع رقم (هایولا ۵۰)، کود پتاسیم، کود نیتروژن، خاک‌ورزی با دیسک و مصرف کود دامی تأثیر زیادی بر عملکرد دانه داشتند. زیرا این عوامل زاویه نزدیک‌تری با بردار عملکرد کلزا داشتند. اما عواملی مانند، آتش زدن بقایای محصول قبل، کودپاشی به‌صورت دستی، استفاده از رقم آر جی اس، کاشت بذر به‌صورت دستی و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار، اثر معکوس بر عملکرد کلزا داشتند. در بین عوامل اقلیمی بارش سالانه، مهم‌ترین عامل اقلیمی تاثیر گذار بر عملکرد دانه بود، در حالی‌که سایر عوامل مانند دماهای متوسط، بیشینه و کمینه نسبت به عامل بارش، از اثرگذاری کم‌تری برخوردار بودند. همچنین، دامنه تغییرات شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و عکس سیمپسون به‌ترتیب، ۲/۲-۰/۹، ۰/۴۶-۰/۱۱ و ۴/۹-۲/۱ محاسبه شد. براساس خروجی نرم افزار Canoco ، متغییر بارش سالانه بر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در مزارع کلزا تأثیر مثبتی داشت.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، براساس نتایج به‌دست آمده با مصرف بهینه کود نیتروژن، مدیریت مطلوب گیاهان‌هرز و بیماری‌ها، مصرف مناسب بذر، انتخاب تاریخ کشت مناسب، انتخاب رقم‌های مناسب و با ضدعفونی بذر می‌توان عملکرد محصول کلزا را در مزارع گرگان افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های تنوع زیستی، عملکرد، عوامل اقلیمی، عوامل مدیریتی، RDA.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) در بسیاری از مناطق جهان یک زراعت مهم اقتصادی به شمار می‌آید و سومین منبع تامین‌کننده روغن و کنجاله جهان است (۵۴). از سال ۱۹۷۴ تا سال ۲۰۱۴، افزایش چشم‌گیری در تولید سالانه (حدود چهار برابر) در اغلب کشورهای تولیدکننده روی داده است (۱۰). این افزایش در تولید نه تنها در نتیجه افزایش سطح زیر کشت محصول بلکه به دلیل افزایش عملکرد در واحد سطح است. در حال حاضر با توجه به نیاز کشور به کشت و تولید دانه‌های روغنی، ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی، اهمیت این محصول را افزایش یافته و به عنوان یک گیاه با اهمیت جهت تأمین روغن خام مورد نیاز کشور به شمار می‌آید (۲). بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی حدود یک چهارم کلزای کشور در استان گلستان تولید می‌شود (۵). این استان از نظر سطح زیر کشت کلزا رتبه اول در کشور را داراست که با سطح زیر کشت حدود ۵۰۹۸۳ هکتار، ۳۲/۳ درصد از سطح کشت کلزای کشور به این استان تعلق دارد. میزان تولید کلزا در استان گلستان ۱۰۹۱۷۵ تن بوده که ۳۱/۱ درصد از کل تولید کلزا کشور را به خود اختصاص داده است. در این استان ۳۰ درصد مزارع کلزا به صورت آبی و ۷۰ درصد آن به صورت دیم کشت می‌شود و متوسط عملکرد آن ۲/۱۴ تن در هکتار می‌باشد. شهرستان گرگان یکی از مناطق عمده تولید کلزا در استان گلستان می‌باشد که با سطح زیر کشتی حدود ۵۹۷۱ هکتار و میزان تولید ۱۰۴۰۰ تن، از کل کلزای استان را به خود اختصاص داده است (۴۴).

قابلیت تولید دانه و روغن در کلزا تحت تاثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی قرار می‌گیرد (۲۵). یکی از مشکلات عمده کشت کلزا در استان گلستان خلا عملکرد به دلیل حساسیت کلزا به حشرات در زمان گلدهی و همچنین، شیوع بیماری‌های گیاهی به ویژه بیماری ساق سیاه (فوما) و پوسیدگی سفید (اسکلروتینیا) می‌باشد. از جمله محدودیت‌های دیگر می‌توان به عدم وجود ماشین‌آلات مناسب کاشت و برداشت کلزا اشاره کرد که سبب کاهش سطح سبز کلزا و ریزش زیاد آن در مرحله درو می‌شوند و

همچین، عدم وجود علف‌کش‌های مناسب و کمبود بذرهای مورد استفاده اشاره کرد (۱۲). گزارش شده است که عملکرد دانه در دشت‌های شمالی آمریکا اغلب به علت دماهای بالا در اواسط تابستان محدود می‌شود (۱۹). همچنین، یکی از دلایلی که کاهش عملکرد کلزا را در استرالیا توجیه می‌کند، شیوع بیماری‌های گیاهی به ویژه بیماری ساق سیاه (فوما) و پوسیدگی سفید (اسکلروتینیا) است(۲۰). در این راستا لیسون و همکاران (۲۰۰۷)، عوامل محدودکننده عملکرد کلزا را در سه بخش شامل عوامل خاکی، اقلیمی و مدیریتی برآورد کردند. آن‌ها به غیر از بیماری‌ها، عواملی مانند تاریخ کاشت و آب در دسترس به ویژه تنش‌های آبی در آخر فصل، محدودیت‌های ناشی از لایه زیرین خاک برای توسعه ریشه، محدودیت‌های شیمیایی خاک مانند میزان سدیم، شوری و اسیدیته را به عنوان عوامل ایجادکننده خلا عملکرد کلزا در استرالیا گزارش کردند (۲۶).

امروزه برای استفاده بهینه و پایدار از منابع تولید محصولات کشاورزی نیاز به برنامه‌ریزی و بهره‌برداری مناسب از سرزمین می‌باشد. بهره‌برداری نادرست بیش از هر چیز به ضعف مدیریت عوامل تولید و پایین بودن آگاهی، اطلاعات و مهارت‌های فنی کشاورزان مربوط است. این مسئله به‌ویژه در مورد بهره‌برداران خرد بیش‌تر صادق است (۱۴). بنابراین، توسعه بخش کشاورزی و افزایش بهره‌وری منابع تولید در این بخش نیازمند افزایش دائمی سطح دانش و مهارت مدیران واحدهای بهره‌برداری و تولیدکنندگان کشاورزی است (۸). یزدانی و سبحانی (۲۰۱۰) به بررسی نقش مدیریت، نگرش و دانش فنی کشاورزان کلزا کار شهرستان قوچان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین نگرش کشاورزان نسبت به کشت کلزا و میزان ارتباط آن با منابع ترویجی، رضایتمندی از عوامل اقتصادی و عملکرد محصول همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۵۵).

آندرسون و همکاران (۲۰۰۴) ارتباط بین توزیع مکانی منابع غذایی و الگوی تنوع گونه‌ای را مطالعه کردند. آن‌ها جهت این بررسی، توزیع یون نیترات را اندازه‌گیری و با استفاده از شاخص شانون – واینر به این نتیجه رسیدند که چگونگی فراهمی مواد غذایی در خاک، می‌تواند تعداد گونه‌های یک منطقه را محدود کند (۱). بررسی‌های توماس و دیل(۱۹۹۱)، نشان می‌دهد که ساختار جوامع گیاهان‌هرز به میزان زیادی به شرایط اقلیمی بستگی دارد و درجه‌حرارت و میزان بارندگی نقش قابل توجهی در شکل‌گیری این ساختار دارد. در عین حال پراکندگی جوامع گیاهان هرز در پاسخ به شرایط محیطی، مستقل از یکدیگر می‌باشد (۴۷). تجزیه چند متغیره برای ساختار جامعه گیاهان هرز نشان می‌دهد که عوامل محیطی دارای نقش کلیدی در ساختار پوشش گیاهان هرز می‌باشند (۲۷). در پژوهش انجام شده توسط فرید و همکاران (۲۰۰۸) مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر ساختار گیاهان هرز ۷۰۰ مزرعه در فرانسه، به ترتیب اهمیت، ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی معرفی شدند (۹). هاشمی و همکاران (۲۰۱۱) و شرودر و همکاران (۱۹۹۳) در بررسی خود اظهار نمودند که بافت خاک اثر قابل ملاحظه‌ای بر فلور گیاهان هرز دارد، در مقابل عوامل اقلیمی در مناطق مورد مطالعه بر حضور یا عدم حضور گونه‌های گیاهان‌هرز تأثیر چندانی نداشت (۴۳، ۱۵). مهدی نیا و همکاران (۲۰۰۶) نیز همبستگی متغیرهای فیزیوگرافی و بارندگی را با جوامع گیاهی موجود در حوزه آبخیز بابلرود، با استفاده از GIS بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ارتفاع و بارندگی به‌ترتیب مهم‌ترین عوامل در تفکیک جوامع گیاهی می باشند(۲۹). در همین راستا خادم الحسینی

و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند که پستی و بلندی‌ها و ارتفاع از سطح دریا به‌طور مستقیم روی عوامل محیطی دیگری چون کاهش درجه حرارت مؤثر بوده و به طور غیرمستقیم از طریق تأثیر در تشکیل خاک بر جوامع گیاهی تأثیر می‌گذارند که خود این دو عامل از عوامل تعیین‌کننده پراکنش گونه‌ها می‌باشند (۲۳). همچنین ویلرز – رویز و همکاران (۲۰۰۳) و میرزایی و همکاران (۲۰۰۸) ارتفاع، بارندگی و درجه حرارت را از عوامل محیطی مؤثر در پراکنش تیپ‌های گیاهی معرفی نمودند (۳۵، ۵۲). هرچند قبلا کادمون و دانین (۱۹۹۹) عوامل اقلیمی همچون بارندگی را در توزیع، الگو و فراوانی گونه‌ها و جوامع گیاهی تاثیرگذارتر معرفی کرده بودند (۲۱).

توماس و فریدریک (۲۰۱۹)، بیان نمودند که ظهور و غالبیت گونه‌های مختلف گیاهان‌هرز با تغییر عوامل محیطی و مدیریت‌های زراعی به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۵۱). متقی و همکاران (۲۰۱۱)، پژوهشی به منظور بررسی عوامل مختلف محیطی بر پراکنش و تراکم گیاهان‌هرز باریک برگ غالب در مزارع گندم آبی کشور انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد عامل بارندگی سالانه بر تراکم یولاف وحشی زمستانه و چاودار اثر مثبت و مستقیمی دارد (۳۰). در بررسی تاثیر عوامل محیطی روی مزارع گندم و غلات در غرب مجارستان توسط پینکه و همکاران (۲۰۱۸) مشخص شد که متغییرهای محیطی روی ترکیب برخی گونه‌های مهاجم تاثیر معنی‌داری دارند (۴۱).

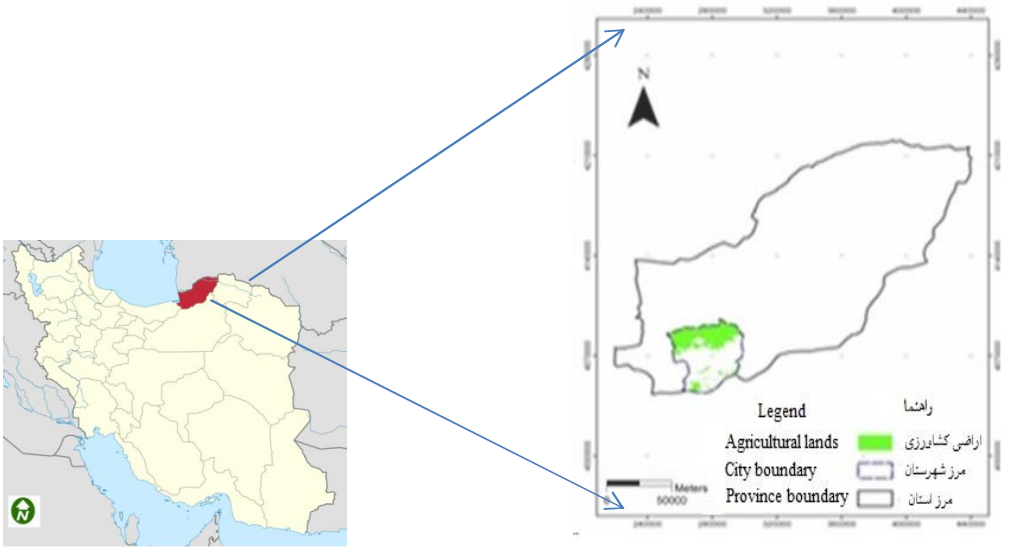
اطلاع از روابط بین متغییرهای مدیریتی و اقلیمی با عملکرد محصول، می‌تواند به مدیریت بهتر مزارع و دست‌یابی به تولید پایدار کمک نماید. بنابراین هدف از این مطالعه، در گام اول کمّی کردن روابط بین متغییرهای اقلیمی و مدیریتی با عملکرد دانه و تنوع‌زیستی گیاهی با استفاده از تحلیل تطبیقی RAD در محیط نرم افزار Canoco و گام دوم شناسایی عوامل محدودکننده عملکرد محصول در کشت‌بوم‌های کلزای شهرستان گرگان بود.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه این پژوهش، زمین‌های کشاورزی شهرستان گرگان بود. این شهرستان در بخش جنوبی استان گلستان واقع شده است که از شمال به شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن و از جنوب به استان سمنان و از شرق به شهرستان علی‌آباد کتول و از غرب به شهرستان کردکوی محدود می‌شود. شهرستان گرگان با متوسط ارتفاع ۱۳۵ متر بالاتر از سطح دریا، در مختصات ۵۴ درجه و ۱۲/۹ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴۴/۹ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰/۶ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۸/۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). وسعت شهرستان گرگان ۱۶۱۵/۸ کیلومترمربع (۷/۹۱ درصد از مساحت استان) می‌باشد. از نظر ویژگی‌های طبیعی، این شهرستان دارای سه ناحیه‌ای جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی می‌باشد. همچنین، از نظر اقلیمی، در نقاط جنوبی این شهرستان اقلیم معتدل و مرطوب و نواحی شمالی اقلیم نیمه مرطوب وجود دارد (۱۲).

نمونه‌برداری از مزارع کلزا: نمونه‌برداری طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در ۵۸ مزرعه تحت کشت کلزا رقم هایولا ۵۰ در شهرستان گرگان انجام شد. بدین منظور موقعیت مزارع زیر کشت کلزا براساس قراردادهای منعقد شده کشاورزان با مراکز خدمات کشاورزی، از مراجع مربوطه اخذ شد و تعداد شش روستا با بیش‌ترین سطح زیرکشت و بهره‌بردار در سطح شهرستان انتخاب شد و تعداد نمونه مورد نیاز برای هر منطقه براساس الگوی W مشخص گردید. پراکنش روستاها در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب شهرستان گرگان انتخاب و در هر روستا حدود ده

مزرعه کلزا در چهار جهت اصلی نسبت به مرکز روستا برای نمونه‌برداری مشخص گردید. بر این اساس در مزارع با مساحت ۲-۰/۵ هکتار، تعداد ۵ کادر ۲۵/ در ۰/۲۵ متر مربعی، در مزارع ۵-۲ هکتار، تعداد ۹ کادر و در مزارع بزرگ‌تر از پنج هکتار، ۱۳ کادر طبق الگوی W (مین‌باشی و همکاران، ۲۰۱۲) جهت نمونه‌برداری گیاهی پرتاب گردید(۲۸).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی زمین‌های کشاورزی مورد مطالعه درشهرستان گرگان، استان گلستان و کشور

Figure 1- The geographical location of the studied croplands and Gorgan County in Golestan province and country

پس از انداختن هر کادر، گیاهان درون هر کادر جمع‌آوری و به تفکیک جنس و گونه دقیقاً شناسایی شدند. چنانچه گیاه‌هرزی قابل تشخیص نبود، آن نمونه را به صورت کامل اطاله کرده و به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان واقع در شهر گرگان ارسال و مشخصات آن شناسایی و ثبت گردید. عملکرد دانه مربوط به هر مزرعه در زمان رسیدگی کلزا برداشت شد. دانه‌ها به‌طور کامل از شاخ و برگ جدا و درون پاکت کاغذی ریخته شد. سپس برای کاهش رطوبت دانه‌ها، پاکت‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۵۸ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از اطمینان از خشک شدن کامل دانه‌ها، نمونه‌ها با استفاده از ترازو اندازه‌گیری و نتایج حاصله یادداشت شد. در این مطالعه برای تعیین موقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری شده از GPS مدل GarminMap60، استفاده شد.

جمع‌آوری اطلاعات اقلیمی و مدیریتی مزارع: اطلاعات مدیریتی هر مزرعه از قبیل نوع سابقه کشاورز، تناوب زراعی، میزان مصرف کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، نوع ادوات خاک‌ورزی، میزان بذر مصرفی، ادوات سم‌پاشی، ادوات کاشت و سایر اطلاعات بهره‌برداران، در قالب پرسش‌نامه و از طریق مصاحبه چهره به چهره با کشاورزان جمع‌آوری گردید. برای جمع‌آوری داده‌های هواشناسی مورد نیاز این مطالعه از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک (همدیدی) و اقلیم‌شناسی استان گلستان استفاده شد (جدول ۱). این اطلاعات از اداره کل هواشناسی استان گلستان تهیه شدند. در این پژوهش متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه عبارت بودند: بارش سالانه، دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای متوسط سالانه.

جدول۱-اطلاعات مکانی ایستگاه‌های هواشناسی مورد استفاده واقع در استان گلستان

Table 1-Spatial information of used meteorological stations of Golestan province

ردیف Row	نام ایستگاه Station name	طول جغرافیایی (درجه) Longitude(degrees)	عرض جغرافیایی (درجه) Latitude (degrees)	ارتفاع از سطح دریا (متر) Elevation (meters)
1	هاشم آباد گرگان Hashem Abad Gorgan	54.2	36.8	13.3
2	گنبد کاووس Gonbad-e Kavous	55.2	37.3	37.2
3	کلاله Kalaleh	55.5	37.4	128.8
4	مراوه تپه Maraveh Tappeh	56	37.9	460
5	علی آباد کتول Aliabad Katul	54.8	36.9	184
6	فرودگاه گرگان Gorgan Airport	54.3	36.8	1.5
7	بندر ترکمن Bandar-e Torkaman	54	36.8	20

اندازه‌گیری تنوع زیستی گیاهی: در این مطالعه شاخص‌های شانون-واینر (رابطه ۱)، سیمپسون (رابطه ۲)، عکس سیمپسون (رابطه ۴)، به شرح زیر محاسبه شدند (۷، ۲۸).

رابطه ۱:
$$H'=-\sum_{i=1}^{s}P_i\ln P_i$$

که در آن H': تحت عنوان شاخص تنوع گونه‌ای شانون -واینر نامیده می‌شود، Pi: سهم افراد در گونه i ام نسبت به کل نمونه است که به صورت $P_i=\frac{n_i}{N}$ تعریف می‌شود و به آن نسبت گونه‌ای هم گفته می‌شود و S: تعداد گونه‌ها می‌باشند.

رابطه ۲:
$$D=\sum_{i=1}^{s}p_i^2$$

D: شاخص سیمپسون و Pi: سهم گونه i ام در جامعه **می‌باشند.**

از آن‌جا که با زیاد شدن D، تنوع کاهش می‌یابد، بنابراین شاخص تنوع سیمپسون به طور معمول به صورت D-۱ بیان می‌شود. مقدار این شاخص بین صفرتا ۱ متغیراست و برای محاسبه این شاخص در یک جامعه محدود از رابطه زیراستفاده می‌شود:

رابطه ۳:
$$1-\hat{D}=1-\sum_{i=1}^{s}\left[\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}\right]$$

D-۱: شاخص تنوع سیمپسون، ni: تعداد افراد گونه i ام در جامعه، N: تعداد کل افراد در نمونه و S: تعداد گونه‌ها در نمونه **می‌باشند.**

رابطه ۴:
$$\frac{1}{D}=\frac{1}{\sum P_i^2}$$

1/D: عکس شاخص سیمپسون و Pi: سهم گونه i ام در جامعه **می‌باشند.**

تعیین رابطه بین عملکرد دانه و تنوع زیستی با عوامل مدیریتی و متغییرهای اقلیمی: جهت تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی و مدیریتی با داده‌های گیاهی از نرم افزار Canoco نسخه ۴/۵ و تحلیل تطبیقی RDA استفاده شد. این تحلیل جهت تفسیر گرافیکی رابطه عملکرد و شاخص‌های تنوع زیستی با عوامل مدیریتی و اقلیمی استفاده شد در جدول (۲) اختصارات استفاده شده در تحلیل شرح داده شده است. تحلیل تطبیقی RDA از روش‌های مستقیم

رسته‌بندی است. در این روش داده‌های گیاهی و داده‌های محیطی به‌طور هم‌زمان برای استخراج شیب تغییرات محیطی و ارتباط گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی و مدیریتی استفاده می‌شوند. در حال حاضر این تحلیل از پر استفاده‌ترین روش‌های رسته‌بندی در تحلیل الگوهای جوامع گیاهی است. در این روش هم‌زمان گونه‌ها، واحدهای نمونه برداریو متغیرهای محیطی رسته‌بندی می‌شود و ارتباط بین گونه‌ها، ارتباط بین واحدهای نمونه‌برداری، ارتباط بین متغیرهای محیطی و همچنین، ارتباط گونه‌ها با متغیرهای محیطی و ارتباط واحدهای نمونه‌برداری با متغیرهای محیطی به‌دست می‌آید. در این تحلیل واحدهای نمونه‌برداری و گونه‌ها بر مبنای میانگین‌گیری معکوس رسته‌بندی می‌شوند و سپس در یک رگرسیون چندگانه، ارتباط مکان واحدهای نمونه‌برداری روی محورها با متغیرهای محیطی بررسی می‌شود (۵۰).

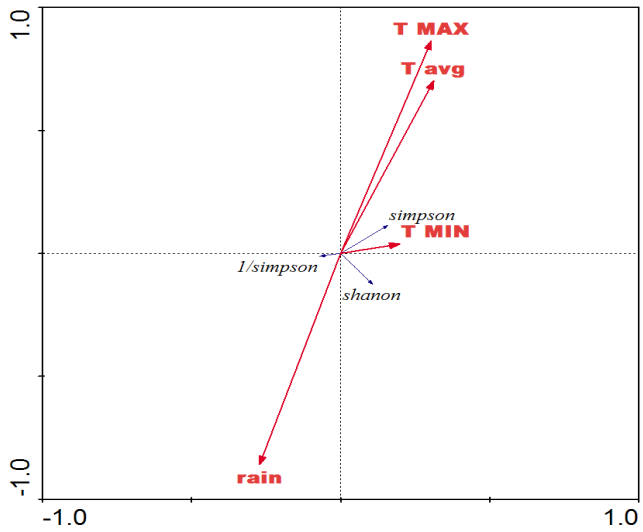
جدول ۲- اختصارات عوامل محیطی و مدیریتی

Table 2- Abbreviation of management and environmental vraibles

اختصار Abbreviation	معادل فارسی Persian equivalent	معادل انگلیسی English equivalent	اختصار Abbreviation	معادل فارسی Persian equivalent	معادل انگلیسی English equivalent
TMAX	دمای بیشینه	maximum temperature	F.C	تناوب آیش. کلزا	canola – Fallow rotation
TMIN	دمای کمینه	minimum temperature	S.C	تناوب سویا. کلزا	Soybean-canola rotation
Tavg	دمای متوسط	Average temperature	B.C	تناوب باقلا. کلزا	Faba bean – canola rotation
rain	بارش	rainfall	N	کود نیتروژن	Nitrogen fertilizer
shanon	شاخص تنوع شانون–واینر	Shannon -Wiener Index	P	کود فسفر	Phosphorus fertilizer
simpson	شاخص سیمپسون	Simpson Index	K	کود پتاسیم	Potassium fertilizer
1/simpson	شاخص تنوع عکس سیمپسون	Simpson Reverse Index	A.F	کود دامی	manure fertilizer
A.H	سابقه کشاورزی	Agricultural history	L.F	کود مایع	Liquid fertilizer
L.R	ردیف کار	Sowing with machine	F.M	استفاده از کودپاش	Use of fertilizer
H.P.S	کاشت بذر با دست	Sowing with labor	M.F	کودپاشی با دست	Manual Fertilization
Hyola 50	رقم هایولا۵۰	Hyola 50 cultivar	G.H	گراس کش	Grassy weeds herbicide
Rgs	رقم آر جی اس	RGS cultivra	T.S	سم پاشی توسط ماشین‌آلات	Spraying by machines
A.O.S	مقدار بذر مصرفی	The amount of seed consumed	H.S	سم پاشی توسط دست	Hand spraying
W.C	تناوب گندم. کلزا	Canola- wheat rotation	Insecticide	حشره کش	Insecticide
R.F	کاشت دیم	Rainfed farming	Fungicide	قارچ کش	Fungicide
Fire	آتش زدن بقایای کشت قبل از کلزا	Burning of crop residues before canola	Well	آبیاری توسط چاه	Irrigation by well
Tillage	خاکورزی اولیه (گاوآهن برگرداندار)	Primary tillage (moldboard plow)	H.w	وجین دستی	Hand weeding
Disk	خاکورزی با دیسک	tillage Disc	Yield	عملکرد	Yield

نتایج و بحث

رابطه بین تنوع زیستی گیاهی با عوامل اقلیمی: در این مطالعه دامنه تغییرات شاخص‌های تنوع شانون–واینر، سیمپسون و عکس سیمپسون به ترتیب، ۲/۲–۰/۹، ۰/۴۶–۰/۱۱ و ۴/۹–۲/۱ محاسبه شد. نتایج حاصل از تحلیل RDA نشان داد که محورهای اول و دوم همبستگی بیش‌تری با عوامل اقلیمی داشتند. بر این اساس، متغییرهای دمای متوسط و دمای بیشینه در طول محور اول، بالاتر از سایر عوامل بوده و عواملی مانند بارش و دمای کمینه مقادیر بعدی را در طول این محور داشتند. این نتیجه نشان می‌دهد محور اول وابستگی بیش‌تری به این عوامل دارد، در حالی‌که محور دوم، بیش‌ترین مقادیر را در ارتباط با عوامل دمای بیشینه و بارش داشت (جدول ۳). همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، شاخص غالبیت سیمپسون با توجه به قرار گرفتن در راستای بردار دمای کمینه، دمای متوسط و دمای بیشینه، از این عوامل تأثیرپذیری بیشتری داشته است. این در حالی است که شاخص تنوع شانون –واینر تحت تأثیر عوامل بارش و دمای کمینه قرار گرفته است. با توجه به شکل ۲ می‌توان نتیجه گرفت که شاخص عکس سیمپسون نیز با قرار گرفتن در جهت عامل بارش، در ارتباط بیش‌تری با این عامل محیطی می‌باشد. در مطالعه تأثیر تغییرات عوامل محیطی بر شاخص‌های تنوع در مزارع گندم گرگان، کامکار و همکاران (۲۰۱۴)، اثر بارش و دمای کمینه را روی شاخص غالبیت سیمپسون و بارش و دمای متوسط را در ارتباط با شاخص شانون–واینر و عکس سیمپسون در جهت مثبت گزارش نموده‌اند (۲۲). در همین راستا توماس و دیل (۱۹۹۱)، ساختار جوامع گیاهان هرز را به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط اقلیمی دانستند و گزارش کردند که درجه حرارت و میزان بارندگی در بهار و تابستان نقش قابل توجهی در شکل‌گیری این ساختار دارد. آنان عقیده داشتند که پراکندگی جوامع گیاهان هرز در پاسخ به شرایط محیطی مستقل از یکدیگر می‌باشند (۴۷).



شکل ۲- نمودار شاخص‌های تنوع زیستی گیاهان هرز مزارع کلزا در ارتباط با عوامل اقلیمی براساس تحلیل تطبیقی RDA

Figure 2-Graph of biodiversity indices of weeds in canola fields in relation to climatic factors based on RDA

جدول ۳-مقدار همبستگی متغیرهای مورد ارزیابی با محورها در تحلیل RDA

Table 3- The correlation value of the evaluated variables with the axes in the RDA analysis

عوامل اقلیمی Climatic factors	محور اول First axis	محور دوم Second axis	محور سوم Third axis
دمای متوسط Tavg	0.312	0.701	0.447
دمای بیشینه TMAX	0.303	0.863	0.224
بارش Rain	-0.272	-0.859	-0.103

رابطه بین تنوع زیستی گیاهی با عوامل مدیریتی: طبق نتایج به‌دست آمده، همبستگی بین عوامل مدیریتی و شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی در سه محور RDA بالا بود. این نتایج پیشنهاد می‌کند که رابطه معنی‌داری بین عوامل مدیریتی و شاخص‌های تنوع گیاهی وجود دارد. از جمله عواملی که در محور اول بیش‌ترین تأثیر را روی این شاخص‌ها داشتند عبارت بودند از سابقه کشاورزی، استفاده از باریک‌برگ کش‌ها، سم‌پاشی با ماشین‌آلات، اجرای تناوب گندم-کلزا، مصرف کود دامی، وجین دستی، تناوب آیش-کلزا و سویا-کلزا. در محور دوم بیش‌ترین مقادیر در ارتباط با عوامل سابقه کشاورزی، روش‌های کوددهی، استفاده از کود فسفر و کود دامی مشاهده شد (جدول ۳). استفاده از کود دامی، استفاده از بذر آر جی اس، تناوب‌های آیش-کلزا و سویا-کلزا و استفاده از کود نیتروژن با بردار شاخص شانون-واینر رابطه مستقیمی داشتند و بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر بیش‌تری هم روی این شاخص داشتند ، در حالی‌که عواملی مانند تناوب‌های گندم-کلزا و باقلا-کلزا، استفاده از رقم هایولا ۵۰، مصرف باریک‌برگ کش‌ها و وجین دستی در جهت عکس این شاخص در نمودار قرار گرفتند (شکل ۳) و انتظار می‌رود تأثیر منفی بر روی این شاخص داشته باشند. بنابراین، برای مدیریت بهتر گیاهان هرز در مزارع کلزای شهرستان گرگان به‌کارگیری این عوامل مدیریتی از جمله رعایت تناوب زراعی پیشنهاد می‌گردد. نتایج نشان داد که عواملی نظیر تناوب آیش-کلزا، استفاده از بذر آرجی‌اس و سم‌پاشی دستی مزرعه تأثیر بیش‌تری بر شاخص سیمپسون گذاشته و عوامل استفاده از ردیف‌کار، باریک برگ‌کش‌ها و سم‌پاشی توسط ماشین‌آلات در جهت معکوس روی این شاخص تأثیرگذار بودند. اما در مورد شاخص عکس سیمپسون، عوامل باریک‌برگ‌کش، استفاده از ردیف‌کار، سم‌پاشی توسط ماشین‌آلات، استفاده از بذر هایولا ۵۰، تناوب گندم- کلزا و وجین دستی تأثیر بیش‌تری نسبت به سایر عوامل بر این شاخص داشته‌اند. هرچند عوامل تناوب آیش-کلزا، استفاده از بذر آرجی‌اس و سم‌پاشی به‌صورت دستی، جهتی منفی با بردار این شاخص نشان دادند (شکل ۳). با توجه به نتایج مطالعه کامکار و همکاران (۲۰۱۴)، تغییر گیاهان کشت‌های تابستانه مانند سویا که در تناوب با گندم یا کلزا قرار می‌گیرد، می‌تواند از جمله راهکارهای مبتنی بر مدیریت پایدار گیاهان هرز در منطقه گرگان باشد (۲۲). نراقی و همکاران (۲۰۱۴)، به منظور پیش‌بینی الگوی رویش گیاهان هرز در مزرعه گندم، کلزا و در حالت نکاشت (آیش) در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، بیش‌ترین تراکم خاکشیر (*Sisymbrium sophia*)، کیسه کشیش (*Capsella bursa-pastoris*) و خاکشیر تلخ (*Erysimum* sp.) را در حالت آیش مشاهده نمودند. آن‌ها نتیجه گرفتند که که آیش قبل از محصول اصلی باعث افزایش تراکم و تنوع گیاهان هرز می‌شود (۳۷).

نتایج این پژوهش با نتایج این محققان هم‌سو بود. به‌طور کلی تحقیقات داخلی و خارجی و همچنین، تجربه‌های شخصی کشاورزان نشان داده است که کشت کلزا در تناوب با گندم دارای مزایای متعددی نظیر کاهش جمعیت گیاهان هرز و کاهش آفات و بیماری‌های گندم می‌باشد (۳۶). زارع فیض آبادی و رستم‌زاده (۲۰۱۳) بیش‌ترین وزن خشک گیاهان هرز را در کشت مداوم گندم و کم‌ترین آن را در تناوب گندم–سیب زمینی–گندم–کلزا–گندم گزارش نمودند (۵۶). گزارش شده است چنانچه تناوب زراعی شامل یک محصول زمستانه و در ادامه آن یک محصول تابستانه باشد، تراکم گیاهان هرز افزایش خواهد یافت. اما اگر تناوب در یک دوره چهارساله با دو محصول زمستانه و ادامه آن دو محصول تابستانه طراحی شود، تراکم این گیاهان کاهش خواهد یافت (۳). به‌طورکلی، تناوب زراعی به دلیل ایجاد تنوع در بوم‌نظام زراعی و تغییر گونه‌ای، در کاهش تراکم و تنوع گیاهان‌هرز مؤثر است (۲۴). نتایج این پژوهش هم راستا با این یافته‌ها بود. بنابر پیشنهاد متخصصان گیاهان هرز، از جمله اقدامات زراعی با هدف کاهش جمعیت گونه‌های هرز و افزایش قدرت رقابت گیاه گندم در مقابل گیاهان هرز، گنجاندن گیاهانی مانند کلزا، باقلا، سبزی و صیفی در تناوب می‌باشد (۳۵).

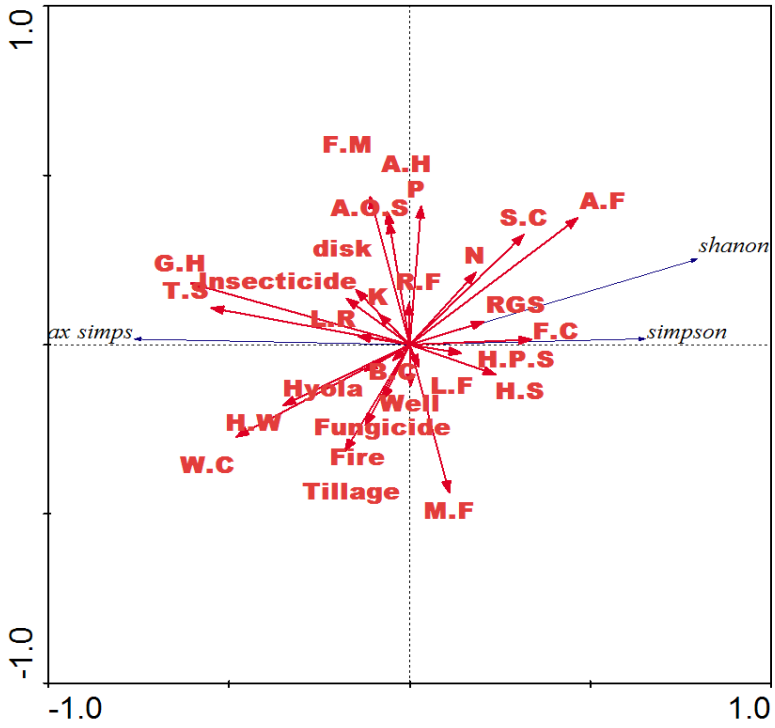
در این مطالعه استفاده از کود دامی با بردار شاخص شانون–واینر رابطه مستقیم و مثبتی داشت (۰/۴۶۵) (شکل ۳). این نتیجه روشن می‌سازد که در مزارعی که کود دامی مصرف نموده‌اند، گیاهان هرز می‌توانند از طریق کود دامی نیز پراکنده شوند. در نتیجه شاخص تنوع شانون- واینر افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش هم راستا با نتایج باقری و همکاران (۲۰۱۳) محققان بود. در مطالعه آن‌ها، ۳۶ نمونه کود دامی را از ۲۰ مزرعه جمع‌آوری و ۴۸ گونه هرز را در آن‌ها مشاهده شد (۶). به‌طورکلی، استفاده از کود دامی در بسیاری از مناطق به ویژه در اراضی کوچک و معیشتی رایج می‌باشد و از مهم‌ترین نگرانی‌های کشاورزان در مورد مصرف کودهای دامی، گسترش گیاهان هرز و بیماری‌های گیاهی است (۴۲).

طبق نتایج به‌دست آمده (شکل ۳)، استفاده از کود نیتروژن در مزارع کلزای گرگان، در جهت افزایش شاخص شانون – واینر و بر تنوع زیستی گیاهان هرز موثر بود (۰/۱۸۲). گزارش شده است که افزایش کود نیتروژن می‌تواند با تحریک رشد یولاف وحشی در رقابت با گندم بهاره، اثرات رقابتی یولاف وحشی را تشدید نماید. سرانجام این مزیت در یولاف وحشی منجر به بهبود کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود (۴۰).

طبق نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، مشخص شد که استفاده از باریک‌برگ کش در مزارع خلاف جهت بردار شاخص‌های شانون – واینر و سیمپسون است (شکل ۳). به عبارتی دیگر، با مصرف علف‌کش از تنوع گونه‌ای و یکنواختی گیاهان‌هرز مزارع کلزا کاسته شد. در همین راستا غلامی و همکاران (۲۰۱۴)، بیان نمودند که مصرف نهاده‌هایی مانند علف‌کش در مزارع به عنوان عامل اصلی ایجاد تغییرات در تنوع گونه‌ای گیاهان‌هرز شناخته می‌شود. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که در مزارع گندم با سابقه مصرف علف‌کش‌ها، تنوع گونه‌ای گیاهان‌هرز کاهش یافته است (۱۳). نتایج حاصل از ارزیابی مصرف علف‌کش‌های انتخابی بر کنترل تنوع زیستی گیاهان هرز در مزارع سیب زمینی، نشان داد که کاربرد سموم علف‌کش نسبت به شاهد، وزن خشک گیاهان هرز را به شدت کاهش داده و تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد داشته است (۳۸).

بر اساس شکل ۳، در مقایسه استفاده از ماشین‌آلات برای سم‌پاشی و سم‌پاشی توسط دست، استفاده از ماشین‌آلات اثر مثبتی روی بردار

شاخص‌های تنوع شانون-واینر و سیمپسون داشت (۰/۲۳۷). در همین راستا، نتایج حاصل از پژوهش ماکنالی و مین‌باشی (۲۰۱۳)، در خصوص ارزیابی علل مدیریت نامطلوب گیاهان هرز در مزارع گندم شمال خوزستان نشان داد که حدود ۳۵ درصد از مزارع گندم با سم‌پاش مناسب و ۶۵ درصد با ادوات نامناسب، سم‌پاشی شده‌اند و این امر موجب کاهش کارایی علف‌کش‌ها شده است. عموماً کمبود ادوات سم‌پاشی مناسب، پایین بودن کیفیت آن‌ها و عدم آشنایی با شیوه‌های درست سم‌پاشی از دیگر عوامل تأثیرگذار در مدیریت نامطلوب گیاهان هرز گزارش شده است (۳۱). در این پژوهش، بردار عامل استفاده از بذر رقم آرجی‌اس دارای جهتی موافق با بردار شاخص‌های تنوع زیستی بود که این نتیجه حاکی از تأثیر معنی‌دار این عامل روی تنوع گیاهان هرز است. این درحالی است که استفاده از بذر هایولا ۵۰، همبستگی کم‌تری را با شاخص‌های تنوع زیستی نشان داد. لازم به ذکر است که هایولا ۵۰ رقمی هیبریدی بوده و بذر آرجی‌اس ، از ارقام آزاد گرده‌افشان کلزا محسوب می‌شود (۳۶). اصولاً کشاورزان به دنبال آن هستند که بذر مورد نظر آنان صفاتی نظیر مقاومت در برابر بیماری‌ها، تحمل به علف‌کش‌ها، بلوغ مناسب، تحمل به غرقابی و کیفیت روغن و کنجاله قابل قبول را داشته باشند. این درحالی است که بنیه اولیه ارقام هیبریدی زمینه رقابت بهتر آن‌ها را با گیاهان هرز فراهم می‌کند (۳۹).



شکل ۳- نمودار شاخص‌های تنوع زیستی گیاهان هرز مزارع کلزا در ارتباط با عوامل مدیریتی برپایه RDA

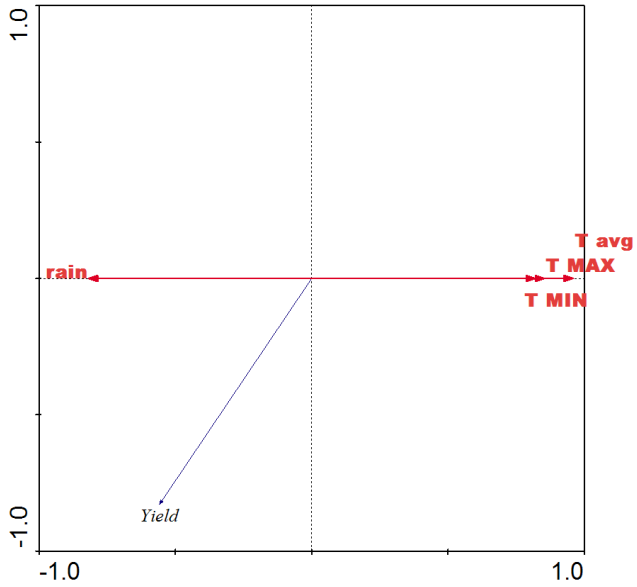
Figure 3- Graph of weed biodiversity indices in canola fields in relation to management factors based on RDA

جدول ۴- مقدار همبستگی متغییرهای مدیریتی مورد ارزیابی با محورها در تحلیل RDA

Table 4- The correlation value of the evaluated management variables with the axes in the RDA analysis

عوامل مدیریتی Management factors	محور اول First axis	محور دوم Second axis	محور سوم Third axis
A.H	-0.0611	0.3918	-0.025
H.P.S	0.1431	-0.0255	0.2398
L.R	-0.1431	0.0255	-0.2398
Hyola 50	0.205	0.0672	0.0046
RGS	-0.1245	-0.0774	-0.1353
A.O.S	-0.0571	0.3629	0.15
W.C	-0.4798	-0.272	0.2273
F.C	0.3365	-0.0153	-0.1363
S.C	0.3159	0.3251	-0.1365
B.C	-0.0468	-0.0471	-0.0493
P	0.0315	0.4087	0.3155
N	0.1827	0.2125	0.1832
K	-0.0852	0.0905	0.1981
A.F	0.4654	0.3747	-0.0292
L.F	0.0242	-0.0644	-0.2821
F.M	-0.1095	0.4373	-0.2388
M.F	0.1095	-0.4373	0.2388
G.H	-0.6056	0.1809	0.1188
T.S	-0.5492	0.1089	0.0533
H.S	0.2376	-0.0882	-0.2386
Fungicide	-0.0736	-0.1608	-0.2063
Insecticide	-0.1751	0.1364	-0.1073
Well	0.0023	-0.1215	-0.3116
R.F	-0.0023	0.1215	0.3116
Fire	-0.1227	-0.2373	0.3816
Tillage	-0.1784	-0.314	0.0476
disk	-0.149	0.1624	-0.0424
H.W	-0.35	-0.1788	-0.0656

رابطه عملکرد دانه با عوامل اقلیمی: بر اساس نتایج به‌دست آمده وابستگی محور اول به متغیرهای دمای متوسط و دمای بیشینه بیش از بقیه عوامل اقلیمی بود و این دو عامل در طول محور اول بالاتر از سایر عوامل قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین، نتایج حاکی از تأثیر بیش‌تر عامل بارش بر عملکرد دانه بود (۰/۸۱۸-). در حالی‌که دمای متوسط، بیشینه و کمینه نسبت به عامل بارش، از اثرگذاری کم‌تری برخوردار بودند و زاویه بازتری نسبت به عامل بارش داشتند (شکل ۴). در همین راستا، مساعدی و کاهه (۲۰۰۸)، در بررسی تأثیر بارندگی بر عملکرد محصولات گندم و جو در استان گلستان نشان دادند که تأثیر افزایش یا کاهش بارندگی سالانه بر عملکرد گندم در طول محدوده زمان مورد مطالعه (دوره ۲۰ ساله) دارای روند می‌باشد، درحالی‌که در مورد جو نمی‌توان روندی در عملکرد محصول پیدا کرد (۳۳). بر طبق یافته‌های کوچکی و نصیری محلاتی (۲۰۱۶)، اثر متغیرهای اقلیمی بر عملکرد گیاهان زراعی گندم، ذرت، نخود و چغندرقند به‌ازای هر یک سانتی‌گراد افزایش دما در طی کل دوره رشد، بین ۹ تا ۱۷ درصد کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که افزایش دما، طول کل دوره رشد و نیز طول دوره پر شدن دانه را در گیاهان دانه‌ای کاهش خواهد داد و به‌طور متوسط در حدود ۶۰ درصد از تغییرات عملکرد به افزایش دما مرتبط است (۱۸). همچنین، نتایج تحقیقات محمودی و پرهیزکاری (۲۰۱۵)، حاکی از آن بود که به ازای یک درجه افزایش دما و یک میلی‌متر کاهش بارش، عملکرد جو، ذرت، چغندر و یونجه به ترتیب ۱۵، ۲۴، ۱۳ و ۱۷ درصد افزایش و عملکرد کلزا، گندم و گوجه‌فرنگی به ترتیب ۲۰، ۲۹ و ۲۳ درصد کاهش می‌یابد (۳۲).



شکل ۴-نمودار عملکرد محصول کلزا در ارتباط با عوامل اقلیمی برپایه تحلیل RDA

Figure 4- Diagram of canola yield in relation to climatic factors based on RDA analysis

جدول ۵- مقدار همبستگی متغیرهای مورد ارزیابی با محورها در تحلیل RDA

Table 5-The correlation value of the evaluated variables with the axes in RDA analysis

عوامل اقلیمی Climatic factors	محور اول First axis
دمای متوسط T avg	0.9588
دمای کمینه T MIN	0.8211
دمای بیشینه T MAX	0.8545
بارش rain	-0.8189

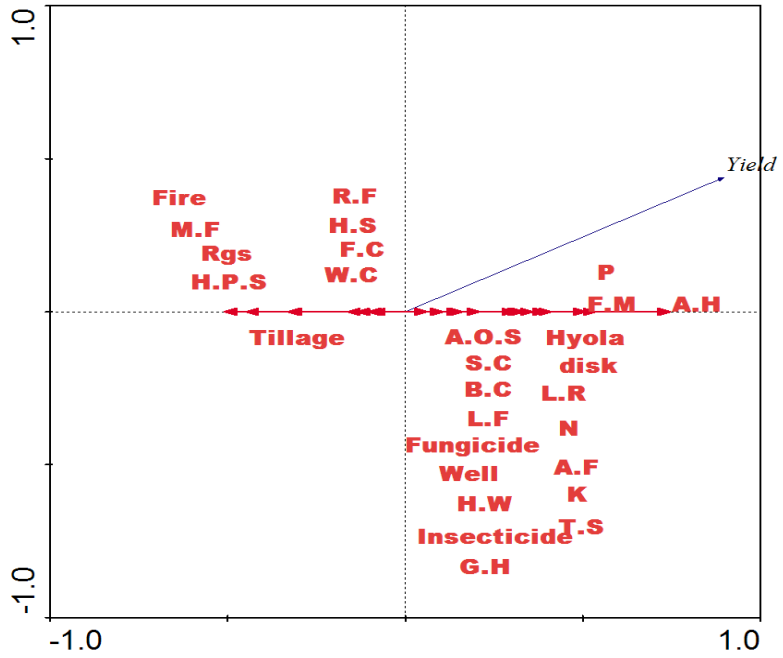
رابطه عملکرد دانه با عوامل مدیریتی: با توجه به جدول ۶، محور اول دارای وابستگی زیادی با عوامل مدیریتی سابقه کشاورزی، استفاده از کود فسفر، کودپاشی دستی، خاک‌ورزی با دیسک، کود پتاسیم، رقم هایولا ۵۰ و کود نیتروژن داشت. همچنین، نتایج نشان داد که از جمله عوامل مدیریتی که تأثیر زیادی روی عملکرد می‌گذارند عبارتند از: سابقه کشاورزی، استفاده از کودپاش، استفاده از کود فسفر، رقم هایولا ۵۰، کود پتاسیم، کود نیتروژن، خاک‌ورزی با دیسک و کود دامی. عوامل نام برده شده زاویه نزدیک‌تری با بردار عملکرد داشتند. در حالی‌که آتش زدن بقایای محصول قبل، کودپاشی با دست، استفاده از رقم آرجی‌اس ، کاشت بذر با دست و خاک‌ورزی برگردان‌دار، روی شاخص عملکرد دانه اثر معکوس داشتند (شکل ۵). همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است عامل سابقه کشاورزی دارای بیش‌ترین همبستگی با عملکرد دانه بود (۰/۷۴۵). در همین راستا، همایون فر و ملک‌دار (۲۰۰۵) در تحقیقی به منظور شناسایی عوامل تعیین‌کننده کشت کلزا در استان مازندران به این نتیجه رسیدند که عواملی نظیر تجربه کشت، تعداد قطعات مزرعه، شرکت در کلاس‌های ترویجی از مهم‌ترین عوامل توسعه سطح کشت کلزا در این منطقه به شمار می‌رود (۱۶). در پژوهشی با هدف سنجش مهارت کشاورزان پیرامون مدیریت خاک زراعی، محققان به این نتیجه رسیدند که بین مهارت‌های

کشاورزان با متغیرهای میزان عملکرد، سطح زیرکشت، مشارکت اجتماعی، دانش و فنآوری خاک ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۴۵).

همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است، کاشت بذر با استفاده از ردیف‌کار تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه داشت. به‌طور کلی، بذر در خاک می‌بایست طوری کاشت شود که از آسیب‌های فیزیکی درامان باشد. در توزیع و کاشت دستی بذرها در زمین، ممکن است کشاورز بتواند در مقدار بذر دخالت داشته باشد، اما کنترلی بر توزیع یکنواخت آن روی ردیف‌ها و رعایت فاصله بین ردیف‌ها نخواهد داشت. بنابراین، تراکم مطلوب حاصل نمی‌شود. در نتیجه با به‌کارگیری ماشین‌های ردیف‌کار مکانیزه، یکنواختی در توزیع بذر، حفظ قوه نامیه و در نتیجه افزایش عملکرد محصول امکان‌پذیر است (۴).

در این پژوهش مشخص شد که عامل آتش زدن بقایای محصول قبل، بر عملکرد دانه اثر معکوس دارد (۰/۴۴۷-) (شکل ۵). از آنجایی که در حال حاضر بیش‌تر خاک‌های زراعی کشور خصوصاً در مناطق خشک با کمبود شدید ماده آلی خاک مواجه است و از طرفی، روش‌های ناصحیح مدیریت شامل سوزاندن و جمع‌آوری بقایای گیاهی باعث کاهش روز افزون ماده‌آلی خاک می‌گردد، این روند در دراز مدت وضعیت خاک‌های زراعی کشور را تهدید می‌کند. در نتیجه روند کاهش عملکرد محصول در زمین‌های زراعی که بقایای گیاهی سوزانده می‌شود، امری طبیعی به نظر می‌رسد (۵۳). زارع فیض‌آبادی (۲۰۱۵) در تحقیقی روی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده سیب زمینی نشان داد که میزان تولید غده‌ها در شرایط تناوبی محصولات مختلف و با برگشت بقایا افزایش می‌یابد (۵۷). به‌طورکلی، سوزاندن بقایای گیاهی به مدت طولانی، علاوه بر اینکه زمین‌های کشاورزی را با کمبود موادآلی مواجه می‌سازد، باعث کاهش عملکرد محصول و مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی برای آماده‌سازی بستر بذر می‌شود (۴۶).

با توجه به شکل ۵، رابطه مثبت بین استفاده از بذر هایولا ۵۰ و عملکرد دانه دیده شد. معمولاً در رقم‌های هیبریدی کلزا، عملکرد دانه حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد بیش‌تر از رقم‌های آزاد گرده‌افشان گزارش شده است. عموماً رقم‌های هیبریدی، دانه و زیست‌توده بیش‌تری تولید کرده و نسبت به رقم‌های آزادگرده‌افشان ارتفاع بیش‌تری دارند. در واقع کشاورزان رقم‌های هیبرید را به دلایلی از جمله عملکرد بیش‌تر، پایداری عملکرد به‌ویژه تحت شرایط نامناسب و ارزش افزوده بالاتر انتخاب می‌کنند (۳۹). در مورد مصرف نیتروژن در زراعت کلزا، جاسینسکا و همکاران (۱۹۹۳)، گزارش دادند که مصرف بیش‌تر کودهای نیتروژن‌دار باعث افزایش درصد نیتروژن دانه کلزا و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردد (۱۷). بنابراین، یافته‌های این آزمایش هم‌سو با گزارش ایشان بود. همچنین، نتایج حاصل از مطالعات طاهرخانی و گلچین (۲۰۰۶) حاکی از آن است که بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن، بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته و بالاترین درصد پروتئین در دانه از بالاترین سطح کودی نیتروژن حاصل شده است (۴۸). با توجه به نتایج پژوهش محمدی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و زیستی در منطقهٔ کردستان، مشخص شد که کمپوست و کود دامی در کنار کودهای شیمیایی باعث فراهمی بیشتر نیتروژن می‌گردد و منابع مختلف کودی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه کلزا دارد (۳۴). در مطالعه‌ای دیگر مشاهده گردید که کوددهی فسفر، رشد گیاه کلزا را بهبود بخشید و جذب نیتروژن و گوگرد را افزایش داد (۱۱).



شکل ۵- نمودار شاخص‌های تنوع زیستی گیاهان‌هرز مزارع کلزا در ارتباط با عوامل مدیریتی (RDA)

Figure 5- Chart of Biodiversity Indicators of canola fields Weeds in Relation to Management Factors (RDA)

جدول ۶- مقدار همبستگی متغیرهای مورد ارزیابی با محورها در آنالیز RDA

Table 6- The correlation value of the evaluated variables with the axes in RDA analysis

عوامل مدیریتی Management factors	محور اول First axis
A.H	0.7457
L.R	0.3246
H.P.S	-0.3246
Hyola 50	0.394
Rgs	-0.3308
A.O.S	-0.1065
W.C	-0.1347
F.C	-0.0909
S.C	0.1571
B.C	0.1614
N	0.3589
P	0.5362
K	0.3965
A.F	0.3081
L.F	0.1528
F.M	0.5082
M.F	-0.5082
G.H	0.2099
T.S	0.3348
H.S	-0.1009
Fungicide	-0.0615
Insecticide	0.1532
Well	0.1047
R.F	-0.1047
Fire	-0.4479
Tillage	-0.1614
disk	0.4313
H.W	0.115

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که از جمله عوامل مدیریتی که تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه در مزارع کلزا می‌گذارند عبارتند از: سابقه کشاورز، استفاده از کودپاش، استفاده از کود فسفر، کود پتاسیم، کود نیتروژن، نوع رقم (هایولا ۵۰)، خاک‌ورزی با دیسک و کود دامی می‌باشند. در حالی که عواملی مثل آتش زدن بقایای محصول قبل، کودپاشی با دست، استفاده از رقم آرجی‌اس ، کاشت بذر با دست و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار، تأثیر عکس بر روی شاخص عملکرد داشتند. همچنین، نتایج حاکی از تأثیر مثبت عامل اقلیمی بارش بر عملکرد دانه بود، در حالی‌که سایر عوامل مانند دمای متوسط، بیشینه و کمینه نسبت به عامل بارش، از اثرگذاری کم‌تری برخوردار بودند. همچنین، همبستگی زیاد و معنی‌داری بین عوامل مدیریتی و شاخص‌های تنوع زیستی در سه محور RDA وجود داشت. به‌طور کلی، شاخص غالبیت سیمپسون با توجه به قرار گرفتن در راستای بردار دمای کمینه، دمای متوسط و دمای بیشینه تأثیر بیش‌تری از این عوامل داشت، اما شاخص تنوع شانون- واینر و عکس سیمپسون تحت تأثیر عامل بارش قرار گرفتند. بنابراین، با مشخص شدن چگونگی ارتباط بین شاخص‌های تولید و تنوع زیستی گیاهان هرز با متغییرهای محیطی و مدیریتی مزارع، گام بعدی رفع عوامل محدودکننده تولید کلزا در شهرستان گرگان از جمله آتش زدن بقایای محصول قبل، خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و استفاده از رقم مناسب جهت دست‌یابی به عملکرد پایدار ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کشاورزان شهرستان گرگان که در این طرح همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند و همچنین، از حمایتهای فنی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان و حمایت مادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Anderson, T.M., McNaghton, S.J., and Ritchie, M.E. 2004. Scale dependent relationship between the spatial distribution if a limiting resource and plant species diversity in an African grassland ecosystem. J. Ecosyst Ecol. 139: 2. 227-287.
2. Azizi, M., Soltani, A., and Khavari Khorasani, S. 2008. Canola. Publication of university of Mashhad. (In Persian)
3. Anderson, R.L. 2003. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great plains. Adv. Agron. 80: 33-62.
4. Agricultural Statistics One Volume. Crops, Crop year. Ministry of Agriculture. Office of Statistics and Information Technology. 133 p. (In Persian).
5. Behdadian, A., Soltani, A., Zeinali, E., and Ajam Norouzi, H. 2012. The effect of crop management on nitrogen nutrition and yield of canola (*Brassica napus* L.) in Gorgan. J. Crop Prod. 6: 2. 185-200. (In Persian).
6. Bagheri, A., Rashed Mohassel, M. H., Rezvani Moghad, P., and Naseri Mohalati, M. 2013.Spatial dynamics of weeds in a field with a periodic history of wheat fallow canola. Weed Res. 5: 2. 121-136.
7. Ejtahadi, H., Sephri, H., and Akafi, H. R. 2009. Biodiversity measurement methods. Ferdowsi University of Mashhad Publications. 245 p. (In Persian).
8. Feali, S., and Pazeshkirad, G.H. 2008. Study of technical knowledge of wheat farmers under the supervision of wheat supervisors, case study of Tehran province. J. Rural. Dev. 27: 2. 92-103. (In Persian)
9. Fried, G., Norton, L.R., and Reboud, X. 2008. Environmental and management

factors determining weed species composition and diversity in France. Agric. Ecosyst. Environ. 128: 68-76.
10. FAOSTAT. 2015. Available online at: http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E. (In Persian)
11. Graciano, C. J.F., Goya, J.L., and Guiamet, J.J. 2006. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of Eucalyptus grandis. Forest Ecol. Manage. 236:1. 202-210.
12. Golestan Governorate. 2014. Land management of Golestan province. Hamoon Data Gostaran Company and the Governor's Office. Section 2. Pp: 239-515.
13. Gholami, J., Ahmadvand, G., and HajiNia, S. 2014. The effect of field area on weed biodiversity of irrigated wheat fields in Meshkabad region in Arak city. Weed Res. 6: 2. 121-134. (In Persian)
14. Haverz, H., Langehin, A., and Copeterz, A. 2002. Agricultural Management (Second Edition), (ed: Dehghanian, S). Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. 325 p. (In Persian).
15. Hashemi, F., Khoshbakht, K., Mahdavi Damghani, A., Vesi, H., and Liaghati, H. 2011. Investigation of agricultural biodiversity in Gachsaran city and the impact of climatic factors on it. J. Agric. Agron. 2: 1. 1-12. (In Persian)
16. Homauni Far, M., and Malek Dar, M. 2005. Investigating the effective factors on the development of canola cultivation in Mazandaran province. J. Ecol Res. 5: 4. 114-122. (In Persian).
17. Jasinska, Z., Malarz, W., Budzunski, W., and Tobala, P. 1993. Effect of the method of applying nitrogen fertilizer in spring on the yield of winter rape. Poste. Nauk. Roluicz, Pola. 40: 6. 33-40.
18. Koocheki, A., and Naseri Mhalati, M. 2016. The Impact of Climate Change on Iran's Agriculture 2 Predicting Crop Production and Adaptation Strategies. Ir. J. Crop Res. 14:1. 1-20. (In Persian with English Abstract)
19. Kutcher, H.R., Warland, J.S., and Brandt, S.A. 2010. Temperature and precipitation effects on canola yields in Saskatchewan. Canada. Agric. Forest Meteod. 150: 4. 161-165.
20. Kirkegaard, J.A., Robertson, M.J., Hamblin, P., and Sprague, S.J. 2006. Effect of blackleg and sclerotinia stem rot on canola yield in the high rainfall zone of southern New South Wales, Aust. J. Agric Res. 57: 2. 201–212.
21. Kadmon, R., and Danin, A. 1999. Distribution of plant species in Israrl in relation to apatial variation in rainfall. J. Veg. Sci. 10: 1. 421-432.
22. Kamkar, B., Bagherani, N., and Razavi, S.A. 2014. Health assessment of wheat agricultural systems in Gorgan based on the diversity of weed, yield and consumption of pesticides. J. Plant Prod. 21:3. 97-115. (In Persian).
23. Khadam Alhosseini, Z., Shkri, M., and Habibiyan, S.H. 2007. Effects of topographic and climatic factors on vegetation distribution in Arsanjan shrublands (Case study: Bonab watershed). Rangeland. 1: 3. 222-236. (In Persian).
24. Kegod, G., Forcella, F., and Clay, S. 1991. Influence of crop rotation, tillage and management inputs on weed seed production. Weed Sci. 47: 175-183.
25. Liu, C., Gan, Y., and Poppy, L. 2014. Evaluation of on-farm crop management decisions on canola productivity. Can. J. Plant Sci. 94: 131-139.
26. Lisson, N.S., Kirkegaard, J.A., Robertson, M.J., and Zwart, A. 2007. What is limiting canola yield in southern New South Wales? A diagnosis of causal factors. J. Exp. Agric. 47: 6. 1435-1445.
27. 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. J. Veg. Sci. 15: 2. 415-422.
28. Min Bashi Moeini, M., Ebtali, E., Esfandiari, H., Adim, H., and Barjasteh, A. 2012. Weed distribution mapping of irrigated wheat in Iran using geographic information system. Res. J.(Pajouhesh and Sazandegi). 95: 3. 22-31. (In Persian).
29. Mahdi Nia, T., Ejtahadi, H., and Sepehri, A. 2006. Correlation of physiographic and rainfall variables with plant communities in Babolrood watershed, Mazandaran province using geographical information

systems. J. Agric Sci. Nat Res. 13:1. 99-107. (In Persian).
30. Motaghi, S., Akbari, G.H., Minbashi, M., Alhadadi, A., Zand, A., and Lotfi, A. 2011. Investigation of abundance of narrow-leaved weeds in the country's irrigated wheat fields and determination of major environmental factors affecting their density. Crop Prod. Technol. 11: 2. 13-24. (In Persian).
31. Maknali, A., and Minbashi, M. 2013. Evaluation of the causes of undesirable weeds management in wheat fields in North Khuzestan. Weed Sci. Karaj, University, Tehran. 4 p. (In Persian).
32. Mahmoodi, A., and Prhizkari, A. 2015. Economic analysis of the effects of climate change on crop yield, cultivation pattern and farmers' gross profit. (Case study of Qazvin plain). Ecol. Dev.Res. 1: 2. 25-40.
33. Mosaedi, A., and Kahe, M. 2008. Investigation of the effect of rainfall on the yield of wheat and barley crops in Golestan province. J. Agric Sci. Nat Res. 15: 4. 206-218.
34. Mohammadi, H., Koocheki, A., and Naseri Mhalati, M., and Jahan, M. 2015. Thesis on ecological health assessment of Iranian agricultural ecosystems. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad. (In Persian).
35. Merzaei, J., Akbari, M., Hosseni, S.M., and Kahzaei, M. 2008. Comparison of biodiversity reactions of herbaceous and woody species to environmental factors in different geographical directions of Zagros forests. Environ Sci. 5:3. 84-85. (In Persian).
36. Ministry of Jihad Agriculture. Agricultural Research and Education Organization. Seed and Plant Breeding Research Institute. Rapeseed production guidelines in the four climates of the country. Oilseeds Research Section. Crop year, 2008. (In Persian).
37. Naraghi, M., Ovaisy, M., and RaiesMohammadi, A. 2014. Predicting the growth pattern of Descurainiasophia weeds Caspellabursa and Erysimumcrassicaule in wheat and canola fields. Environ. Sustain Natural Res. Shahid Beheshti University. 8p. (In Persian).
38. Nasratpor, S.H., Mirshekari, B., and HasanPanah, D. 2012. Evaluation of selected herbicides in phenological growth stages, on biodiversity control of fresh weight and dry weight of weeds and number of potato tubers larger than 55 mm. J. Agric Res. 6 p. (In Persian).
39. Oilseeds Cultivation Development Company. Applied Research and Seed Production Complex (Takato). 2014. http://arc-ordc.ir/index.php/joomla-pages/list-all-categories/2014-10-24-06-29-36/300-2014-10-24-06-33-26.
40. Patterson, D. 1995. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. Weed Sci. 43: 3. 483-490.
41. Pinke, G., Pal, R., Botta, Z. 2018. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble in Western Hungary. J. Biol. 5: 2. 283-299.
42. Rezaei, H. 2013. A review of research on the application of livestock manure in Iranian agricultural lands. J. Land Manage. 1: 1. 55-68
43. Schroeder, D., Mueller-Schaerer, H., and Stinson, C. S. A. 1993. A European weed survey in 10 major crop systems to identify targets for biological control. Weed Res. 33: 5. 449-458.
44. Statistical Center of Iran. 2008. Abstract The results of agricultural census statistic http://amar.golestanmporg.ir/.(In Persian).
45. Shahrodi, A. A., Chizari, M., Baghaei, M., and Karemi, A.H. 2007. Skills of beet growers in the field of sustainable crop management methods Case study of Khorasan Razavi province. J. Agri Ecol. (Special issue of the 6th Iranian Agricultural Economics Conference). 1:3. 361-377. (In Persian).
46. Sharifi, A., YonesiAlmoti, M., Javadi, A., Safari, M., Kafashian, G., Grami, K., and Bagheri, N. 2015. The role of agricultural machinery research and mechanization in food security. Agric Res. Pp: 1-16. (In Persian).
47. Thomas, A.G., and Dale, M.R.T. 1991. Weed community structure in spring-seeded crops in Manitoba. Can. J. Plant Sci. 71: 2. 1069-1080.

48. Taherkhani, M., and Golchin, A. 2006. The effect of different amounts and sources of nitrogen on canola yield and the uptake of potassium and phosphorus from the soil. Agron Sci Plant. 6: 4. 30-45. (In Persian).
49. Tavajo, M., Karimian, N. A., Ronaghi, A., Yasrebi, J., Hamidi, R., and Olema, V. 2015. Effect of phosphorus and boron levels on yield, yield components and grain quality of two canola cultivars under greenhouse cultivation conditions. Sci Technol. 6: 24. 99-112.
50. Tahmasebi, P. 2012. Ordination and its use of natural resources. Univ Press of Shahrekord. 200 p. (In Persian).
51. Thomas, A.G., and Frick, B. 2019. Weed survey in different tillage systems in Southern Ontario field crops. Can. J. Plant Sci. 72: 6. 1337-1347.
52. Villers-Ruiz, L., Trejo-Vazquez, I., and Lopez-Blanco, J. 2003. Dry vegetation in relation to the physical environment in the Baia California Peninsula, Mexico. J. Veg. Sci. 14: 3. 517-524.
53. Wilhelm, W. W., Johnson, J M.F., Hatfield, J L., Voorhees, W.B., and Linden, P. R. 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal. Agron. J. 96: 5. 1-17.
54. Yang, C., Gan, Y., Harker, K.N., Kutcher, H.R., Gulden, R., Irvine, B., and May, W.E. 2014. Up to 32 % yield increase with optimized spatial patterns of canola plant establishment in western Canada. Agron Sustain. Dev. 34: 5. 4. 793-801.
55. Yazdzni, M., and Sobhani, H. 2010. investigation of management, attitude and technical knowledge of canola farmers (case study of Quchan). National Prod. Bojnourd Islamic Azad University, Bojnourd Branch. (In Persian).
56. ZareFaizabady, A., and Rostamzadeh, H.R. 2013. Effect of crop rotation on weed density and biomass and wheat yield. J. Agron. 5: 2. 318-329. (In Persian).
57. Zare Fayzababi, A. 2015. The effect of crop residue management in different periodic systems on tuber yield and damage of potato wireworms. J. Crop Hortic. Sci (Agricultural Sciences and Industries). 29: 4. 582-593. (In Persian).