Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Investigation of plant biodiversity in an agricultural landscape (Case study: Dasht-e-Naz, Sari)

Mostafa Koozehgar Kaleji[1], Hossein Kazemi[*2], Behnam Kamkar[3], Hamid Amirnejad[4], Mohsen Hosseinalizadeh[5]

1. Ph.D. Student in Crop Ecology, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: mostafa.koozehgar@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hossein_k_p@yahoo.com
3. Professor, Dept. of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: behnam.kamkar@gmail.com
4. Professor, Dept. of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. E-mail: hamidamirnejad@yahoo.com
5. Associate Prof., Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: alizadeh_m2001@yahoo.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 02.28.2021
Revised: 04.06.2021
Accepted: 05.03.2021

Keywords:
Agricultural landscape,
Biodiversity,
Patch,
Weed

ABSTRACT

Background and Objectives: The development of intensive agriculture has transformed agricultural landscapes into simple, low-coverage single-product systems similar to semi-natural habitats. This trend has led to a sharp decline in biodiversity and a reduction in the provision of ecosystem services to agriculture. It has been confirmed that among ecosystem services, pest and weed control and pollination have significant impacts on global agricultural production. This study aimed to investigate the plant biodiversity of wheat, rapeseed, barley and triticale fields in an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

Materials and Methods: This experiment was carried out as unbalanced completely randomized design in an agricultural landscape located in Dasht-e-Naz, Sari (Mazandaran province), during crop year 2019-2020. In this study, 26 farms were selected from different plots of autumn crops (rapeseed, wheat, barley and triticale). Sampling of plant biodiversity was performed based on W pattern with 0.5 × 0.5 m^2 quadrate. The samples were transferred to the agronomical research laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources and the flora was determined by genus and species. Then, bidiversity indices including Shannon-Weiner, Margalef, Menhinick, Simpson, Uniformity and Sorenson were calculated using the related equations. In final, based on the results, biodiversity status in the agricultural landscape was analyzed acorrding to status of landscape components including the type patch, corridor, border, etc.

Results: In this study, 25 plant species from 14 plant families were identified that 10 species belonged to narrow-leaved and 15 species belonged to broad-leaved. Among the identified species, *Rapistrum rugosum* L., *Avena ludoviciana* L., *Phalaris minor* L. and *Cirsium arvense* L. were the most abundant. The plant biodiversity in this landscape was in a favorable condition based on Shannon-Weiner index, so that this index for triticale, barley, rapeseed and wheat plots were 2.64, 2.52 and 2.39 and 2.38, respectively. The amount of Menhinick index for autumn crops of rapeseed, barley, wheat and triticale was as 2.86, 2.85, 2.45 and 2.32,

respectively. Also, the highest Simpson index for rapeseed, barley, wheat and triticale plots was equal 0.068, 0.047, 0.070 and 0.052, respectively. Based on our results, the highest similarities according to Sorenson index were related to triticale (1), barley (0.95), wheat (0.95) and rapeseed (0.93), respectively.

Conclusion: In general, the consumption of manure in some plots, the presence of streams and barren lands in the margins of the plots and corridor of trees as windbreak, could affect on biodiversity of the surveyed landscape. The results of this study can be useful for comprehensive weed management program and making decision about control or improve ecosystem services through plant biodiversity.

Cite this article: Koozehgar Kaleji, Mostafa, Kazemi, Hossein, Kamkar, Behnam, Amirnejad, Hamid, Hosseinalizadeh, Mohsen. 2023. Investigation of plant biodiversity in an agricultural landscape (Case study: Dasht-e-Naz, Sari). *Journal of Plant Production Research*, 29 (4), 1-24.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2021.18919.2790
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

بررسی تنوع زیستی گیاهی در یک چشم‌انداز کشاورزی (مطالعه موردی: دشت ناز ساری)

مصطفی کوزه‌گر کالجی[۱]، حسین کاظمی*[۲]، بهنام کامکار[۳]، حمید امیرنژاد[۴]، محسن حسینعلی‌زاده[۵]

۱. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: mostafa.koozehgar@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: hossein_k_p@yahoo.com

۳. استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: behnam.kamkar@gmail.com

۴. استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. رایانامه: hamidamirnejad@yahoo.com

۵. دانشیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: alizadeh_m2001@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۳

واژه‌های کلیدی:
تنوع زیستی،
چشم‌انداز کشاورزی،
قطعه،
گیاهان هرز

چکیده

سابقه و هدف: توسعه کشاورزی فشرده موجب تبدیل چشم‌اندازهای کشاورزی به سامانه‌های تک‌محصولی ساده با پوشش کم، مشابه زیستگاه‌های نیمه‌طبیعی شده است. این روند منجر به کاهش شدید تنوع زیستی و کاهش ارائه خدمات بوم‌سازگان به کشاورزی شده است. در مقیاس جهانی در بین انواع خدمات بوم‌سازگان، کنترل آفات و گیاهان‌هرز و گرده‌افشانی تأثیر قابل‌توجهی بر تولید محصولات کشاورزی جهانی دارد. این مطالعه با هدف بررسی تنوع زیستی گیاهی مزارع گندم، کلزا، جو و تریتیکاله در یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری) انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی نامتعادل در یک چشم‌انداز کشاورزی واقع در منطقه دشت ناز ساری (استان مازندران) در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. در این بررسی ۲۶ مزرعه از قطعات مختلف کشت پاییزه شامل کلزا، گندم، جو و تریتیکاله انتخاب شدند و نمونه‌برداری از وضعیت تنوع زیستی گیاهی با الگوی W و با کوادرات با ابعاد ۰/۵×۰/۵ مترمربعی انجام شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه تحقیقات زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند و فلور گیاهی به تفکیک جنس و گونه تعیین گردید. سپس شاخص‌های تنوع مختلف زیستی شامل شانون- واینر، مارگالف، منهنیک، سیمپسون، یکنواختی و سورنسون با استفاده از معادله‌های مربوطه محاسبه گردید. در انتها براساس نتایج، وضعیت تنوع زیستی در سطح چشم‌انداز کشاورزی با در نظر گرفتن وضعیت اجزای آن شامل نوع قطعات، کوریدور، حاشیه، مرز و غیره تحلیل شد.

یافته‌ها: در این بررسی ۲۵ گونه گیاهی متعلق به ۱۴ خانواده شناسایی شدند که ۱۰ گونه به باریک‌برگ‌ها و ۱۵ گونه به پهن‌برگ‌ها تعلق داشت. از بین گونه‌های شناسایی شده بیش‌ترین فراونی را گیاهان‌هرز شلمبیک (*Rapistrum rugosum* L.)، یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.)، خونی‌واش (*Phalaris minor* Retz.) و کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L.) داشتند. تنوع زیستی گیاهی در این چشم‌انداز براساس شاخص شانون- واینر در وضعیت مطلوب قرار دارد، به‌طوری‌که این شاخص در قطعات تریتیکاله، جو، کلزا و گندم به ترتیب ۲/۶۴، ۲/۵۲، ۲/۳۹ و ۲/۳۸ برآورد شد. شاخص تنوع گونه‌ای منهنیک برای قطعات پاییزه کلزا، جو، گندم و تریتیکاله به ترتیب ۲/۸۶، ۲/۸۵، ۲/۴۵، ۲/۳۲ به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص تنوع گونه‌ای سیمپسون در مزارع کلزا، جو، گندم و تریتیکاله به‌ترتیب ۰/۰۶۸، ۰/۰۴۷، ۰/۰۷۰ و ۰/۰۵۲ بود. براساس نتایج، بیش‌ترین شباهت بر اساس شاخص سورنسون به ترتیب مربوط به تریتیکاله (۱)، جو (۰/۹۵)، گندم (۰/۹۵) و کلزا (۰/۹۳) بود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی مصرف کود دامی در برخی از قطعات چشم‌انداز، وجود نهرهای آب و زمین‌های بایر در حاشیه قطعات و نیز وجود راهرویی از درختان به عنوان بادشکن، توانست بر وضعیت تنوع زیستی چشم‌انداز مورد مطالعه تأثیرگذار باشد. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند در ایجاد یک برنامه مدیریت جامع گیاهان‌هرز و تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش کنترل و یا بهبود ارائه خدمات بوم‌سازگانی توسط تنوع زیستی گیاهی مفید باشد.

استناد: کوزه‌گر کالجی، مصطفی، کاظمی، حسین، کامکار، بهنام، امیرنژاد، حمید، حسینعلی‌زاده، محسن (۱۴۰۱). بررسی تنوع زیستی گیاهی در یک چشم‌انداز کشاورزی (مطالعه موردی: دشت ناز ساری). *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۹ (۴)، ۲۴-۱.
DOI: 10.22069/JOPP.2021.18919.2790

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

چشم‌انداز کشاورزی به عنوان چند نگاره یک نسخه خطی یا دست نوشته‌ای که نوشته روی آن پاک شده و دوباره روی آن نوشته باشند، تعاملات بین تلاش‌های کشاورزان و محیط طبیعی را در یک منطقه توصیف می‌کند (۱). توسعه کشاورزی یکی از عوامل اصلی تغییر چشم‌اندازهاست. طی چند دهه گذشته، توسعه کشاورزی مناطق وسیعی از زیستگاه‌های طبیعی یا نیمه طبیعی را به زمین‌های زراعی تبدیل کرده است (۲، ۳) و تبدیل جوامع گیاهی طبیعی به تک‌محصولی خطر از بین رفتن تنوع زیستی و شیوع آفات را افزایش داده است (۴، ۵). انتظار می‌رود ساده‌سازی چشم‌انداز کشاورزی باعث افزایش تلفات عملکرد و شیوع گونه‌های آفت شود (۶، ۷، ۸). کاهش مداوم تنوع زیستی زمین‌های زراعی در سراسر جهان به‌طور جدی نیاز به توسعه کشاورزی چندبعدی و پایدار دارد (۹، ۱۰).

در چشم‌اندازهای کشاورزی فشرده، گیاهان‌هرز موجود در قطعات جانداران کلیدی بر اساس شبکه‌های تغذیه‌ای محسوب می‌شوند و از عملکردهای اساسی بوم‌سازگان پشتیبانی می‌کنند. حفظ تنوع آن‌ها پیش‌شرط ماندگاری کارکرد بسیاری از گونه‌های مختلف (به عنوان مثال گرده‌افشان‌ها، شکارچیان، دشمنان طبیعی و پرندگان) و ارائه بهتر خدمات بوم‌سازگان است (۱۱، ۱۲، ۱۳). طی سال‌های اخیر، تنوع گونه‌های گیاهان‌هرز در چشم‌اندازهای کشاورزی عمدتاً به‌دلیل روش‌های تولید در کشاورزی فشرده و همراه با کاهش تناوب‌های زراعی، افزایش کوددهی نیتروژن و کنترل گیاهان‌هرز توسط علف‌کش‌های بسیار مؤثر، کاهش یافته است (۱۴، ۱۵). با این‌حال، مطالعات اخیر نشان داده است که افزایش تنوع گیاهان‌هرز تاحدی ممکن است تأثیر مثبتی بر عملکرد بوم‌نظام‌های کشاورزی داشته باشد (۱۶، ۱۷، ۱۸). به عنوان مثال مشخص شده است که گیاهان‌هرز از خدمات بوم‌شناختی مفید مانند فعالیت گرده‌افشانی (۱۹) و جلوگیری از فرسایش خاک (۲۰) پشتیبانی می‌کنند. علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که گیاهان‌هرز ممکن است به عنوان یک میزبان مستقیم برای بسیاری از گونه‌های حشرات یا آفت برگخوار عمل کنند. برخی از آن‌ها منبع غذایی مهمی برای پرندگان زمین‌های کشاورزی می‌باشد (۲۱، ۲۲، ۲۳) و می‌توانند زیستگاهی برای تغذیه و تولیدمثل دشمنان طبیعی آفات فراهم نمایند (۲۴، ۲۵). گزارش شده است که گونه‌های گیاهان هرز از نظر تأمین منابع بی‌مهرگان مفید و پرندگان دانه‌خوار و از نظر عملکرد بوم‌شناختی و هم‌چنین کاهش تولید محصولات زراعی متفاوت هستند (۲۶، ۲۷، ۲۸). زوال ارائه خدمات آن‌ها می‌تواند بوم‌نظام‌های کشاورزی را به شدت وابسته به ورودی‌های خارجی کند که منجر به آسیب‌های قابل‌توجه زیست محیطی می‌شود. به عنوان مثال، استفاده بیش از حد از سموم شیمیایی دفع آفات می‌تواند به آفات ثانویه و تجدید حیات آفات (۲۹) و هم‌چنین کاهش جمعیت گرده افشان‌ها (۳۰) و دشمنان طبیعی منجر شود (۳۱).

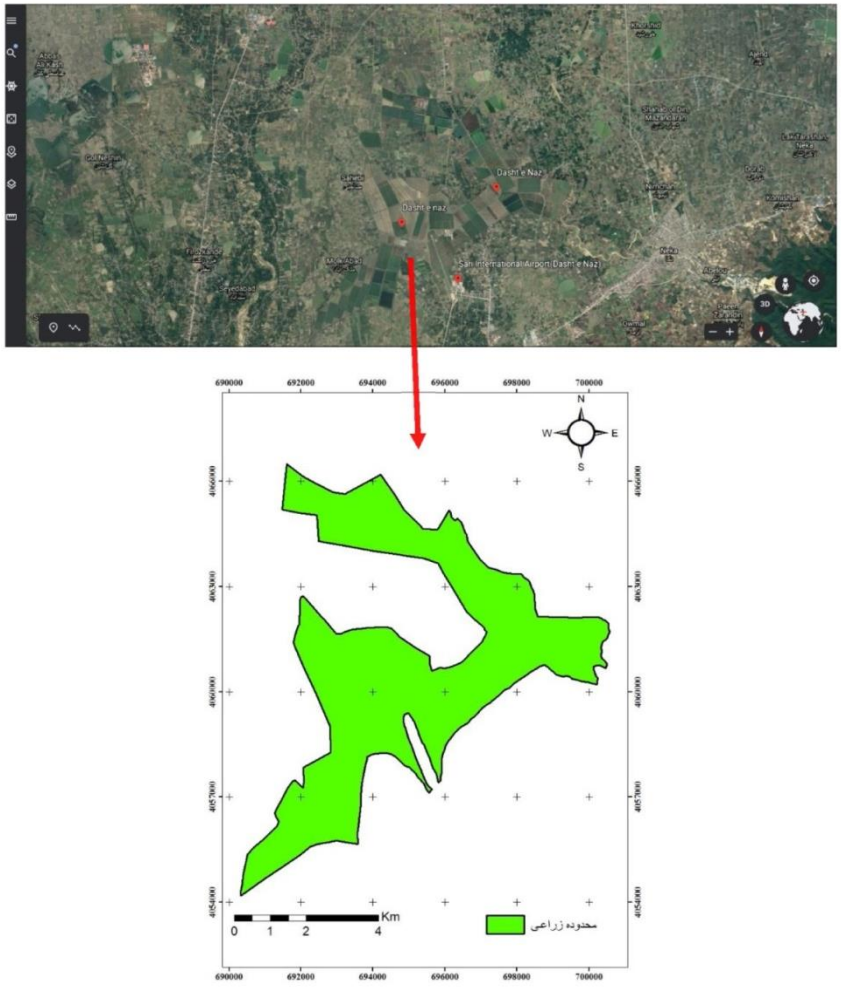
در مطالعه‌ای مشخص گردید که میزان شاخص تنوع شانون–واینر گیاهان‌هرز مزارع غلات ۲/۵ و در نظام کشاورزی متداول ۱/۵ بود (۳۲). هم‌چنین بیش‌ترین تنوع شانون– واینر گیاهان‌هرز در بانک بذر خاک و روی سطح زمین در کشاورزی ارگانیک به‌ترتیب ۲/۶–۳/۲ و در کشاورزی متداول ۲/۳–۳/۱ حاصل گردید که نقش مهم مزارع ارگانیک را در حفاظت از تنوع زیستی نشان می‌دهد (۳۳). در مطالعه ساویکا و همکاران (۲۰۲۰) بالاترین شاخص تنوع زیستی در مزارع تریتیکاله و کم‌ترین در مزارع گندم زمستانه به‌دست آمد و هم‌چنین شاخص سیمپسون بیش‌ترین تنوع زیستی را در مزارع تریتیکاله و کم‌ترین را در مزارع گندم بهاره نشان داد (۳۴).

استان مازندران رتبه اول تا سوم را در تولید ۱۵ نوع محصول کشاورزی در کشور داراست. این استان با داشتن سطح زیر کشت گندم حدود ۵۴۰۰۰ هکتار، جو ۳۴۲۶۷ هکتار، برنج ۱۵۴۷۵۰ هکتار، سویا ۳۲۸۲ هکتار و کلزا با۱۱۸۰۰ هکتار نقش ممتازی در فراهمی و امنیت غذایی کشور ایفا می‌کند (۳۵). در این راستا کشت و صنعت دشت ناز ساری با استفاده از سامانه‌ها و روش‌های پیشرفته کشاورزی و مدیریت یکپارچه، دارای پیشینه طولانی در تولید انواع محصولات کشاورزی می‌باشد. در این شرکت مساحتی بالغ بر ۳۰۰۰ هکتار اراضی کشاورزی جهت کشت محصولات پاییزه و بهاره (گندم، جو، کلزا، تریتیکاله، شبدر، یونجه، سویا و ذرت) هر سال به سطح زیر کشت می‌رود. باتوجه به وجود ویژگی‌های بارز یک چشم‌انداز کشاورزی، وسعت زمین‌های زیر کشت و اجرای مدیریت یکپارچه قطعات و از جمله رعایت تناوب زراعی بلندمدت، زمین‌های این شرکت به‌عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شدند. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تنوع زیستی گیاهی قطعات مختلف کشت پاییزه شامل کلزا، گندم، جو و تریتیکاله در سطح یک چشم‌انداز کشاورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها

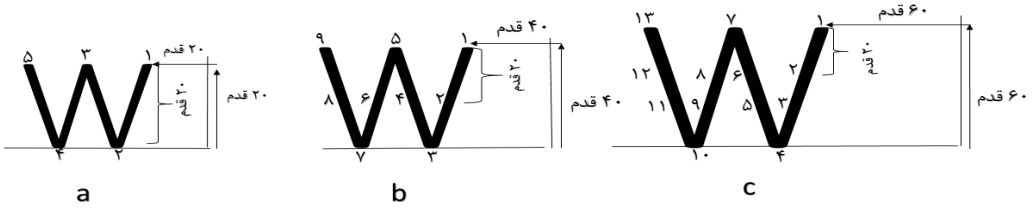
این آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در دشت ناز ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی تا ۵۳ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی، با متوسط ارتفاع ۸ متر از سطح دریا و با آب و هوای معتدل و به در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل اجرا شد (شکل ۱). این مطالعه در قطعات تحت کشت پاییزه گندم، جو، کلزا و تریتیکاله انجام شد. سطح زیر کشت گندم ۴۰۰ هکتار، جو ۲۲۰ هکتار، تریتیکاله ۸۰ هکتار و کلزا ۳۰۰ هکتار بود (جدول ۱). برای نمونه‌برداری تعداد ۲۶ قطعه زیرکشت گندم (۹ مزرعه)، جو (۶ مزرعه)، کلزا (۹ مزرعه) و ترتیتیکاله (۲ مزرعه) انتخاب شدند. قبل از کشت گیاهان زراعی، در پاییز ۱۳۹۸ تمامی قطعات تحت شخم برگردان و دیسک قرار گرفتند و آماده‌سازی بستر کاشت انجام شد. در قطعاتی که کود دامی مصرف شده بود (۴۰-۵۰ تن در هکتار)، از تلفیق کود دامی و کود شیمیایی برای تامین تغذیه گیاهی و در بقیه قطعات کود شیمیایی براساس نیاز گیاه زراعی (به‌طور متوسط میزان پتاسیم ۵۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر ۱۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و نیتروژن ۲۰۰-۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) به خاک اضافه گردید. در همه قطعات برای مبارزه با گیاهان‌هرز از روش شیمیایی (علف‌کش‌های اختصاصی هر زراعت) استفاده شد. تناوب زراعی هر قطعه در جدول ۱ آمده است.

نمونه‌برداری گیاهی در مرحله پنجه‌زنی شروع و تا آخر ساقه‌دهی پایان یافت. براین اساس در مزارع طبق الگوی W با کوادراتی ۰/۵×۰/۵ مترمربعی قبل از سمپاشی گیاهان‌هرز نمونه‌برداری انجام شد و گونه‌های گیاهی درون هر کوادرات شمارش شد و تعداد آن ثبت گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه تحقیقات زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شده و نام علمی و تیره نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده مشخص گردید. در شکل ۲ نحوه نمونه‌برداری از مزارع نشان داده شده است. مزارع از نظر مساحت به سه گروه a؛ اراضی کم‌تر از ۵ هکتار، b؛ اراضی بین ۶ تا ۱۵ تا هکتار و c؛ اراضی بالای ۱۶ هکتار تقسیم شدند (۴۴).



شکل ۱- موقعیت چشم‌انداز کشاورزی دشت ناز ساری، استان مازندران.

Fig. 1. Location of agricultural landscape of Dasht-e-Naz Sari, Mazandaran Province.



شکل ۲- نحوه نمونه‌برداری بر اساس الگوی W در مزارع گروه a کم‌تر از ۵ هکتار، b بین ۶-۱۵ هکتار و c بالای ۱۶ هکتار (۳۶).

Fig. 2. Sampling method based on W pattern in the fields of group a less than 5 hectares, b between 6-15 hectares and c above 15 hectares (36).

در ادامه شاخص‌های جمعیتی گیاهان‌هرز شامل، تنوع گونه‌ای سیمپسون، شانون- واینر، غنای مارگالف، شاخص یکنواختی، شاخص منهینیک و شاخص سورنسون محاسبه شدند (معادلات ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶).

$$D= \sum ni(ni-1)/ N(N- 1) \quad (۱)$$

که در آن، D شاخص سیمپسون، Ni تعداد گونه i ام و N تعداد کل گونه‌ها (۳۷).

$$H' = \sum [Pi\ (\ln Pi)] \quad (۲)$$

که در آن، Pi فراوانی نسبی گونه مشخص i ام که به‌صورت، Pi =ni/N محاسبه می‌شود، ln به معنای لگاریتم طبیعی است (۳۸، ۳۹).

$$R_1 = S - 1/\ Ln(N) \quad (۳)$$

که در آن، R_1 شاخص مارگالف، S تعداد گونه‌ها و N فراوانی تمام گونه‌ها (۴۰).

$$R_2 = S / \sqrt{N} \quad (۴)$$

که در آن، R_2 شاخص منهینیک، S تعداد گونه‌ها و N فراوانی تمام گونه‌ها (۴۱).

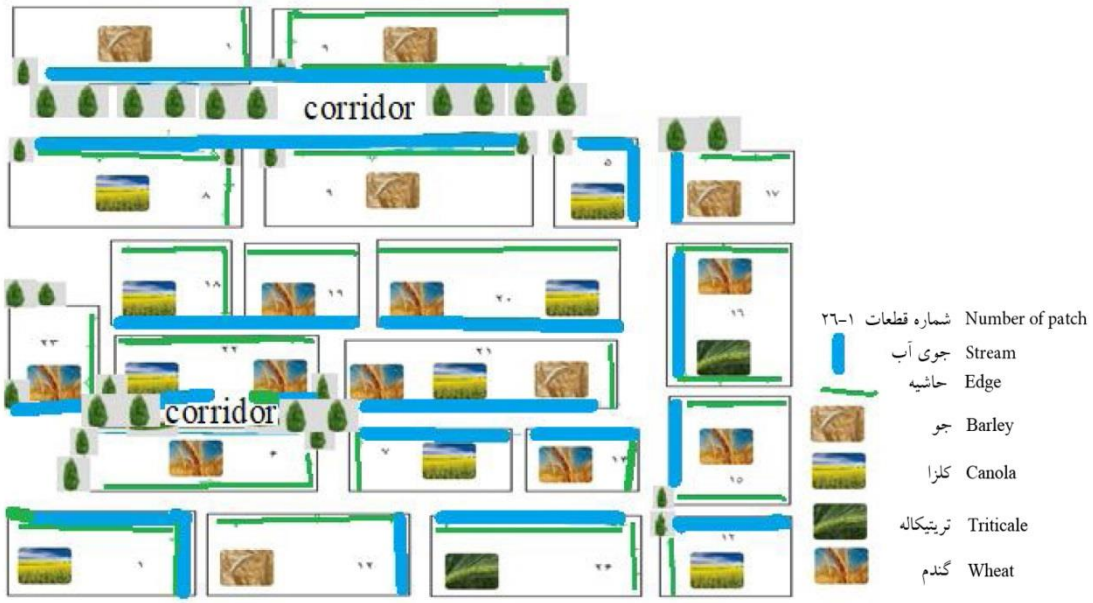
$$E = H'/ \ln S \quad (۵)$$

که در آن، E شاخص یکنواختی، H′ شاخص شانون-واینر و S تعداد گونه‌های علف‌هرز (۴۲).

$$S = 2C/S_1 + S_2 \quad (۶)$$

که در آن، S_1 تعداد گونه در جامعه ۱، S_2 تعداد گونه در جامعه ۲ و C تعداد گونه‌های مشابه در هر دو جامعه (۴۳).

ابتدا اجزای چشم‌انداز شامل نوع قطعه، راهروها، حاشیه، مرز، نقاط داغ، قطعات مجاور و غیره شناسایی شدند (شکل ۳). لازم به ذکر است که در حاشیه اکثر قطعات درختان سرو کاشته شده‌اند که با سن حدود ۲۰-۳۰ سال به‌صورت راهرویی (کوریدور) در کناره جاده‌های بین قطعات دیده می‌شوند (شکل ۳). در ادامه وضعیت شاخص‌های تنوع زیستی باتوجه به اجزا و مفاهیم و مدیریت زراعی یک چشم‌انداز کشاورزی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. هم‌چنین، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.



شکل ۳- طرح شماتیک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 3. Schematic plan of agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

جدول ۱- مشخصات مزارع دشت ناز ساری.

Table 1. Specifications of farms Dasht-e-Naz Sari.

شماره قطعات Number of parts	تناوب زراعی Crop rotation	مساحت (هکتار) Area (ha)	شماره قطعات Number of parts	تناوب زراعی Crop rotation	مساحت (هکتار) Area (ha)
1	کلزا-سویا-گندم Canola-Soybean-Wheat	45	18	کلزا-ذرت-گندم Canola-Corn-Wheat	25
6	گندم-سویا-گندم Wheat-Soybean-Wheat	70	18	جو-ذرت-گندم Barley-Corn-Wheat	25
7	کلزا-ذرت-قصیل Canola-Corn-Barley	40	19	گندم-سویا-گندم Wheat-Soybean-Wheat	30
8	کلزا-ذرت-قصیل Canola-Corn-Barley	30	19	جو-سویا-گندم Barley-Soybean-Wheat	40
9	جو-سویا-گندم Barley-Soybean-Wheat	22	20	گندم-سویا-گندم Wheat-Soybean-Wheat	35
12	جو-ذرت-گندم Barley-Corn-Wheat	70	20	کلزا-ذرت-آیش Canola-Corn-Fallow	40
12	کلزا-ذرت-آیش Canola-Corn-Fallow	30	21	گندم-ذرت-آیش Wheat-Corn-Fallow	30
14	گندم-سویا-کلزا Wheat-Soybean-Canola	55	21	کلزا-ذرت-آیش Canola-Corn-Fallow	35
15	گندم-سویا-کلزا Wheat-Soybean-Canola	60	21	جو-ذرت-قصیل Barley-Corn-Barley	25
15	کلزا-آیش-گندم Canola-Fallow-Wheat	3.5	22	گندم-سویا-کلزا Wheat-Soybean-Canola	28
16	گندم-سویا-کلزا Wheat-Soybean-Canola	46	22	کلزا-ذرت-آیش Canola-Corn-Fallow	40
16	تریتیکاله-ذرت-گندم Triticle-Corn-Wheat	40	23	گندم-ذرت-گندم Wheat-Corn-Wheat	45
17	جو-ذرت-گندم Barley-Corn-Wheat	33	26	تریتیکاله-آیش-آیش Triticale-Fallow-Fallow	40

نتایج و بحث

بر طبق نتایج در قطعات مورد بررسی گندم، کلزا، جو و تریتیکاله ۲۵ گونه گیاهی شناسایی شدند. این گونه‌ها به ۱۴ خانواده گیاهی تعلق داشتند. در بین گونه‌های شناسایی شده ۱۰ گونه باریک‌برگ و ۱۵ گونه پهن‌برگ بودند و هم‌چنین ۱۰ گونه تک لپه و ۱۵ گونه دولپه بودند. همان گونه که در جدول ۲ آمده است ۵ گونه چندساله و ۲۰ گونه یکساله بودند و هم‌چنین تعداد ۵ گونه C4 و ۱۸گونه C3 بودند. در این میان ۹ گونه گیاهی به خانواده گندمیان تعلق داشتند (جدول ۲). مهم‌ترین گیاهان پهن‌برگ و باریک‌برگ در مزارع کلزا به ترتیب شلمبیک (*Rapistrum rugosum* L.)، کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L.)، خونی‌واش (*Phalaris minor* Retz.)، علف پشمکی (*Bromus tectorum* L.) بودند (جدول ۲). بیش‌ترین فراوانی این گیاهان‌هرز از قطعات ۱، ۲۱، ۲۰، ۱۸، ۱۵ و ۸ حاصل گردید که می‌توان دلایل آن را استفاده کود دامی به‌خصوص در قطعات ۱، ۱۵ و ۸ دانست. در این قطعات به‌خاطر وجود بذرها در کود دامی مصرفی، گیاهان‌هرز بیش‌تری مشاهده گردید. وجود درختان در حاشیه این قطعات به‌عنوان بادشکن، به شکل یک راهرو عمل کرده و باعث سایه‌اندازی و حفظ رطوبت بیش‌تری در این قطعات شده که در نتیجه می‌تواند محیط بهتری را برای رشد گیاهان‌هرز فراهم نماید. راهروها شامل درختان و پوشش گیاهی به همراه حاشیه مزارع، نهرها، پرچین و حصارهای کنار جاده می‌توانند به عنوان ارائه خدمات زیستگاهی می‌توانند به دلیل ایجاد پناهگاه موجودات مختلف مانند پرندگان، حشرات، گیاهان و پستانداران کوچک در یک چشم‌انداز کشاورزی عمل کنند. راهروها می‌توانند باعث افزایش حرکت گرده‌افشان‌ها، پروانه‌ها، حشرات و حیوانات موجود در این زیستگاه‌ها گردند که امر سبب افزایش حرکت گرده‌ها و دانه‌ها توسط حشرات و موجودات دیگر شده که در نتیجه بر تنوع و فراوانی گیاهی موجود در قطعات کناری تأثیرگذار هستند.

در این پژوهش مهم‌ترین گیاهان‌هرز قطعات گندم، کنگر صحرایی، گندمک (*Stellaria media* L.)،

خونی‌واش، چسبک (*Setaria viridis* L.)، علف پشمکی و چچم (*Lolium multiflorum* L.) بودند که بیش‌ترین فراوانی این گیاهان‌هرز در قطعات ۱۴، ۱۶، ۶، ۱۵، ۱۹ و ۲۲ مشاهده شد. دلایل افزایش گیاهان‌هرز در این قطعات را می‌توان به وجود درختان در حاشیه قطعه ۶ و ۱۵، وجود نهرهای پر آب در اطراف و وجود حاشیه‌ها در مزارع نام برد که بر فراوانی گیاهان‌هرز در این قطعات اثر گذارند. از مهم‌ترین گیاهان‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مزارع جو می‌توان به کنگر صحرایی، جو وحشی (*Hordeum murinum* L.)، خونی‌واش، چسبک، علف پشمکی و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) اشاره کرد. بیش‌ترین فراوانی گیاهان‌هرز به ترتیب از قطعات ۹، ۱۸، ۱۹ و ۱۷ گزارش شد. در قطعات ۹، ۱۸، ۱۹ کشت جو مصرف کودهای دامی و فراهمی شرایط بهتر محیطی به علت وجود نهرهای پر آب اطراف زمین و وجود درختان به عنوان راهرو در اطراف این قطعات را می‌توان به عنوان عواملی در افزایش فراوانی گیاهان‌هرز دانست. در قطعه ۱۷ وجود حاشیه در کنار آن قطعه و نیز ردیف‌های از درختان به‌عنوان بادشکن (کوریدور) و سبب تنوع گیاهان‌هرز بیش‌تر این قطعه شده بود. اصولاً حاشیه مزراع می‌توانند بدون پوشش گیاهی یا با پوشش نواری از گیاهان علفی، درختچه‌ها، پرچین‌ها، دیوارها، نهرها و یا ترکیب از آن‌ها باشد. این اجزای حاشیه برای بسیاری از گونه‌ها به عنوان پناهگاه عمل می‌کنند و مکانی برای لانه‌سازی و تامین غذای آن‌ها محسوب می‌شوند. حتی حاشیه‌های بدون پوشش گیاهی می‌توانند حرکت حشرات و پرنده‌ها را در زمین زراعی تسهیل نمایند که امر سبب افزایش تنوع گونه‌ای در یک چشم‌انداز کشاورزی می‌شود.

در این بررسی در بین قطعات تریتیکاله، گیاهان کنگر صحرایی، شلمبیک، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و پنیرک (*Mavla parviflora* L.)، خونی‌واش، چسبک، علف پشمکی و چچم شناسایی شدند. دیپنینگنا و همکاران (۲۰۰۶) اهمیت و نقش کارکردی تنوع زیستی کشاورزی را به سه جز تولیدکننده، مفید و مخرب تقسیم‌بندی کردند. اجزای تولیدکننده شامل گیاهان زراعی و دام‌های اهلی می‌باشند که تولید غذا، الیاف و دیگر فرآورده‌ها برای مصرف‌کنندگان را بر عهده دارند. اجزای مفید، موجوداتی هستند که نقش مثبتی در باروری و تنظیم فرآیندها در بوم‌سازگان دارند. این موجودات شامل گرده‌افشان‌ها، گیاهان و موجودات خاکزی هستند که کنترل و باز چرخش مواد غذایی و سطوح غذایی را بر عهده دارند. عوامل مخرب شامل گیاهان‌هرز، آفات و عوامل بیماری‌زا می‌باشند. در نگاه اول گیاهان‌هرز یکی از مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد محصولات زراعی و باغی هستند. اما بسیاری از گیاهان زراعی رابطه نزدیک خویشاوندی با گیاهان‌هرز داشته و تبادل ژنتیکی بین آن‌ها صورت می‌گیرد. در این بین نقش گیاهان‌هرز به‌خاطر ارائه خدمات فراوان در ایجاد ساختار، انعطاف‌پذیری، احیا و توسعه تنوع زیستی در نظام‌های کشاورزی بسیار ارزنده و مهم است. بنابراین حفظ جمعیت گونه‌های گیاهان‌هرز در یک آستانه مشخص باید مورد توجه قرار گیرد تا بدون تأثیر منفی بر عملکرد گیاه زراعی به بقای دیگر موجودات بوم‌نظام کمک کند (۴۴). باید توجه داشت اگر تراکم بالای جمعیت گیاهان‌هرز (بیش از حد آستانه) باشد، باعث رقابت این گونه‌ها با گیاه زراعی موجود می‌شود. اگر میزان تنوع و تراکم آن‌ها از سطح معینی کم‌تر باشد یعنی شاخص‌های تنوع پایین‌تر از میانگین باشد، از لحاظ بوم‌شناختی مطلوب بوده و در بخش ارائه‌دهنده خدمات تنوع زیستی قرار می‌گیرد (۴۵). به‌نظر می‌رسد که اطلاعات کمی در مورد ارزش کاربردی تنوع گونه‌های گیاهی در بوم‌نظام‌های کشاورزی وجود دارد. این امر پیامدهایی مانند عدم حفاظت از تنوع زیستی را در سطح چشم‌اندازهای کشاورزی به‌دنبال داشته است (۴۶، ۴۷).

جدول ۲- گیاگان گیاهان‌هرز پاییزه در چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Table 2. Autumn weed flora in agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	خانواده Family	نوع برگ Leaf	فرم رویشی Vegetative form	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	چرخه رویشی Vegetative cycle
پنجه مرغی	*Cynodon dactylon* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C4	چندساله Perennial
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	چندساله Perennial
پنیرک	*Mavla parviflora* L.	Malvaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	چندساله Perennial
پیر گیاه	*Senecio vulgaris* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	CAM	یک‌ساله Annual
تاج خروس	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C4	یک‌ساله Annual
توق	*Xanthium strumarium* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
جو وحشی	*Hordeum murinum* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual
چچم	*Lolium multiflorum* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	چندساله Perennial
چسبک	*Setaria viridis* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C4	یک‌ساله Annual
چمن یکساله	*Poa annua* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual
خاکشیر	*Descurainia Sophia* L.	Brasicaceae	باریک‌برگ Grass	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
خردل وحشی	*Sinapis arvensis* L.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
خرفه	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C4	یک‌ساله Annual
خونی واش	*Phalaris minor* Retz.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual
دم روباهی باریک	*Alopecurus myosuroides* Huds.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual
سلمه تره	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
سیزاب ایرانی	*Veronica persica* Poir.	Scrophulariaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
شاه تره	*Fumaria officinalis* L.	Fumariaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	*	یک‌ساله Annual
شلمبیک	*Rapistrum rugosum* L.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
شیر تیغک	*Sonchus oleraceus* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
علف پشمکی	*Bromus tectorum* L.	Poaceae	باریک‌برگ	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual
فرفیون	*Euphorbia helioscopia* L.	Euphorbiaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C4	یک‌ساله Annual
کنگر صحرایی	*Cirsium arvense* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	چندساله Perennial
گندمک	*Stellaria media* L.	Caryophllaceae	پهن‌برگ Broadleaf	دولپه Dicot	C3	یک‌ساله Annual
یولاف وحشی	*Avena ludoviciana* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grass	تک‌لپه Monocot	C3	یک‌ساله Annual

* مسیر فتوسنتزی آن‌ها مشخص نیست

* Unknown photosynthetic pathway

شاخص شانون- واینر: جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد در بین محصولات زراعی، میزان شاخص شانون- واینر معنی‌دار نبود (جدول ۳). اما براساس نتایج حاصل از نمونه‌برداری، بیش‌ترین شاخص تنوع شانون- واینر با میانگین‌های ۲/۷۹، ۲/۶۵، ۲/۶۳ و ۲/۸۹ به ترتیب برای قطعات کلزا، جو، گندم و تریتیکاله محاسبه شد و کم‌ترین مقادیر این شاخص در همین قطعات با میانگین‌های ۲/۱۳، ۲/۳۶، ۲/۰۵، ۲/۴ به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار شاخص شانون- واینر در قطعات تریتیکاله و جو به ترتیب با ۲/۶۴ و ۲/۵۲ دیده شد (شکل ۴). علت این امر را می‌توان اجرای تناوب زراعی چندین ساله گیاهان سویا، ذرت، گندم، جو، کلزا و ترتیکاله در این قطعات دانست. هم‌چنین در قطعات تریتیکاله و جو چون هدف از زراعت، تولید علوفه بوده است، مصرف علفکش نسبت به قطعات کلزا و گندم به مراتب کم‌تر است. این امر می‌تواند باعث افزایش میزان شاخص شانون- واینر شود. ارائه خدمات گرده‌افشانی توسط حشرات در بوم نظام‌های کشت کلزا ضروری است. تنوع گونه گیاهی بالا در این مزارع می‌تواند با جذب حشرات وحشی گرده‌افشان علاوه بر حشرات اهلی، به افزایش گرده‌افشانی و تولید دانه کمک نماید. محدوده شاخص تنوع شانون از صفر تا ۵ برای گونه‌های گیاهی در بوم‌نظام‌های طبیعی می‌باشد (۴۸) و حداکثر مقدار این شاخص در محصولات زراعی ۳ می‌باشد (۴۷). افزایش تعداد گونه‌های جامعه سبب افزایش این شاخص می‌گردد. با وجود تنها یک گونه در نمونه و یا جامعه‌ای که تحت تنش و فشار باشد، مقدار این شاخص برابر صفر خواهد شد. حداکثر مقدار این شاخص نیز زمانی به‌دست می‌آید که همه گونه‌ها، تعداد افراد یکسانی داشته باشند (۴۹، ۵۰).

مادا و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند افزایش تنوع زیستی منجر به افزایش تنوع زیستگاهی برای حشرات مختلف شامل حشرات گرده‌افشان، دشمنان طبیعی و سایر حشرات در بوم‌نظام می‌شود و بنابراین ایجاد تنوع زیستگاهی در نظام‌های چندکشتی منجر به ایجاد روابط متقابل پیچیده و شکارگری در بین حشرات شده و کارکردهای بوم‌سازگان چنین حشراتی در این شرایط افزایش می‌یابد (۵۱). در همین راستا زو و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه اثر چشم‌اندازها روی گرده‌افشان‌ها در مزارع کلزا، به این نتیجه رسیدند که شاخص خدمات گرده‌افشانی (PSI)[1] به‌طور مثبت در ارتباط با فراوانی حشرات گرده‌افشان وحشی است. آن‌ها پیشنهاد دادند که حفاظت از مناطق طبیعی و نیمه‌طبیعی برای نگهداری از تنوع گرده‌افشان‌های وحشی ضروری است (۵۲). در بررسی کاظمی و همکاران (۲۰۱۸) بالاترین شاخص تنوع شانون- واینر محصولات زراعی در استان گلستان، در شهرستان‌های بندرگز، گرگان و کردکوی به ترتیب با میانگین ۱/۷۳، ۱/۷۲، ۱/۶۹ بدست آمد. علت افزایش این شاخص در این شهرستان‌ها کشت متنوع گیاهان زراعی اعلام شد (۵۳). در مطالعه ساویکا و همکاران (۲۰۲۰) بالاترین میزان شاخص تنوع شانون- واینر از مزارع تریتیکاله (۱/۰۰) و کم‌ترین میزان (۰/۱۴) از مزارع گندم زمستانه حاصل گردید (۳۴).

1- Pollination Services Index

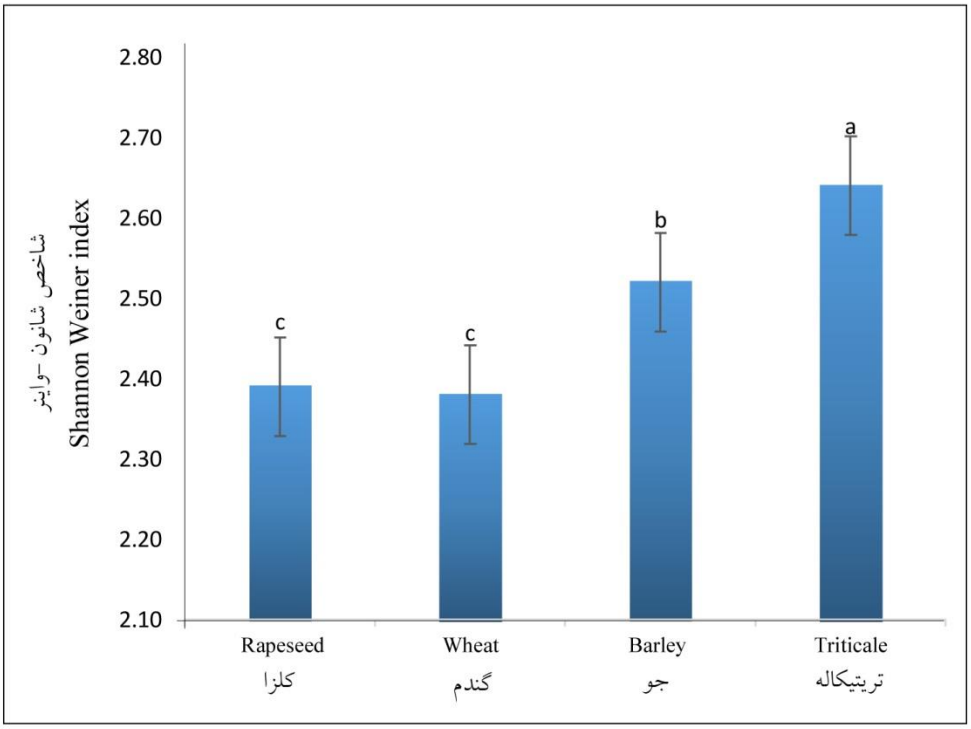
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های تنوع زیستی بین قطعات مختلف در یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Table 3. Results of analysis of variance of biodiversity indices in different ecosystems of an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	شانون- واینر Shannon-Weiner	سیمپسون Simpson	یکنواختی Uniformity	مارگالف Margalef	منهنیک Menhinick
تیمار Treatment	3	0.073^{ns}	0.000061^{ns}	0.0053^{ns}	0.123^{ns}	0.279^{**}
خطا Error	22	0.036	0.00019	0.0036	0.060	0.025
خطای کل Total Error	25	1.031	0.0045	0.095	1.706	1.395
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		7.90	28.30	7.87	4.85	6.41

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant difference, significant difference at 5 and 1 percentage of probability level



شکل ۴- میانگین شاخص شانون- واینر در بین قطعات مختلف یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

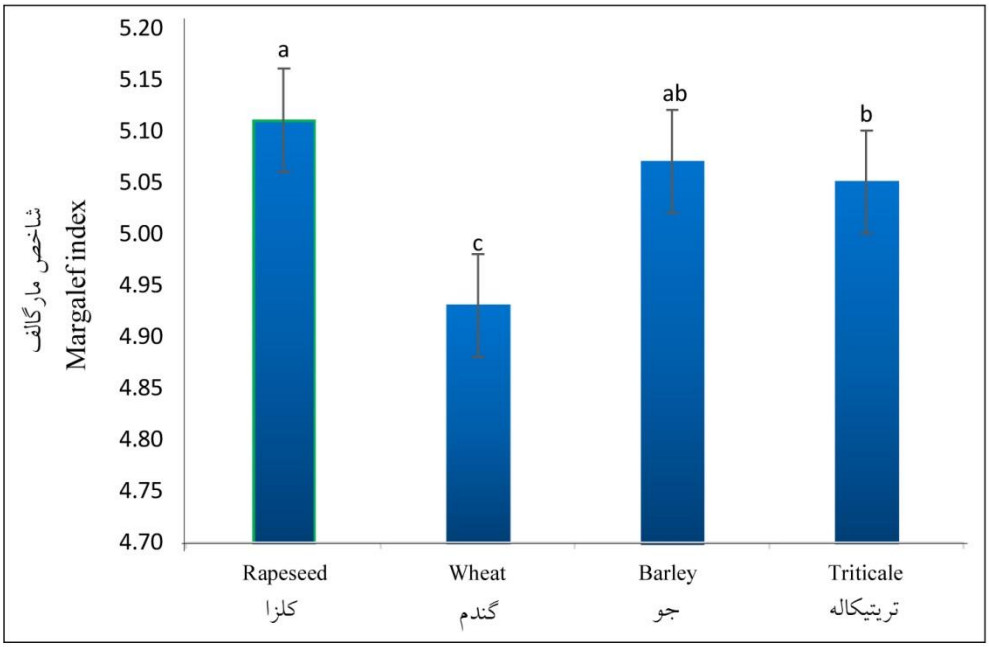
Fig. 4. Mean of Shannon-Weiner index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

جدول ۴- مقادیر کمینه و بیشینه شاخص‌های تنوع زیستی در مزارع گندم، جو، کلزا و تریتیکاله.

Table 4. Minimum and maximum values for Biodiversity index values in wheat, barley, canola and triticale fields.

گیاه Plant	مقدار value	شانون- واینر Shannon-Weiner	سیمپسون Simpson	یکنواختی Uniformity	مارگالف Margalef	منهنیک Menhinick
کلزا Rapeseed	بیشینه Maximum	2.79	0.069	0.89	5.45	2.86
	کمینه Minimum	2.13	0.015	0.68	4.78	2.44
جو Barley	بیشینه Maximum	2.65	0.047	0.84	5.44	2.85
	کمینه Minimum	2.36	0.037	0.73	4.77	2.29
گندم Wheat	بیشینه Maximum	2.63	0.070	0.82	5.24	2.49
	کمینه Minimum	2.05	0.035	0.64	4.52	2.15
تریتیکاله Triticale	بیشینه Maximum	2.89	0.052	0.90	5.05	2.32
	کمینه Minimum	2.40	0.048	0.74	5.05	2.32

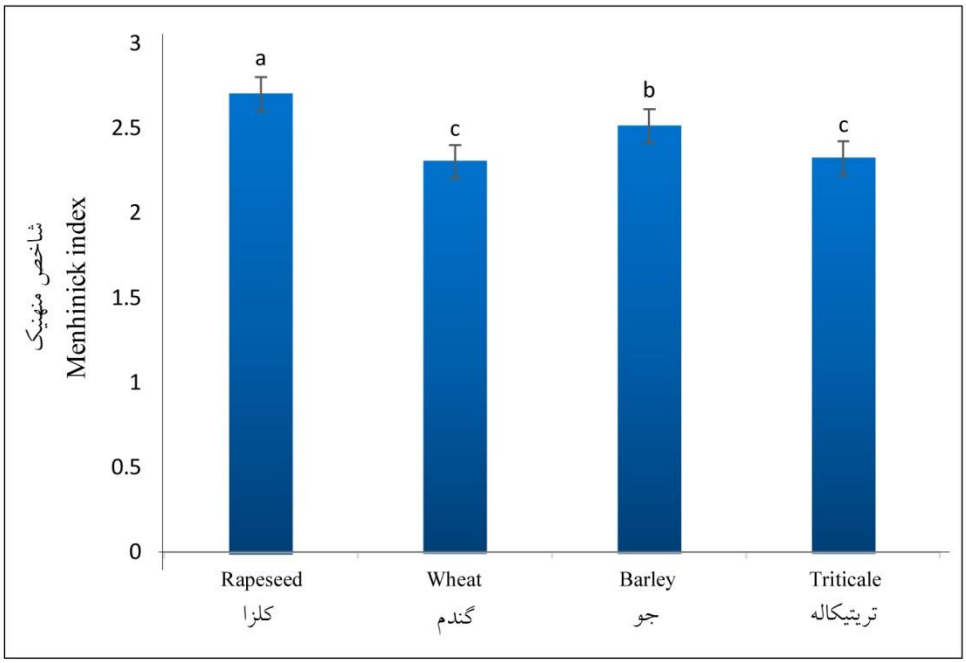
شاخص مارگالف: نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان تنوع گونه‌ای براساس شاخص مارگالف برابر با ۵/۴۵، ۵/۴۴، ۵/۲۴، ۵/۰۵ به ترتیب متعلق به قطعات تحت کشت کلزا، جو، گندم، تریتیکاله بود (جدول ۴). بالا بودن شاخص مارگالف نشان‌دهنده تنوع بالای گونه‌ای می‌باشد. هم‌چنین میانگین تنوع گونه‌ای براساس این شاخص در بین قطعات گیاهان پاییزه به ترتیب ۵/۱۱، ۵/۰۵، ۵/۰۵، ۴/۹۳ به کلزا، جو، تریتیکاله و گندم تعلق داشت (شکل ۵). در این مطالعه اختلاف معنی‌داری بین قطعات گندم و کلزا با سایر قطعات دیده شد. به نظر می‌رسد رعایت تناوب زراعی در قطعات زیر کشت محصولات از جمله در قطعات کلزا و جو، باعث ایجاد تنوعی از گیاهان‌هرز از خانواده‌های مختلف شده است. اصولاً تنوع زیستی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد و افزایش پایداری در کشاورزی شناخته شده است. اهمیت تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی فراتر از تولید مواد غذایی بوده و اثرات مثبتی مانند گردش مواد غذایی، مهار آفات، بیماری‌ها و گیاهان‌هرز را در بر دارد. تنوع زیستی بوم‌سازگان زراعی در وهله اول در راستای تنوع اقلیمی بوده و پس از آن به تنوع خصوصیات خاک مربوط می‌شود که خود متأثر از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد (۵۴). در پژوهشی بیش‌ترین تنوع گونه‌ای در مزرعه شوید براساس شاخص مارگالف، در اوایل مرحله رشدی ۳/۵ و در اواخر رشد کم‌ترین میزان تنوع یعنی حدود ۲/۵ گزارش شد (۵۵).



شکل ۵- میانگین شاخص مارگالف در بین قطعات یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 5. Mean of Margalef index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

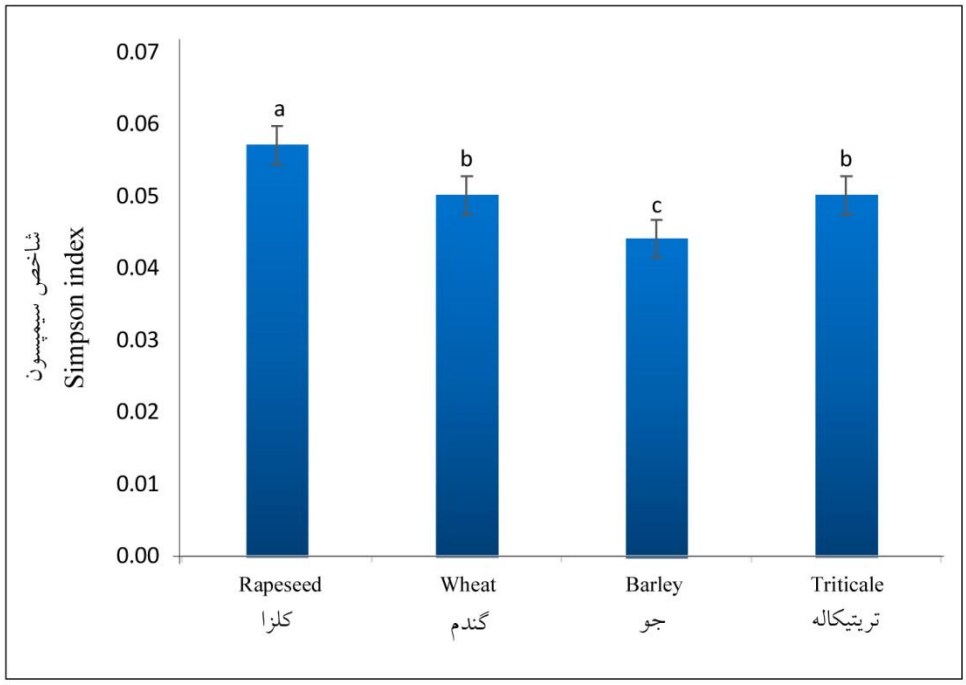
شاخص منهنیک: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر قطعات چشم‌انداز کشاورزی بر میزان شاخص منهنیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج بررسی در قطعات مختلف نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص منهنیک در قطعات کلزا، جو، گندم و تریتیکاله به ترتیب با ۲/۸۶، ۲/۸۵، ۲/۴۵، ۲/۳۲ و کم‌ترین میزان شاخص منهنیک برابر با ۲/۴۴، ۲/۲۹، ۲/۱۵ و ۲/۳۲ به‌دست آمد (جدول ۴). هم‌چنین مقایسه میانگین شاخص غنای گونه‌ای منهنیک در بین گیاهان زراعی کشت شده نشان داد، کلزا با بیش‌ترین میزان شاخص منهنیک (۲/۷۰) و گندم و تریتیکاله کم‌ترین میزان (۲/۳۰) را دارا می‌باشند (شکل ۶). اصولاً شاخص منهنیک رابطه بین تعداد گونه‌ها و تعداد افراد را نشان می‌دهد و هر چه سطح واحد نمونه‌برداری بیش‌تر باشد و هرچه تعداد گونه‌های وارد شده بیش‌تر باشد، مقدار شاخص بیش‌تر خواهد بود (۴۳، ۵۶، ۵۷). در پژوهشی شاخص منهنیک، ارزش ۱/۹۶ از غنای گونه‌ای را ارائه داد که این مقدار در مقایسه با مناطق دیگر، نشان‌دهنده تنوع متوسط به بالا برای منطقه مورد مطالعه بود (۵۸). هم‌چنین کانیسکی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند شاخص غنای گونه‌ای منهنیک جنگل‌های آتلانتیک جنوب برزیل برابر با ۲/۰۵ است که غنای گونه‌ای بالایی را نشان می‌دهد (۵۹).



شکل ۶- میانگین شاخص منهنیک در بین قطعات یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 6. Mean of Menhinick index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

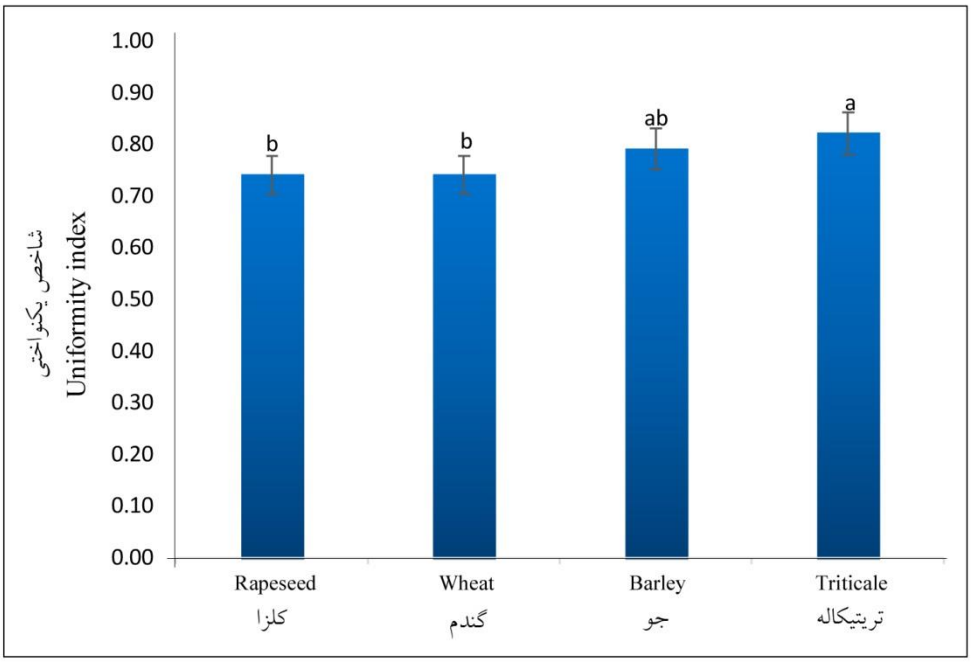
شاخص سیمپسون: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر قطعات مختلف بر میزان شاخص سیمپسون معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان شاخص سیمپسون در مزارع کلزا، جو، گندم و تریتیکاله به ترتیب ۰/۰۶۹، ۰/۰۴۷، ۰/۰۷۰ و ۰/۰۵۲ به‌دست آمد و کم‌ترین مقدار از این شاخص به ترتیب ۰/۰۱۵، ۰/۰۳۷، ۰/۰۳۵ و ۰/۰۵۲ به قطعات تحت کشت گیاهان کلزا، جو، گندم و تریتیکاله تعلق داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان شاخص سیمپسون از کلزا ۰/۰۵۱ و کم‌ترین از جو ۰/۰۴۴ به‌دست آمد (شکل ۷). در مطالعه ساویکا و همکاران (۲۰۲۰)، بالاترین میزان شاخص تنوع زیستی سیمپسون از مزارع تریتیکاله و کم‌ترین از قطعات گندم بهاره حاصل گردید (۵۳). اصولاً شاخص سیمپسون وضعیت تنوع زیستی یک منطقه را تعیین می‌کند و هم‌چنین احتمال انتخاب تصادفی دو نمونه از یک گونه را ثابت می‌کند. دامنه شاخص سیمپسون از ۰-۱ می‌باشد. هر چه نزدیک به یک باشد، تنوع زیستی نامحدود و نزدیک به صفر بدون تنوع زیستی و یا تنوع زیستی فقیرتر است. در پژوهشی نوروززاده و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص سیمپسون در مزارع گندم ۱ و ۰/۷۱ بود که این مقادیر بیش‌تر تحت‌تأثیر درصد فراوانی گیاهان‌هرز در منطقه مورد بررسی قرار داشت (۶۰).



شکل ۷- میانگین شاخص سیمپسون در بین قطعات یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 7. Mean of Simpson index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

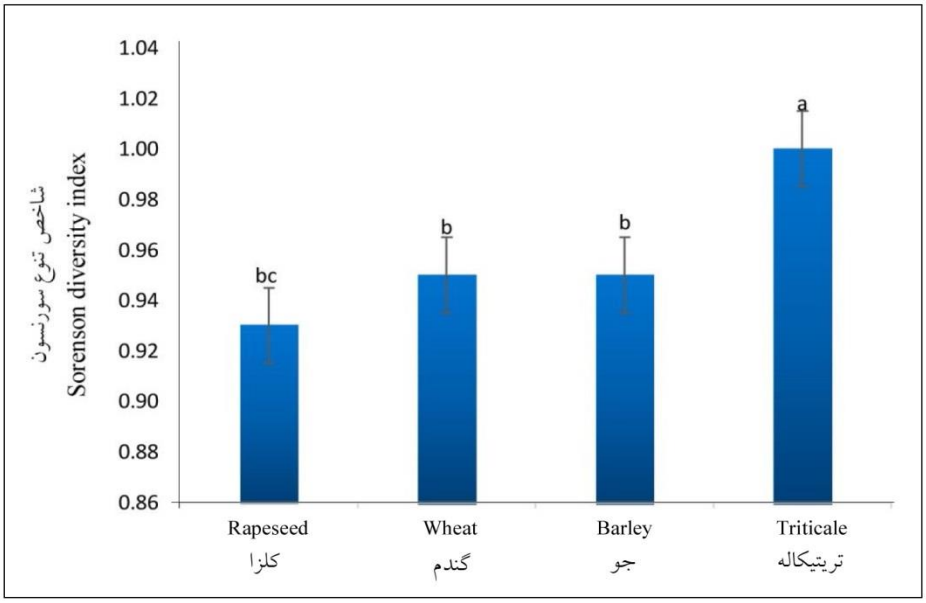
شاخص یکنواختی: شاخص یکنواختی رابطه مستقیم با شاخص شانون-واینر دارد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص یکنواختی به ترتیب از قطعات تریتیکاله (۰/۸۲)، جو (۰/۷۹)، گندم (۰/۷۴) و کلزا (۰/۷۴) به‌دست آمد (شکل ۸). دامنه مقادیر شاخص یکنواختی بین ۰-۱ می‌باشد که مقدار صفر جامعه‌ای با غالبیت یک گونه یا عدم تنوع را نشان می‌دهد و ۱ برای جامعه‌ای که در آن گونه‌ها فراوان باشند. در این پژوهش این فراوانی گونه‌ها می‌تواند به ویژگی‌های خاص اطراف زمین‌ها و حاشیه‌ها مرتبط باشد به‌طوری‌که در قطعات مورد مطالعه تمام حاشیه‌ها به جاده‌ها و یا مسیر محلی، جوی‌های آب و ردیف‌های درختان متصل می‌شدند (شکل ۲). خصوصیات خاک هر قطعه، در دسترس بودن آب و عناصر غذایی و مصرف کودهای دامی از عوامل اصلی تعیین‌کننده تنوع و فراوانی گیاهان‌هرز در قطعات شناخته شدند. در این مطالعه مشاهده شد که اکثر گونه‌های گیاهی شناسایی شده از تروفیت‌ها بودند. این بدین معنی است که ارتفاع این گیاهان، کوتاه‌تر از گیاه زراعی بوده و قبل از برداشت محصول اصلی گل می‌دهند و بذر تولید می‌کنند. هم‌چنین این احتمال وجود دارد که پس از استفاده علف‌کش‌ها، بذر آن‌ها به وسیله باد پراکنده شوند که این یک نوع راهبرد سازگاری برای حضور هرساله در زمین‌های زراعی با مدیریت کشت فشرده می‌باشد. در مطالعه کاظمی و همکاران (۲۰۱۸) بیش‌ترین شاخص یکنواختی محصولات کشاورزی در استان گلستان به‌ترتیب به میزان ۰/۷۰۴، ۰/۶۸۶، ۰/۶۸۰، ۰/۶۷۱ و ۰/۶۷۰ از شهرهای گمیشان، گالیکش، گرگان، علی‌آباد کتول و آزاد شهر به‌دست آمد (۵۳).



شکل ۸- میانگین شاخص یکنواختی در بین قطعات یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 8. Mean of uniformity index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

شاخص سورنسون: نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان شاخص سورنسون در قطعات کشت پاییزه به ترتیب از قطعات تریتیکاله ۱، جو ۰/۹۵، گندم ۰/۹۵ و کلزا ۰/۹۳ به‌دست آمد (شکل ۹). به عبارت دیگر قطعات زیر کشت تریتیکاله بیش‌ترین شباهت را با همه قطعات از منظر تنوع گونه‌های گیاهی داشتند. در مجموع نتایج نشان داد که تشابه ترکیب گونه‌ای در بین قطعات بسیار بالاست. عموماً از این شاخص جهت بررسی میزان شباهت و یا مقایسه مناطق از نظر تشابه گونه‌های آن استفاده می‌گردد (۲۲). میزان عددی شاخص سورنسون از ۰-۱ می‌باشد. در مواردی که تمام گونه‌های دو منطقه همانند باشند، مقدار این شاخص یک و نشان‌دهنده ۱۰۰ درصد شباهت می‌باشد (۴۸). با استفاده از شاخص سورنسون، بالاترین شاخص همانندی در مزارع کلزا از قطعات ۱۲، ۱، ۱۵، ۷، ۱۵، ۱۸، ۲۰ به ارزش ۰/۹۷ و ۱، گندم از قطعات ۱۹، ۶، ۲۰، ۲۲، ۱۵، ۱۶، ۲۱، ۲۳ و ۱۴ به ارزش ۱، جو از قطعات ۹، ۱۸، ۱۷ و ۱۲ به ارزش ۱ و تریتیکاله از قطعات ۱۶ و ۲۶ ارزش یک حاصل گردید (جدول‌های ۵، ۶ و ۷). از دلایل این میزان شباهت‌ها می‌توان به یکسان بودن خاک از نظر حاصلخیزی، مدیریت زراعی تقریباً مشابه، آب در دسترس، شیب یکسان مزارع و نزدیک بودن قطعات بهم اشاره کرد. جوادزاده و سلجوقیان‌پور (۲۰۱۸) عنوان نمودند بالاترین شاخص همانندی سورنسون گیاهان زراعی در شهرستان‌های خاش، زابل (۱)، سراوان، نیکشهر (۱)، چابهار، سرباز (۰/۹۸)، زابل، زاهدان (۰/۹۴) و سراوان، ایرانشهر (۰/۹۴) به‌دست آمد. این نتایج نشان‌دهنده تنوع یکسان در گیاهان کشت شده در این مناطق بود که عمدتاً از غلات (گندم و جو) و بقولات (یونجه) بودند (۶۱).



شکل ۹- میانگین شاخص سورنسون در بین قطعات یک چشم‌انداز کشاورزی (دشت ناز ساری).

Fig. 9. Mean of Sorenson index in different ecosystems for an agricultural landscape (Dasht-e-Naz Sari).

جدول ۵- شاخص سورنسون در قطعات زیر کشت کلزا.

Table 5. Sorenson index in the plots under rapeseed.

شماره قطعه Number of plot	12	8	18	7	21	20	15	22	1
12	1								
8	0.90	1							
18	0.84	0.93	1						
7	0.95	0.91	0.93	1					
21	0.95	0.91	0.93	0.95	1				
20	0.86	0.95	0.97	0.91	0.91	1			
15	0.93	0.88	0.95	0.97	0.93	0.93	1		
22	0.91	0.95	0.93	0.95	0.95	0.95	0.93	1	
1	0.97	0.88	0.95	0.97	0.93	0.97	1	0.93	1

جدول ۶- شاخص سورنسون در قطعات زیر کشت گندم.

Table 6. Sorenson index in plots under wheat cultivation.

شماره قطعه Number of plot	14	16	23	21	22	15	6	20
14	1							
16	0.97	1						
23	0.97	0.95	1					
21	0.97	0.95	1	1				
22	0.93	0.95	0.95	0.95	1			
15	0.97	1	0.95	0.95	0.91	1		
6	0.95	0.93	0.97	0.97	0.97	0.93	1	
20	0.95	0.93	0.97	0.97	1	0.93	1	1

جدول ۷- شاخص سورنسون در قطعات زیر کشت جو.

Table 7. Sorenson index in plots under barley cultivation.

شماره قطعه Number of plot	9	19	18	21	17	12
9	1					
19	0.89	1				
18	1	0.97	1			
21	0.95	0.93	0.95	1		
17	0.95	0.97	0.95	0.95	1	
12	0.95	0.97	0.95	0.95	1	1

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش تا حدودی تأثیر ساختار چشم‌انداز را بر تنوع و فراوانی گیاهان‌هرز نشان داد که متأثر از اثر حاشیه، مرزها، کوریدور و عوامل مدیریتی است. در این مطالعه بیش‌ترین تعداد گیاهان هرز در قطعات تحت کشت تریتیکاله و کم‌ترین تعداد از مزارع کلزا ثبت شد. بالاترین شاخص تنوع زیستی شانون-واینر از مزارع تریتیکاله و کم‌ترین از مزارع گندم ثبت شد. بیش‌ترین شاخص‌های غنای گونه‌ای مارگالف و منهنیک به ترتیب در قطعات کلزا، جو، گندم و تریتیکاله مشاهده گردید که نماینگر غنای گونه‌ای بالا این قطعات بود. نتایج شاخص سورنسون نشان داد که بالاترین شاخص همانندی به قطعات تحت کشت تریتیکاله (۱) داشت. هم‌چنین بیش‌ترین شاخص یکنواختی به ترتیب به قطعات تریتیکاله، کلزا، جو و گندم تعلق داشتند و بیش‌ترین شاخص سیمپسون از قطعات کلزا، جو، گندم و تریتیکاله به‌دست آمد که تحت‌تأثیر فراوانی گیاهان‌هرز بود. گیاهان‌هرز مزارع کشت پاییزه دشت ناز ساری شامل ۲۵ گونه بودند که این گونه‌ها به ۱۴ خانواده گیاهی تعلق داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که فهرست گونه‌های ثبت شده متنوع است. براین اساس گیاهان‌هرز هنوز هم یک مشکل مهم در این چشم‌انداز کشاورزی هستند. اما مشخص شد مصرف کود دامی در برخی از قطعات، قرارگیری نهرهای آب و زمین‌های بایر در حاشیه و نیز وجود راهرویی از درختان به عنوان بادشکن می‌تواند بر وضعیت تنوع زیستی منطقه تأثیرگذار باشد. اطلاعات مربوط به گیاهان‌هرز در هر منطقه در انتخاب روش‌های ضروری مدیریت گیاهان‌هرز مفید خواهد بود و برای توصیف رتبه‌بندی نسبی گیاهان‌هرز ضروری است. بنابراین یافته‌های نتایج به‌دست آمده از این مطالعه می‌تواند در ایجاد یک برنامه مدیریت جامع گیاهان‌هرز و تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد انتخاب روش کنترل و یا بهبود ارائه خدمات بوم‌سازگانی توسط تنوع زیستی گیاهی مفید باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیر کشاورزی شرکت زراعی دشت ناز ساری آقای مهندس احسانی و کارکنان و کارشناسان محترم به‌ویژه آقای مهندس مصطفی بندگانی بابت پشتیبانی از اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌شود. هم‌چنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به دلیل حمایت مالی از این پژوهش قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع

1.Louloudis, L., Beopoulos, N. and Troumbis, A. 2005. The Rural Landscape. A palimpsest of ages of agricultural pains, Ktima Merkouri: Korakohori Ilias, (In Greek)

2.Foley, J.A., DeFries, R., Gregory, P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Stuart Chapin, F., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Tracey Holloway, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, G.A., Prentice, G.I., Ramankutty, N. and Snyder, P.K. 2005. Global Consequences of Land Use. Science. 309: 570-574. https://doi.org/ 10.1126/science.1111772.

3.Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., C D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W.H., Simberloff, D. and Swackhamer, D. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. Sci. 292: 281-84, https://doi.org/10.1126/science.1057544.

4.Diaz, S., Fargione, J., Chapin, F.S. and Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. Plos Biol. 4: 1300–1305, https://doi.org/10.1371/ journal.pbio.0040277.

5.Haddad, N.M., Crutsinger, G.M., Gross, K., Haarstad, J. and Tilman, D. 2011. Plant diversity and the stability of foodwebs. Ecol. Lett. 14: 42-46, https:// doi.org/ 10.1111/ j.1461-0248. 2010. 01548.x.

6.Grab, H., Danforth, B., Poveda, K. and Loeb, G. 2018. Landscape simplification reduces classical biological control and crop yield. Ecol. Appl. 28: 348-355, https://doi.org/10.1002/eap.1651.

7.Meehan, T.D., Werling, B.P., Landis, D. A. and Gratton, C. 2011. Agricultural landscape simplification and insecticide use in the Midwestern United States. PNAS. 108: 11500-11505, https://doi.org/ 10.1073/pnas.1100751108.

8.Rusch, A., Chaplin-Kramer, R., Gardiner, M. and Hawro, V. 2016. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. Agric. Ecosyst. Environ. 221: 198-204, https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.039.

9.Dainese, M., Poppenborg, M., Azien, M.A. and Albrecht, M. 2019. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. Sci. Adv.5, eaax0121. (doi:10.1126/sciadv.aax0121).

10.Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agriculture expansion: the need of sustainable and efficient practices. Proc. Natl Acad. Sci. USA. 96: 5595-6000. (doi:10.1073/pnas.96. 11.5995).

11.Bourgeois, B., Munoz, F., Fried, G., Mahaut, L., Armengot, L., Denelle, P., Storkey, J., Gaba, S. and Violle, C. 2019. What makes a weed a weed? A large-scale evaluation of arable weeds through a functional lens. Am. J. Bot. 106: 90-100. (doi:10.1002/ajb2.1213).

12.Godinho, I. 1984. Les définitions d''adventice' et de 'mauvaise herbe'. Weed Res. 24: 121-125. (doi:10. 1111/j.1365-3180.1984.tb00579.x).

13.Storkey, J. and Neve, P. 2018. What good is weed diversity? Weed Res. 58: 239-243. (doi:10.1111/ wre.12310).

14.Hakansson, S. 2003. Weeds and weed management on arable land: an ecological approach. Oxon, UK: CABI Publishing.

15.Potts, G.R., Ewald, J.A. and Aebischer, N.J. 2010. Long-term changes in the flora of the cereal ecosystem on the Sussex Downs, England, focusing on the years 1968-2005. J. Appl. Ecol. 47: 215-226.

16.Albrecht, H. 2003. Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. Agric. Ecosyst. Environ. 98: 201-211.

17.Franke, A.C., Lotz, L.A.P., Vanderburg, W.J. and Van overbeek, L. 2009. The role of arable weed seeds for agroecosystem functioning. Weed Res. 49: 131-141.

18.Norris, R.F. and Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropds. Annu. Rev. Entomol. 50: 479-503.

19.Gabriel, D. and Tscharntke, T. 2006. Insect pollinated plants benefit from organic farming. Agric. Ecosyst. Environ. 118: 43-48.
20.Well, R.R. 1982. Maize-weed competition and soil erosion in unweeded maize. Trop. Agric. 59: 207-213.
21.Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agric. Ecosyst. Environ. 74: 19-31.
22.Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R. and Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Res. 43: 77-89.
23.Storkey, J. and Westbury, D.B. 2007. Managing arable weeds for biodiversity. Pest Manag. Sci. 63: 517-523.
24.Nentwig, W., Farnk, T. and Lethmayer, C. 1998. Sown weed strips: Artificial ecological compensation areas as an important tool in conservation biological control. P. Barbosa (Ed.), Conservation biological control. San Diego USA: Academic Press.
25.Schellhorn, N.A. and Sork, V.L. 1997. The impact of weed diversity on insect populations dynamics and crop yield in collards, *Brassica oleracea* (Brassicaceae). Oecologia. 111: 233-240.
26.Boatman, N.D., Hart, A., Clook, M., Brown, V.K., Holland, J.M. and Lutman, P.J.W. 2003. A risk assessment framework for determining the effects of pesticides on farmland. Proceedings of the BCPC International Congress - Crop Science and Technology. pp. 239-244.
27.Hawes, C., Haughton, A.J., Osborne, J.L., Roy D.B., Clark S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Bohan, D.A., Brooks, D.R., Champion, G.T., Dewar, A.M., Heard M.S., Woiwod, I.P., Daniel, R.E., Younng, M.W., Parish, A.M., Scott, R.J., Firbank, L.G. and Squire, G.R. 2003. Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. Philos. Trans. R. Soc. B. 358: 1899-1913.
28.Storkey, J. 2006. A functional group approach to the management of UK arable weeds to support biological diversity. Weed Res. 46: 513-522.
29.Ekstrom, G. and Ekbom, B. 2011. Pest control in agro-ecosystems: an ecological approach. Crit. Rev. *Plant* Sci. 30: 74-94.
30.Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society B: Biol. Sci. 274: 303-313.
31.Furlong, M.J. and Zalucki, M.P. 2010. Exploiting predators for pest management: the need for sound ecological assessment. Entomol. Exp. Appl. 135: 225-236.
32.Armengot, L., José-María, L., Chamorro, L. and Sans, F.X. 2013. Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. Agron. Sustain. Dev. 33: 2. 405-411.
33.Kleofas Berbeć, A. and Feledyn-Szewczyk, B. 2018. Biodiversity of weed and soil seed bank in organic and conventional farming systems. Agric. Sci. 2: 12-19. DOI: 10.22616/ rrd.24. 2018.045.
34.Sawicka, B., Krochmal-Marczak, B., Barba´s, P., Pszczółkowski, P. and C´wintal, M. 2020. Biodiversity of Weeds in Fields of Grain in South-Eastern Poland. Agric. 10 (589): 1-17. doi:10.3390/agriculture10120589.
35.Agricultural Statistics. 2017. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economy of Information and Communication Technology Center. pp. 1-403. (In Persian)
36.Moeini Minbashi, M., Ebtali, Y., Esfandiyari, H., Adiham, H., Brajasteh, A., Pourazar, R., Jahedi, A., Jafarzadeh, N., Jamali, M.R., Hosseini, S.M., Sarani, M., Sarihi, S., Sabahi, N., Salahiardakani, A., Tabatabaei, R., Qasemi, M.T., Lak, M.R., Mousavi, S.K., Maknali, A., Saeidi Naeini, F., Mirvakili, S.M., Nazer Kakhki, S.H., Narimani, V., Nourozzadeh, Sh., Vaesi, M. and Younes Abadi, M. 2012.

Preparation of weed distribution map of irrigated wheat fields using geographic information system (GIS). Agron. J. 95: 22-31.
37. Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature. 163:688.
38. Benton, T.G., Vickery, J.A. and Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? Trends Ecol. Evol. 18: 182-188. (doi: 10.1016/S0169- 5347(03)00011-9).
39. Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, IL.
40. Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General systematic. 3: 36-73.
41. Menhinick, E.F. 1964. A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. Ecol. 45: 859-861.
42. Pielou, E.C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford: Clarendon Press.
43. Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and its Measurements. New Jersey, NJ: Princeton University Press. p. 179.
44. Diepeningena, A., Vosa, O.J., Korthalsb, G.W. and Bruggena, A.H.C. 2006. Effects of organic versus conventional management on chemical and biological parameters in agricultural soils. Appl. *Soil* Ecol. 31: 120-135.
45. Kamkar, B., Bagherani Tarshiz, N. and Razavi, S.E. 2014. Evaluation of health of crop systems under wheat cultivation in Gharasoo area (Gorgan city) based on weed diversity, yield and pesticide consumption. J. Plant Prod. Res. 21: 3. 97-116. (In Persian)
46. Jackson, L.E., Pascual, U. and Hodgkin, T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes, Agric. Ecosyst. Environ. 121: 196-210.
47. Moonen, A.C. and Barberi, P. 2008. Functional biodiversity: an agroecosystem approach. Agric. Ecosyst. Environ. 127: 7-21.
48. Brookfield, H. and Stocking, M. 1999. Agrodiversity: Definition, description and design. Glob. Environ. Chang. 9: 77-80.
49. Ejtehadi, H., Sepehri, A. and Akafi, H. R. 2009. Biodiversity measurement methods. Ferdowsi University Press, Mashhad.
50. Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. 2nd ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California, USA.
51. Mada, D., Duniya, N. and Adams, I.G. 2013. Effect of continuous application of herbicide on soil and environment with crop protection machinery in Southern Adamawa state. Int. J. Eng. Sci. 2: 6. 4-9.
52. Zou, Y., Bianchi, F.J.J.A., Jauker, F., Xiao, H., Chen, J., Cresswell, J., Luo, S., Huang, J., Deng, X., Hou, L. and Wer, W.V. 2017. Landscape effects on pollinator communities and pollination services in small-holder agroecosystems. Agric. Ecosyst. Environ. 246: 109-116.
53. Kazemi, H., Niazmoradi, M., Poorshirazi, S. and Sharifi, N. 2018. Assessment of the biodiversity of crops and horticultural products in Golestan province, 1998-2014. Agroecol. 8: 2. 47-67. (In Persian)
54. Shrestha, R.P., Schmidt-Vogt, D. and Gnanavelrajah, N. 2010. Relating plant diversity to biomass and soil erosion in a cultivated landscape of the eastern seaboard region of Thailand. Appl. Geograph. 30: 4. 606-617.
55. Mahmoudi, Q., Jafari, L. and Khorram Del, S. 2014. Evaluation of ecological indicators of dill weed diversity under the influence of planting date and weed control stage. First International Congress, 13th National Congress of Crop Science and Plant Breeding, and 3rd Conference on Seed Technology. pp. 1-5. (In Persian)
56. Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. New York, NY: John Wiley & Sons. 338p.
57. Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. 1st ed. M & T Manuales y Tesis SEA: Zaragoza. 84p.
58. Kanieski, M.R., Longhi, S.J. and Araujo, A.C.B. 2010. Quantificação da biodiversidade em floresta ombrófila mista por meio de diferentes índices alfa. Sci. For. 38: 88. 567-577.

59.Kanieski, M.R., Longhi, S.J. and Ricardo Casemiro Soares, P. 2018. Methods for Biodiversity Assessment: Case Study in an Area of Atlantic Forest in Southern Brazil. Selected Studies in Biodiversity. 45-58.http:// dx.doi.org/ 10.5772/ intechopen.71824.

60.Noroozzadeh, Sh., Rashid Mohasel, M., Nasiri Mahalati, M., Koocheki, A. and Abbaspour, M. 2008. Evaluation of species diversity, function and structure of weed communities of wheat fields in North, South and Razavi provinces of Khorasan. *IAR*. 6: 2. 471-485. (In Persian)

61.Javadzadeh, S.M. and Saljooghianpour, M. 2018. Biodiversity of agronomical crops in Sistan and Balouchestan Province, Iran. Agroecol. J. 14: 2. 31-50. (In Persian)