

## مقاله علمی - پژوهشی

# ارزیابی تأثیر رگ‌های سبز چشم‌اندازها بر تنوع زیستی بوم‌نظام‌های زراعی

رضا رستمی<sup>۱</sup>، علیرضا کوچکی<sup>۲\*</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲</sup> و مهدی نصیری محلاتی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۵

رستمی، ر.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، و نصیری محلاتی، م.، ۱۴۰۰. ارزیابی تأثیر رگ‌های سبز چشم‌اندازها بر تنوع زیستی بوم‌نظام‌های زراعی. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۱): ۳۹-۵۶.

## چکیده

اعمال شیوه‌های مدیریت فشرده بوم‌نظام‌های زراعی، تنوع زیستی را به‌ویژه در حواشی زمین‌های زراعی به‌شکل نگران‌کننده‌ای کاهش داده است. هدف این مطالعه، ارزیابی پوشش گیاهی موجود در عناصر زیستگاهی نواری، موسوم به رگ‌های سبز در یک چشم‌انداز زراعی در شهرستان گیلانغرب استان کرمانشاه بود. ابتدا نقشه عوارض ساختاری چشم‌انداز مورد بررسی تهیه شد و سپس انواع حواشی زمین‌های زراعی به هفت گروه زمین‌های زراعی، راه‌ها، نهرهای دائمی و غیردائمی، حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، حاشیه‌های بین دو زمین زراعی و رگ‌های سبز درختی تقسیم گردید. گونه‌های گیاهی موجود بر مبنای پاسخ به میزان فشرده‌گی استفاده از زمین به دو گروه شامل گونه‌های متحمل زراعی و گونه‌های ارزشمند طبیعی طبقه‌بندی شد. فاکتورهای مربوط به تنوع در عوارض ساختاری چشم‌انداز تغییرات در غنای گونه‌ای گیاهان متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی را در مقیاس  $2 \times 2$  مترمربعی توضیح دادند. بیشترین غنای گونه‌ای کل در زمین‌های زراعی (۴۳ گونه) و بعد از آن در حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (۳۷) ثبت شد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون وینر و بریلیون در گروه گیاهان متحمل زراعی، مربوط به حاشیه‌های مابین دو زمین زراعی (به ترتیب  $2/03$  و  $1/85$ ) و پس از آن حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی ( $1/4$  و  $1/27$ ) بود؛ و در گروه گیاهان ارزشمند طبیعی، بیشترین مقادیر این شاخص‌ها برای زمین‌های زراعی ( $3/08$  و  $2/52$ ) و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی ( $3/08$  و  $2/52$ ) مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج این مطالعه، نقش قابل توجه عناصر نیمه طبیعی موسوم به رگ‌های سبز چشم‌انداز را در ارتقای غنای گونه‌های ارزشمند طبیعی، تأیید می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص‌های تنوع زیستی، عناصر زیستگاهی نواری، گیاهان ارزشمند طبیعی، گیاهان متحمل زراعی

## مقدمه

توان عناصر نواری مانند حواشی زمین‌های زراعی، راه‌ها، نهرهای انتقال آب، پرچین‌ها و زیستگاه‌های درختی را نام برد. واژه رگ سبز<sup>۳</sup> برای این عناصر به کار می‌رود؛ و به دلیل آن‌که اطراف و در میان زمین‌های کشاورزی پراکنده شده‌اند، شبکه منظمی از رگ‌ها را در بستر چشم‌انداز تشکیل می‌دهند (Opdam et al., 2000). قسمت‌های مختلف شبکه رگ‌های سبز شامل عناصر نواری پیوسته و غیرپیوسته‌اند؛ در حالی که عناصر لکه‌ای را می‌توان به صورت نقطه‌های اتصال دهنده<sup>۴</sup> عناصر نواری به یکدیگر و یا به شکل لکه‌هایی پراکنده در بستر این شبکه مشاهده کرد که ضمناً حمایت‌کننده تنوع

در چشم‌اندازهای کشاورزی، خصوصاً آن‌ها که به صورت فشرده مدیریت و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، تنوع زیستی به‌شدت کاهش یافته و بیشتر تنوع زیستی موجود را می‌توان در عارضه‌های نیمه طبیعی یافت (Kleijn et al., 2001). این عوارض انواع گوناگونی از عناصر چشم‌انداز را تشکیل می‌دهند که فلسفه وجودی آن‌ها بدو بهره‌برداری برای تولیدات کشاورزی نمی‌باشد؛ و از جمله آن‌ها می-

۱- دانشجوی دکتری، گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

۲- استاد، گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.  
(Email: akooch@um.ac.ir)

\*- نویسنده مسئول:

Doi:10.22067/jag.v1i1.51010

3- Green veining

4- Nodes

کشاورزی در مقیاس وسیع مانند مقیاس چشم‌انداز همواره مورد علاقه و توجه محققین بسیاری بوده است. علی‌رغم مطالعات گسترده بر روی نقش حاشیه‌های زمین‌های زراعی (و سایر عناصر رگه‌های سبز) و نیز تأثیر ساختار فیزیکی چشم‌اندازهای کشاورزی بر تنوع زیستی گیاهی در دو دهه اخیر در کشورهای توسعه یافته، این قبیل مطالعات در کشورهایی مانند ایران عمدتاً مورد غفلت واقع شده است؛ بنابراین، توجه به مطالعات تنوع زیستی کشاورزی تحت مقیاس چشم‌انداز در ایران بسیار ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین با این دیدگاه اهداف عمده این مطالعه به ترتیب ذیل مطرح گردید: ۱) تفکیک عناصر ساختاری چشم‌انداز زراعی بر مبنای نقش و کارکرد متفاوت آن‌ها و بررسی تنوع زیستی گیاهی موجود در انواع زیستگاه‌های آن. ۲) بررسی نقش ساختار چشم‌انداز و اثر تنوع زیستگاه‌های موجود در آن بر تنوع گونه‌های گیاهی متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی.

## مواد و روش

### الف) منطقه مورد مطالعه

#### ویژگی‌های اقلیمی منطقه

محدوده مطالعاتی، چشم‌اندازی به وسعت ۷۰۰ هکتار واقع در منتهی‌الیه شیب ارتفاعات زاگرس در شهرستان گیلانغرب استان کرمانشاه با مختصات جغرافیایی  $34^{\circ} 20' 159'' N$  و  $45^{\circ} 52' E$  ۸۶۵ می‌باشد. اقلیم منطقه مدیترانه‌ای با زمستان ملایم و تابستان گرم و خشک است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن و آمبرژه این منطقه جزو مناطق نیمه خشک گرم محسوب می‌شود (Milady, 1995). و طول فصل خشک با توجه به منحنی آمبروترمیک، از اواسط اردیبهشت تا اواسط آذر است و دیگر ماه‌های سال جزو فصل مرطوب به حساب می‌آیند. این منطقه دارای خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط بوده و بر روی سنگ مادر آهکی واقع شده است (Khodakarami, 2003). ارتفاع از سطح دریا حدود ۵۵۰ متر و میانگین دمای تابستان و زمستان به ترتیب  $32/5$  و  $11$  درجه سانتی‌گراد و متوسط بارش سالانه ۳۸۵ میلی‌متر می‌باشد.

#### ارزیابی درجه فشردگی استفاده از زمین

درجه فشردگی کشاورزی در چشم‌انداز مورد مطالعه بر اساس روش ارائه شده توسط هرزوغ و همکاران (Herzog et al., 2006) با تکیه بر مفهوم عملیاتی فشردگی صورت گرفت که اساس آن

زیستی موجود در خود هم می‌باشند (Grashof-Bokdam & Langevelde, 2004). حال نکته مهم این است که چگونه این شبکه برای جا دادن تنوع زیستی عمل می‌کند. برخی گونه‌ها به یک نوع زیستگاه برای تمام طول چرخه حیاتشان وابسته هستند؛ برخی گونه‌ها نظیر گیاهان که غیر متحرک هستند، به یک یا تعداد محدودی زیستگاه وابسته اند. برای مثال گیاه *Anemone nemorosa* گونه ای است گل‌دهنده که در زیستگاه‌های درختی و بعضی اوقات در کلونی‌های هم‌جوار با علف‌زارها دیده می‌شود (Falinski & Canullo, 1985). برخی گونه‌ها نیز مانند *Martes martes* (pinemarten) رگه‌های سبز را به عنوان پناهگاه یا به عنوان راهروهایی<sup>۱</sup> برای جابه‌جایی و پراکندگی استفاده می‌کنند (Muskens et al., 2002) و برخی مثل پروانه‌ها از رگه‌های سبز برای مسیریابی در زمان حرکت (Verboom, 1998) استفاده می‌کنند. بسیاری از محققان پس از انجام بررسی‌های میدانی گسترده، مانند گراشوف-بوکدام و لانگولد (Grashof-Bokdam & Langevelde, 2004) در اظهاراتی موافق آنچه گفته شد، لکه‌های کوچک از پوشش سبز طبیعی و یا نیمه طبیعی و نیز عناصر نواری نیمه طبیعی، مانند حواشی مزارع، که به عنوان رگه‌های سبز مشهورند را در نگهداری و حفاظت از تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی مؤثر دانسته و بیان کردند که این عناصر به عنوان ناحیه (متعادل‌کننده) بافری<sup>۲</sup> بین نقاط کشت شده و نوار پوشش گیاهی دائمی عمل می‌نمایند.

فشردگی‌سازی سیستم‌های کشاورزی و بهره‌برداری فشرده از زمین، کیفیت زیست‌محیطی رگه‌های سبز را به‌ویژه از طریق رسوخ نهاده‌های شیمیایی به صورت جدی تهدید کرده (Aude et al., 2003). و بسیاری از عناصر رگه‌های سبز به دلیل از دست دادن اهمیت اقتصادی خود نظیر تأمین سوخت و تقسیم‌بندی مزارع، در حال ناپدید شدن از پهنه وسیعی از چشم‌اندازهای کشاورزی جهان هستند (Jongman, 1996)؛ در نتیجه تنوع زیستی موجود در عناصر رگه‌های سبز از جمله گونه‌های مفید کشاورزی نظیر دشمنان طبیعی آفات و یا بی‌مهرگانی که در گرده‌افشانی کمک شایانی می‌کنند در معرض خطر قرار دارند؛ از جمله خدماتی که می‌توان در بوم‌نظام‌ها انتظار داشت، مهار آفات توسط بی‌مهرگان یا کمک به گرده‌افشانی به وسیله برخی حشرات است (Paoletti, 1999). مطالعه تنوع زیستی

1- Corridors

2- Buffer Zone

ب) ساختار چشم‌انداز و انواع زیستگاه‌های حاشیه‌ای آن پس از بازدیدهای صحرایی مکرر از چشم‌انداز و بررسی نقشه‌ها و عکس‌های هوایی، سه گروه اصلی زیستگاه با ویژگی‌های قابل تفکیک بر مبنای تفاوت در ساختار و یا نوع فراهم‌سازی شرایط خاص بوم‌شناختی (به‌عنوان مثال شرایط خاصی که این زیستگاه‌ها از نظر رطوبت، شرایط خاکی و سایه‌اندازی دارند) در نظر گرفته شدند (Holzschuh et al., 2010; Boutin et al., 2008; Tscharnke et al., 2004; Milsom et al., 2005)، که عبارت بودند از ۱- زمین‌های زراعی ۲- حاشیه‌های زمین‌های زراعی و ۳- زیستگاه‌های طبیعی و نیمه طبیعی. سپس این سه گروه بر اساس فرم زیستگاه و نیز کارکرد آن‌ها به هفت نوع زیستگاه خرد<sup>۱</sup> به شرح زیر تفکیک گردیدند: ۱- زمین‌های زراعی ۲- حاشیه‌های بین دو زمین زراعی ۳- حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (حاشیه‌هایی که از یک سو به مراتع متصل هستند) (Ma et al., 2012)، ۴- نهرهای دائمی ۵- نهرهای غیردائمی ۶- راه‌ها ۷- رگه‌های سبز درختی. لازم به ذکر است که تمامی عوارضی که دارای قطر حداکثر پنج متر (۰/۵) تا پنج متر) بودند تحت عنوان زیستگاه حاشیه‌ای در نظر گرفته شدند (Avik & Liira, 2009).

### ج) نمونه‌برداری گیاهی

از آن جایی که ویژگی‌های توپوگرافیک و اقلیمی چشم‌انداز مورد مطالعه در تمامی نقاط تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشتند، برای نمونه‌برداری از زمین‌های زراعی و حاشیه‌های ما بین آن‌ها، کل چشم‌انداز به شش واحد کاری با مساحت یکسان تقسیم شد. در این آزمایش به دلیل وجود زیستگاه‌های حاشیه‌ای با فرم نواری و خطی، از پلات‌های چهارگوش استفاده شد و تعیین سطح بهینه پلات نیز با روش سطح حداقل صورت گرفت (Barbour et al., 1999). بدین صورت که تعداد تجمعی گونه‌ها در پلات‌های متوالی به روش قالب‌های تودر توی برون بلانکه<sup>۲</sup> محاسبه شد و با استفاده از داده‌های سطح قالب و تعداد تجمعی گونه‌ها، منحنی سطح به گونه رسم شد و در نهایت، اندازه ۲×۲ مترمربع برای هر پلات انتخاب شد. جهت تعیین تعداد پلات‌ها نیز از روشی مشابه استفاده گردید. از روش سیستماتیک-تصادفی برای نمونه‌برداری پوشش گیاهی استفاده شد.

مرتبط با متغیرهایی است که به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در مباحثی مانند تنوع زیستی شناخته می‌شود، که خود به‌صورت مستقیم بر پارامترهایی نظیر کیفیت منابع آبی و خاکی تأثیر می‌گذارند. این مؤلفه‌های عملیات کشاورزی را به‌راحتی و به‌وسیله مصاحبه می‌توان از کشاورزان جمع‌آوری کرد. بدین منظور چشم‌انداز مورد بررسی به پنج ناحیه (شمال، جنوب، شرق، غرب و ناحیه مرکزی) تقسیم‌بندی شد و از آن جایی که مبنای بررسی حداقل ۱۰ درصد زمین‌های کشاورزی بود (Herzog et al., 2006)، از هر ناحیه حدود ۱۴ هکتار انتخاب شد و در نهایت، ۲۲ کشاورز از سراسر چشم‌انداز مورد مطالعه مورد مصاحبه قرار گرفتند. ملاک تعداد مصاحبه مساحت زمین‌های مورد ارزیابی بود. زیرا در بعضی نواحی چشم‌انداز، به‌ازای ۱۴ هکتار، بیش از شش کشاورز و در برخی نواحی سه کشاورز را در بر می‌گرفت؛ داده‌های جمع‌آوری شده بر مبنای میزان کاربرد به‌ازای مساحت زمین، معادل‌سازی شده و سپس میانگین استفاده از هر نهاد یا عملیات کشاورزی محاسبه گردید. عملیات کشاورزی انتخابی شامل ورودی کودهای شیمیایی و دامی (کیلوگرم نیتروژن در سال به‌ازای هر هکتار)؛ ورودی آفت‌کش‌ها (تعداد دفعات کاربرد علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و سایر آفت‌کش‌ها) و تعداد دفعات عملیات خاک‌ورزی و کنترل مکانیکی علف‌های هرز بود. تخمین محتوی نیتروژن کودهای دامی از طریق بررسی منابع و میانگین‌گیری از مقادیر موجود ارائه شده در منابع گوناگون صورت گرفت (Daneshian et al., 2012; Sharifi et al., 2012; Akbarinia et al., 2004).

میزان فشردگی استفاده از زمین در چشم‌انداز مورد بررسی از طریق معادله ذیل محاسبه شد (Flohre et al., 2011; Herzog et al., 2006):

$$AI = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V_{min})}{n(V_{max} - V_{min})} \times 100$$

که در آن، AI: شاخص فشردگی کشاورزی؛  $V_i$ : مقادیر و یا تعداد دفعات مشاهده شده کاربرد نهادها (تعداد دفعات کاربرد آفت‌کش‌ها، میزان استفاده از کودهای شیمیایی و آبی و تعداد عملیات خاک‌ورزی اعمال شده)؛  $V_{max}$  و  $V_{min}$ : به‌ترتیب حداقل و حداکثر مقدار مشاهده شده نهادها در تمام مزارع ارزیابی شده؛ و  $n$ : تعداد شاخص‌های مورد بررسی می‌باشد.

1- Sub-habitat

2- Braun Blanquet

گردید. شاخص‌های تنوع زیستی شامل شاخص تنوع شانون وینر، بریلیون و سیمپسون؛ و شاخص‌های یکنواختی اسمیت-ویلسون و کامارگو، شاخص تشابه سورنسون و نهایتاً شاخص غنای جک نایف مطابق پوربابایی و آهنی هم برای تنوع گونه‌ای کل و هم به تفکیک گونه‌های متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی مورد محاسبه قرار گرفتند (Poorbabae & Ahani, 2004). همچنین محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی به کمک نرم‌افزار *Ecological Methodology* انجام پذیرفت.

## نتایج و بحث

### الف) برآورد میزان فشردگی استفاده از زمین

مقادیر محاسبه شده درجه فشردگی استفاده از زمین در این مطالعه نشان داد که زمین‌های زراعی و منابع آب و خاک این منطقه به شکل فشرده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. مقدار محاسبه شده شاخص فشردگی کشاورزی (AI) برای چشم‌انداز مورد بررسی، ۴۹/۵۶ می‌باشد که این مقدار در مقیاس سطح فشردگی بالا قرار می‌گیرد. فلور و همکاران (Flohre et al, 2011) در مطالعه‌ای در سطح اروپا عنوان کردند که در میان نه کشور اروپایی، بیشترین و کمترین مقدار فشردگی استفاده از زمین مربوط به کشور آلمان و به ترتیب به میزان ۳۶/۴۲ و ۳/۰۷ بود؛ مقدار کلی محاسبه شده برای هر نه کشور عبارت بودند از ۲۸/۵۷ برای حالت فشردگی بالا و ۲۰/۵۶ برای فشردگی در سطح متوسط و ۱۲/۶۵ برای حالت فشردگی پایین. بنابراین، به نظر می‌رسد درجه فشردگی استفاده از زمین در چشم‌انداز مورد مطالعه ما بیش از حد انتظار و نگران‌کننده بوده؛ لذا برنامه‌ریزی مدیریتی بر مبنای اصول بوم‌شناختی و استانداردهای کشاورزی پایدار جهت کاهش میزان فشردگی در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

۱- مسیر استفاده شده در نرم‌افزار برای شاخص‌های تنوع شانون وینر، بریلیون و سیمپسون؛ و شاخص‌های یکنواختی اسمیت-ویلسون و کامارگو مطابق ذیل بود: Species diversity/Heterogeneity and Evenness measures برای شاخص غنای جک نایف:

Species diversity/ Jackknife for Quadrat Counts

شاخص تشابه سورنسون نیز مطابق معادله مقابل به صورت دستی محاسبه شد، که در آن،  $SS$ : شاخص تشابه سورنسون؛  $j$ : تعداد گونه‌هایی که در هر دو جامعه یافت می‌شوند؛ و  $a$  و  $b$ : به ترتیب تعداد گونه‌هایی که فقط در جامعه  $a$  و  $b$  یافت می‌شوند.

$$SS = \frac{2j}{(a + b + 2)}$$

جهت اجتناب از خودهمبستگی فضایی<sup>۱</sup> احتمالی پلات‌ها در یک زیستگاه، معیاری تحت عنوان حداقل فاصله ۲۰۰ متری کوادرات‌ها از همدیگر تعیین شد و به منظور رعایت آسان این معیار از ترانسکت‌های ۴۰۰ متری استفاده و در طول هر ترانسکت خطوط فرضی عمود بر آن ترسیم و به صورت تصادفی در یک نقطه نمونه‌برداری انجام شد. در زیستگاه‌های نواری با عرض بیش از دو متر (جاده‌ها) کوادرات‌ها در قسمت متمایل به مرکز مستقر شدند. برای زیستگاه‌های نواری با عرض محدود، تقریباً تمام زیستگاه‌های حاشیه‌ای بین زمین‌های زراعی و بیشتر نهرهای دائم و غیردائم با عرض کمتر و یا در برخی موارد کمی بیشتر از یک متر، از کوادرات‌های ۱×۴ متر استفاده شد. برای زیستگاه‌های نواری متصل به مراتع هم‌جوار هم معیار فاصله حداکثر ۰/۵ متر از سمت هم‌جوار با زمین زراعی جهت استقرار کوادرات، در نظر گرفته شد، هدف از تعیین این معیار ارزیابی هر چه بیشتر اثر حاشیه‌ای زمین‌های زراعی بود (Avik & Liira, 2010). نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در اواسط تیر ماه که مقارن با رشد مناسب اکثر گونه‌های گیاهی چشم‌انداز بود انجام شد.

به منظور دسته‌بندی گونه‌های گیاهی موجود از لحاظ تحمل آشفستگی‌های ناشی از فعالیت‌های زراعی، مقیاس ۲×۲ متر (مقیاس پلات‌های نمونه‌برداری) مدنظر قرار گرفت و گونه‌ها به دو گروه متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی تقسیم‌بندی شدند. گونه‌هایی که فراوانی حضور آن‌ها در پلات‌های نمونه‌برداری در زمین‌های زراعی ۱۰ درصد یا بیشتر بود، به عنوان گونه گیاهی متحمل در نظر گرفته شد (Aavik et al, 2008; Aavike & Liira, 2009).

### د) آنالیز داده‌ها

از آنجایی که تعداد نمونه‌ها در قسمت‌های مختلف چشم‌انداز متفاوت بود، از روش رقیق‌سازی جهت معادل نمودن داده‌های پوشش گیاهی استفاده شد (Hurlbert, 1971; Simberloff, 1972). واریانس غنای گونه‌ای موجود در بوم‌نظام‌ها براساس مدل رقیق‌سازی نیز به روش هک و همکاران (Heck et al., 1975) محاسبه شد. نتایج حاصل از رقیق‌سازی نشان داد که تغییر واریانس در تعداد گونه‌ها نسبت به افزایش حجم نمونه‌برداری غیر معنی‌دار بود ( $R^2 = 0.0016$ ) و در نتیجه، از داده‌های اصلی مربوط به پلات‌ها استفاده

1- Spatial autocorrelation

گونه)، رگه‌های سبز درختی (۳۲ گونه)، حاشیه‌های بین دو زمین زراعی (۳۰ گونه)، نهرهای دائمی (۲۶ گونه)، نهرهای غیردائمی (۲۳ گونه) و نهایتاً راه‌ها و جاده‌ها (۲۲ گونه) بود. به عبارت دیگر، بیشتر تعداد گونه‌های گیاهی ثبت شده در این چشم‌انداز متعلق به رگه‌های سبز (۴۴ گونه) بود و این در حالی است که سهم زمین‌های زراعی از کل چشم‌انداز، بیش از ۵۰ درصد ثبت شد.

### ب) گونه‌های متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی

علاوه بر گونه‌های زراعی موجود در چشم‌انداز مورد مطالعه، ۸۷ گونه گیاهی غیرزراعی نیز مورد شناسایی و ثبت قرار گرفتند. بیشترین غنای گونه‌ای مشاهده شده مربوط به زمین‌های زراعی (گونه ۴۳) و پس از آن به ترتیب حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (۳۷

جدول ۱- مقادیر متوسط، کمینه و بیشینه مربوط به شاخص‌های ارزیابی شده در چشم‌انداز مورد مطالعه (میانگین در هکتار)

Table 1- Average, maximum and minimum values of the AI indicators in the landscape (weighted per ha)

شاخص Indicators	متوسط مقادیر مشاهده شده Mean observed values	بیشینه Maximum	کمینه Minimum
ورودی نیتروژن شیمیایی و آلی <sup>۱</sup> Nitrogen inputs (kg.ha <sup>-1</sup> )	211.36	300.75	100.12
تعداد دفعات مصرف آفت‌کش <sup>۲</sup> Pesticide input	2.36	4	1
تعداد دفعات خاک‌ورزی <sup>۳</sup> No. of tillage operations	2.36	4	1

۱- نیتروژن (کیلوگرم در هکتار در سال)، ۲- حشرمکش، علف‌کش، فارچکش و سایر آفت‌کش‌ها، ۳- خاک‌ورزی و کنترل مکانیکی علف‌های هرز  
1- Nitrogen inputs (kg.ha<sup>-1</sup>) 2- Pesticide input 3- No. of tillage operations

تشکیل‌دهنده چشم‌انداز به جز زمین‌های زراعی، یعنی گونه‌های ارزشمند طبیعی، از این قرار بودند: *Mentha aquatica* (۲۰/۸۳) درصد از کل فراوانی افراد موجود در تمام پلات‌های مربوط به عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز منهای زمین‌های زراعی، *Arundo donax* (۴/۳۵) درصد، *Typhalatifolia* (۳/۵۲) درصد، *Phleum pratense* (۳/۱۷) درصد، *Agrostis stolonifera* (۲/۴۹) درصد، *Cirsium arvense* (۱/۷۱) درصد، *Catabrosa aquatic* (۱۰/۹۲) درصد و *Achillea millefolium* (۰/۷۸) درصد).

### ج) ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی

– شاخص‌های تنوع و یکنواختی ترکیب پوشش گیاهی چشم‌انداز مورد مطالعه

به‌منظور ارزیابی میزان تنوع گیاهی در هرکدام از عناصر ساختاری تشکیل‌دهنده چشم‌انداز، شاخص‌های تنوع مورد محاسبه قرار گرفتند. بیشترین غنای برآورد شده به‌روش جکنایف در زمین‌های زراعی (۴۸/۷) و پس از آن در حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (۴۲/۴) و رگه‌های سبز درختی (۴۱/۵) دیده می‌شود. همچنین بیشترین تعداد گونه منحصربه‌فرد در رگه‌های سبز درختی (۱۰ گونه) و نهرهای غیردائمی (هشت گونه) مشاهده شد (جدول ۲).

از لحاظ فراوانی، گونه‌های با بیشترین فراوانی در زمین‌های زراعی، که بیشتر آن‌ها در میان لیست گونه‌های متحمل زراعی نیز می‌باشند، از این قرار بودند: *Sorghum halepense* (۴۶/۵۶) درصد از کل فراوانی افراد<sup>۱</sup> موجود در تمام پلات‌های مربوط به زمین‌های زراعی، *Cynodon dactylon* (۱۱/۵۲) درصد، *Convolvulus arvensis* (۸/۸) درصد، *Echinochloa crus-galli* (۴/۴۸) درصد، *Cyperusrotundus* (۴) درصد، *Setaria viridis* (۲/۴) درصد، *Malva neglecta* (۲/۲۴) درصد و *Glycyrrhiza glabra* (۱/۷۶) درصد). در مجموع، از میان تمامی گونه‌های گیاهی موجود در زمین‌های کشاورزی، ۲۱ گونه تحت عنوان گونه‌های متحمل زراعی، یعنی گونه‌هایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در میان این گونه‌ها بیشترین درصد حضور در پلات‌های نمونه‌برداری به‌ترتیب متعلق به *Sorghum halepense* (حضور در ۴۴/۴۴ درصد پلات‌های نمونه‌برداری)، *Convolvulus arvensis* (۳۸/۸۸ درصد)، *Amaranthu sretroflexus* (۲۷/۷۷) درصد، *Cynodondactylon* (۲۲/۲۲) درصد و *Setariaviridis* (۲۲/۲۲) درصد) بودند.

از لحاظ فراوانی، گونه‌های با بیشترین فراوانی در تمامی عناصر

1- Individuals

جدول ۲- مقادیر غنای گونه‌ای جک‌نایف محاسبه شده در عناصر سازنده چشم‌انداز مورد بررسی

Table 2- Jackknife species richness calculated for elements of the landscape structure

غنای جک‌نایف Jackknife species richness	غنای گونه‌ای Estimate of species richness	انحراف استاندارد از برآورد Standard deviation of the estimate	تعداد گونه منحصر به فرد Number of unique species
W.F.E	33.6	1.47	4
R	23.8	1.2	2
P.D	31.4	1.99	6
N.P.D	30.2	2.94	8
N.F.E	42.4	2.4	6
W.Gr	41.5	2.33	10
Fi	48.7	2.38	6

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

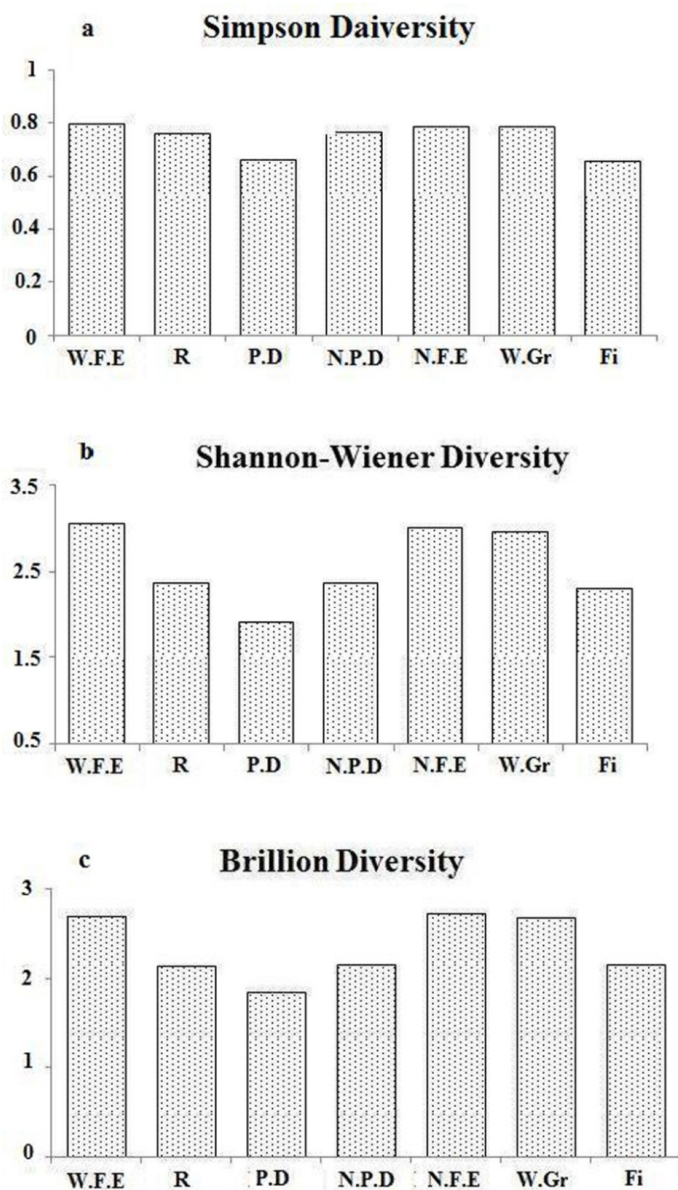
W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.

زمین زراعی قابل توجه می‌باشد. این نتایج را به کمک فرضیه آشفستگی<sup>۱</sup> (Pollock et al., 1998) بدین گونه می‌توان توجیه کرد که آشفستگی، شرایط محیطی را در مقیاس محلی به شکلی تغییر می‌دهد که ترکیب گونه‌ای، به دلیل حضور گونه‌های غالب متفاوت در جمعیت‌های مختلف، در جهت افزایش تنوع گیاهی تغییر کند. مقادیر محاسبه شده مربوط به شاخص‌های یکنواختی کامارگو و اسمیت-ویلسون حاکی از توزیع یکنواخت‌تر از لحاظ فراوانی گونه‌ها در عناصر سازنده چشم‌انداز مانند حاشیه‌های بین دو زمین زراعی (به ترتیب ۰/۰۵۲۵ و ۰/۶۴۲)، رگه‌های سبز درختی (۰/۴۴ و ۰/۴۹)، نهرهای غیردائمی (۰/۴۱ و ۰/۴۴) و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (۰/۴۱ و ۰/۵۰) است (شکل ۲ a, b). همچنین میزان شاخص تنوع در این عناصر، چنانکه پیشتر ذکر شد، بالاتر است. پایین بودن شاخص تنوع در راه‌ها می‌تواند توجیهی متفاوت نسبت به دلیل پایین بودن تنوع در نهرهای دائمی و زمین‌های زراعی داشته باشد. چنانکه در شکل دیده می‌شود، مقدار شاخص یکنواختی کامارگو و اسمیت-ویلسون برای راه‌ها (۰/۴۲ و ۰/۴۴) نسبت به مقادیر آن‌ها برای نهرهای دائمی (۰/۲۸ و ۰/۲۶) و زمین‌های زراعی (۰/۲۷ و ۰/۴۰) بالاتر است. این مسئله نشان‌دهنده توزیع یکنواخت‌تر گونه‌های گیاهی در راه‌ها، علی‌رغم غنا (۲۲ گونه) و شاخص تنوع زیستی پایین‌تر، می‌باشد. اما در طرف مقابل غالبیت گونه‌های آبدوست (هیدروفیت) مانند *Mentha*

بیشترین و کمترین میزان شاخص تنوع مربوط به حاشیه‌های بین دو زمین زراعی و راه‌ها با مقادیر به ترتیب ۳/۰۶ و ۱/۹۲ برای شاخص شانون، و نیز مقادیر ۲/۶۹ و ۱/۸۴ برای شاخص تنوع بریلیون بود (شکل ۱ b, c). همچنین از لحاظ شاخص تنوع سیمپسون بیشترین و کمترین تنوع در حاشیه‌های بین دو زمین زراعی با میزان ۰/۸۰ و زمین‌های زراعی ۰/۰۶۶ دیده می‌شود (شکل ۱ a). همان‌گونه که در شکل ملاحظه می‌گردد، تغییرات در شاخص تنوع سیمپسون بین عناصر گوناگون تشکیل‌دهنده چشم‌انداز، به دلیل حساسیت این شاخص به تغییرات در گونه‌های فراوان‌تر، کمتر از آنچه است که در شاخص‌های تنوع شانون و بریلیون دیده می‌شود. همان‌گونه که در بخش‌های پیشین نیز ذکر شد، بیشترین تعداد گونه گیاهی یا به عبارتی غنای گونه‌ای در زمین‌های زراعی و پس از آن حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی و رگه‌های سبز درختی ثبت شد، اما شاخص‌های تنوع به دلیل لحاظ نمودن هم‌زمان دو معیار تعیین‌کننده تنوع، یعنی غنا (تعداد گونه) و فراوانی، این طبقه‌بندی را تغییر داده و بیشترین تنوع را در حاشیه‌های بین دو زمین زراعی نشان می‌دهد. این گروه از عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز آشفستگی‌های کمتر از آنچه که در داخل زمین‌های زراعی و بیشتر از آنچه که در زیستگاه‌های نیمه طبیعی دیده می‌شود را تجربه می‌کنند. لذا طبق اظهارات تائو و همکاران (Tao et al., 2008) مبنی بر بالاتر بودن تنوع در زیستگاه‌های با درجه آشفستگی متوسط، بالا بودن تنوع در حاشیه‌های بین دو

مقدار شاخص یکنواختی را در این عناصر کاهش داده است. تارمی و همکاران در مطالعه‌ای بر روی ارزش تنوع زیستی موجود در حاشیه زمین‌های زراعی بر نقش اکولوژیک تنوع گونه‌های گیاهی در حاشیه مزارع تأکید کردند (Tarmi et al., 2002).

در نهرهای دائمی از سویی، و غالبیت گونه‌هایی مانند *Phleum pratense*، *Sorghum halepense* و *Cynodon dactylon* که در مقابل آشفستگی‌های مکرر موجود در زمین‌های زراعی، درجه تحمل بالایی نشان می‌دهند،

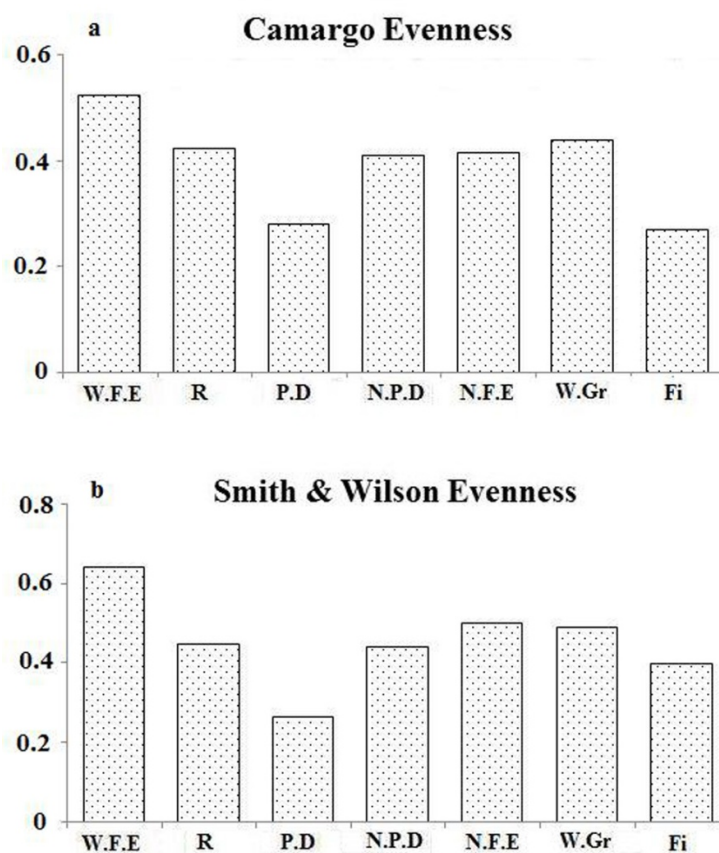


شکل ۱- شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شده برای عناصر هفت‌گانه تشکیل دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

Fig. 1- diversity indices of 7 structural elements of the landscape

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائم، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.



شکل ۲- شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده برای عناصر هفت‌گانه تشکیل‌دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

**Fig. 2- evenness indices of structural elements of the landscape**

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها؛ P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.

### شاخص‌های تنوع و یکنواختی گونه‌های متحمل زراعی و

#### ارزشمند طبیعی در چشم‌انداز مورد مطالعه

هرکدام از شاخص‌های تنوع و یکنواختی ذکر شده در بخش پیشین، جهت ارزیابی تنوع زیستی گیاهی در عناصر هفت‌گانه (زیستگاه‌های خرد) تشکیل‌دهنده چشم‌انداز به تفکیک گروه‌های متحمل زراعی و ارزشمند طبیعی مورد محاسبه قرار گرفتند. بیشترین مقدار شاخص تنوع زیستی محاسبه شده در گروه گیاهان متحمل زراعی در حاشیه‌های بین دو زمین زراعی (شاخص تنوع شانون- وینر ۲/۰۳ و شاخص تنوع بریلیون ۱/۸۵) و پس از آن حاشیه‌های هم‌جوار

در مطالعه‌ای همسو، تارمی و همکاران حاشیه‌های زمین‌های زراعی با پهنای بیشتر (مساحت بیشتر) و حاصلخیزی کمتر را دارای تنوع بالاتر یافتند (Tarmi et al., 2009)؛ در این مطالعه ویژگی‌های ادافیک، مدیریتی و فاکتورهای مکانی مانند توزیع و نحوه قرارگیری حاشیه‌های زمین‌های زراعی به‌عنوان فاکتورهای تأثیرگذار بر تنوع زیستی عنوان شدند. نتایج مشابه در ارتباط با تنوع گونه‌های گیاهی در حاشیه مزارع توسط ما و همکاران گزارش شده است (Ma et al., 2002).



نهرهای دائمی در این مطالعه، می‌توانند به‌عنوان شاخص‌هایی جهت ارزیابی تنوع زیستی در آگرواکوسیستم‌ها مد نظر قرار گیرند (Aavik & Liira, 2009)، چنانکه عنوان شده که تنوع زیستی در سطح گاما (برای مثال در مقیاس چشم‌انداز) می‌تواند از میزان ناهمگونی زیستگاه<sup>۱</sup> تأثیر مثبت بپذیرد. حواشی زمین‌های زراعی به‌عنوان پناهگاهی برای بسیاری از گونه‌های حساس به فعالیت‌های زراعی در نظر گرفته شده (Partel et al., 2007)، در مطالعه حاضر نیز حواشی زمین‌های زراعی به‌خصوص آن‌ها که با مراتع هم‌جوار بودند، نقش بسزایی در حمایت از تنوع گونه‌های ارزشمند طبیعی ایفا کردند. راه‌ها بیشتر گونه‌های متحمل زراعی، ولی زیستگاه‌های با پوشش درختی گونه‌های ارزشمند طبیعی را حمایت می‌کنند (Aavik & Liira, 2009) که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

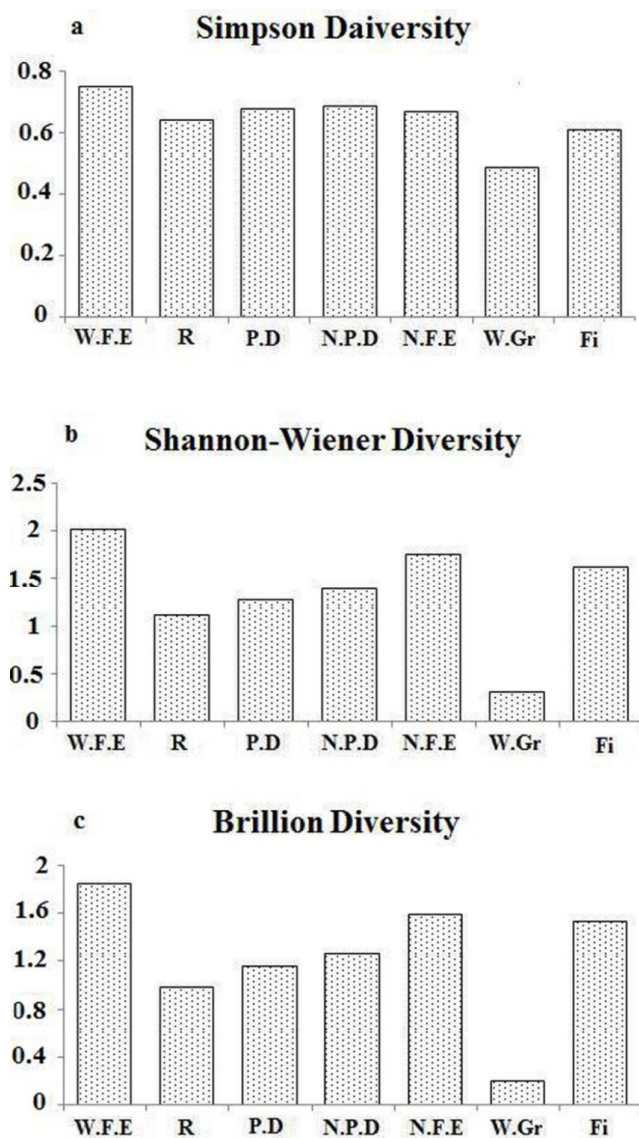
#### ارزیابی شاخص تشابه سورنسون

نتایج محاسبه شاخص تشابه سورنسون حاکی از تشابه نسبتاً قابل توجه برخی عناصر و در عین حال عدم تشابه برخی دیگر می‌باشد. بیشترین تشابه موجود را می‌توان بین عناصری مانند حاشیه‌های بین دو زمین زراعی و زمین‌های زراعی (با مقدار شاخص تشابه سورنسون ۰/۶۵)، حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی و زمین‌های زراعی (۰/۵۷)، نهرهای غیردائمی و زمین‌های زراعی (۰/۵۵)، یافت (جدول ۳).

اساساً چنانکه نتایج شاخص تشابه سورنسون نشان می‌دهد، عناصری که دارای تعداد بیشتری از گونه‌های متحمل زراعی هستند، دارای تشابه بیشتری نیز هستند. تشابه خصوصیات ساختاری و مکانی، شرایط مشابهی را از نظر بوم‌شناختی و شرایط تخریب حاصل از فعالیت‌های زراعی، برای این عناصر پدید آورده است. برای مثال نهرهای غیردائمی در بسیاری موارد مرز بین زمین‌های زراعی را تشکیل می‌دهند؛ حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی علی‌رغم دربرداشتن بسیاری از گونه‌های ارزشمند طبیعی، که در زمین‌های زراعی قابل رؤیت نیستند، به‌علت هم‌جواری مستقیم با زمین‌های کشاورزی تحت تأثیر تغییرات در ترکیب عناصر غذایی خاک ناشی از کودپاشی و یا نشت و نفوذ سموم شیمیایی آفت‌کش و علف‌کش قرار می‌گیرند. حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی و حاشیه‌های

با زیستگاه‌های طبیعی (به‌ترتیب با ۱/۴ و ۱/۲۷) و زمین‌های زراعی (به‌ترتیب با ۱/۶۳ و ۱/۵۴) محاسبه شد (شکل ۳ b,c). کمترین تنوع گیاهی در گروه گیاهان متحمل زراعی در رگه‌های سبز (به‌ترتیب با ۰/۳۱ و ۰/۲) و پس از آن راه‌ها (به‌ترتیب با ۱/۱۱ و ۰/۹۹) محاسبه شد. بیشترین یکنواختی در نهرهای دائمی (به‌ترتیب با ۰/۶۳ و ۰/۶۷) حاکی از حضور مکرر چند گونه متحمل زراعی با توزیع متعادل در این گروه از عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز است (شکل ۴ a,b). در گروه گیاهان ارزشمند طبیعی بیشترین تنوع شانون-وینر و بریلیون در زمین‌های زراعی (به‌ترتیب با ۳/۰۸ و ۲/۵۲) و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی (به‌ترتیب با ۳/۰۸ و ۲/۵۲)، و کمترین مقادیر شاخص‌های تنوع در نهرهای دائمی (به‌ترتیب با ۱/۲۸ و ۱/۲۲) و راه-ها (به‌ترتیب با ۱/۹۳ و ۱/۵۸) محاسبه شد (شکل ۵ b,c). بالا بودن مقدار شاخص تنوع در زمین‌های زراعی که ضمناً دارای بالاترین مقدار غنای گونه‌ای نیز بود و همچنین حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، قابل توجیه می‌باشد. غنای گونه‌ای و تنوع گیاهان ارزشمند طبیعی در نهرهای دائمی و رگه‌های سبز درختی بالا بود، اما یکنواختی کمتر در توزیع افراد گونه‌ها در نهرهای دائمی (به‌ترتیب با ۰/۲۳ و ۰/۲۱) برای شاخص‌های یکنواختی کامارگو و اسمیت-ویلسون) و غالبیت چند گونه هیدروفیت میزان عددی شاخص تنوع را کاهش داد (شکل ۶ a, b). در مطالعه‌ای که پوربابایی و آهنی انجام دادند، میزان شاخص یکنواختی به‌عنوان نشان‌دهنده چگونگی توزیع افراد بین گونه‌ها، مؤثر بر مقدار شاخص‌های تنوع تشخیص داده شدند (Poorbabaee & Ahani, 2004)؛ به‌عبارتی مقادیر بالاتر شاخص یکنواختی، شاخص تنوع شانون وینر را هم افزایش داده بود. ایویک و لیرا در مطالعه بر روی گونه‌های ارزشمند طبیعی و متحمل زراعی در آگرواکوسیستم‌ها نتایجی تا حدودی مشابه با این مطالعه گزارش عنوان کردند (Aavik & Liira, 2009)، چنانکه نهرهای آب و لکه‌های طبیعی و نیمه طبیعی که از جمله عناصر شناخته شده به‌عنوان رگه‌های سبز می‌باشند را به‌عنوان حمایت‌کننده گونه‌های ارزشمند طبیعی، و راه‌ها را به‌دلیل مواجهه مکرر با آفت‌گی‌ها به‌عنوان حمایت‌کننده گونه‌های متحمل زراعی معرفی کردند. از آنجا که تغییر در ساختار چشم‌اندازهای کشاورزی و فشرده‌سازی آن‌ها کاهش گسترده‌ای را از لحاظ تنوع زیستی باعث شده (Green et al., 2005)، لذا نسبت زیستگاه‌های طبیعی و نیمه طبیعی و یا با ساختار نیمه طبیعی، مانند رگه‌های سبز درختی و

مابین دو زمین زراعی (۵/۰) نیز دارای تشابه بسیار هستند، به‌گونه‌ای که نیمی از گونه‌های گیاهی در این دو عنصر حاشیه‌ای مشابه هستند.



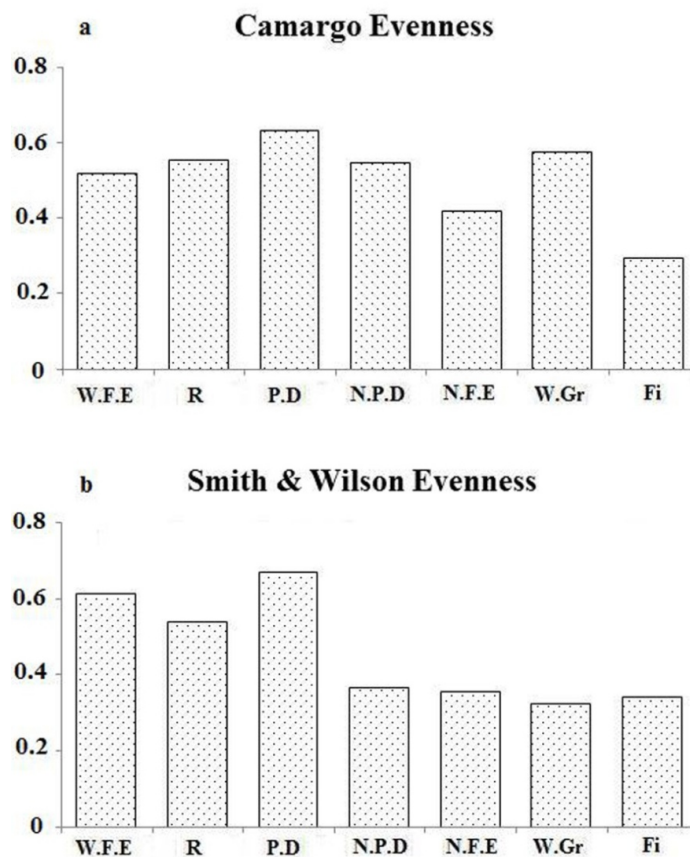
شکل ۳- شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شده برای گونه‌های متحمل زراعی عناصر تشکیل دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

**Fig. 3- diversity indices of agrotolerant (AT) species for structural elements of the landscapefields**

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr:

رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.



شکل ۴- شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده برای گونه‌های متحمل زراعی عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

**Fig. 4- evenness indices of agrotolerant (AT) species for structural elements of the landscape**

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.

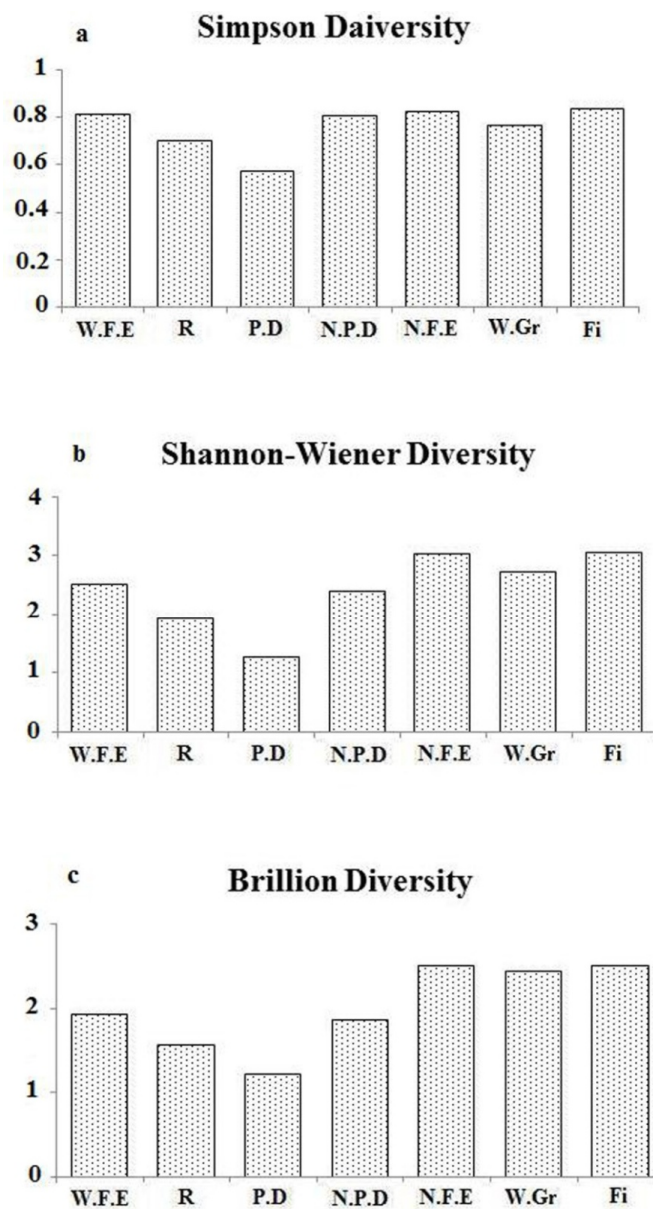
جدول ۳- مقادیر محاسبه شده شاخص تشابه سورنسون برای عناصر ساختاری تشکیل‌دهنده چشم‌انداز

**Table 3- Sorenson similarity index calculated for structural elements of the landscape**

	W.F.E	R	P.D	N.P.D	N.F.E	W.Gr	Fi
W.F.E	1						
R	0.46	1					
P.D	0.32	0.29	1				
N.P.D	0.32	0.4	0.28	1			
N.F.E	0.5	0.406	0.19	0.36	1		
W.Gr	0.26	0.33	0.27	0.25	0.405	1	
Fi	0.65	0.33	0.31	0.55	0.57	0.21	1

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.



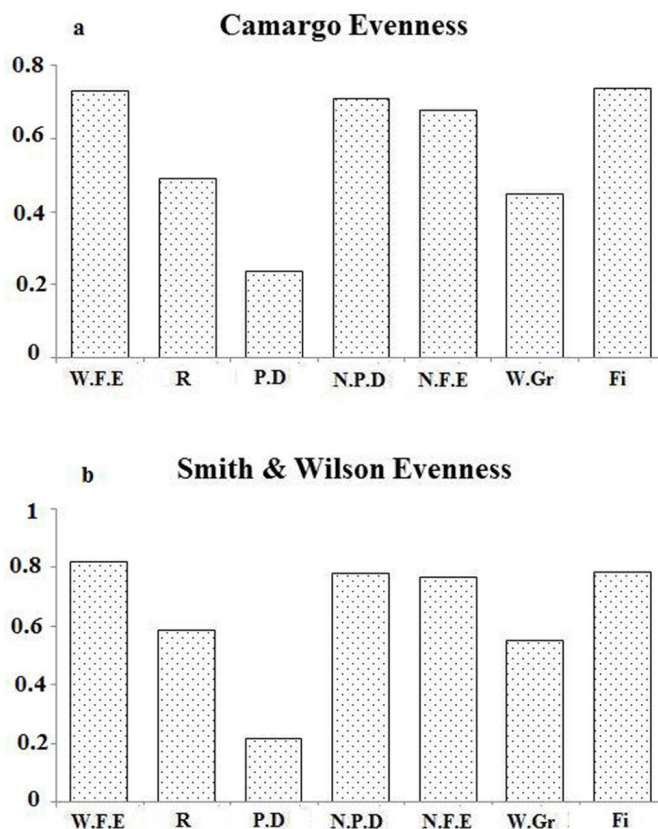
شکل ۵- شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شده برای گونه‌های ارزشمند طبیعی عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

**Fig. 5- diversity indices of nature-value (NV) species for structural elements of the landscape**

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راهها، P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr:

رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.



شکل ۶- شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده برای گونه‌های ارزشمند طبیعی عناصر تشکیل‌دهنده چشم‌انداز مورد مطالعه

**Fig. 6- evenness indices of nature-value (NV) species for structural elements of the landscape**

W.F.E: حاشیه‌های بین دو زمین زراعی، R: راه‌ها؛ P.D: نهرهای دائمی، N.P.D: نهرهای غیردائمی، N.F.E: حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، W.Gr: رگه‌های سبز درختی و Fi: زمین‌های زراعی

W.F.E: within field edges, R: road verges, P.D: permanent ditches, N.P.D: non-permanent ditches, N.F.E: non-crop field edges, W.Gr: woody greenviens and Fi: fields.

های دائمی (غناى بالای گونه‌های ارزشمند طبیعی) به‌میزان ۰/۲۹ و زمین‌های زراعی (غناى بالای گونه‌های متحمل زراعی) و رگه‌های سبز درختی به‌میزان ۰/۲۱ نیز نشان‌دهنده روند ترجیح‌پذیری گونه-های ارزشمند طبیعی برای عناصر گوناگون تشکیل‌دهنده چشم‌انداز می‌باشد. بدین ترتیب که گونه‌های متحمل زراعی عمدتاً راه‌ها، و گونه‌های ارزشمند طبیعی عمدتاً نهرهای دائمی و رگه‌های سبز درختی را ترجیح می‌دهند. هرچند از سوی دیگر، تشابه رگه‌های سبز درختی و نهرهای دائمی به‌عنوان زیستگاه‌های مطلوب گونه‌های ارزشمند طبیعی، پایین می‌باشد (۰/۲۷).

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که عناصر ساختاری با بیشترین تشابه

از سوی دیگر، چنین روندی در مورد عناصری که دربردارنده غناى بالاتر گونه‌های ارزشمند طبیعی بیشتری هستند، نیز کم و بیش دیده می‌شود. برای مثال، میزان شاخص تشابه سورنسون رگه‌های سبز درختی و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی ۰/۴۰۵ و تشابه زمین‌های زراعی و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی ۰/۵۷ می‌باشد. اما این مسئله تمایز در ترجیح‌پذیری گونه‌های ارزشمند طبیعی را روشن نمی‌سازد؛ زیرا زمین‌های زراعی و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی از نظر هر دو گروه گونه‌های متحمل زراعی و انواع ارزشمند طبیعی دارای تنوع بالایی هستند. لذا در ادامه می‌توان چنین توجیه نمود که میزان تشابه کمتر پوشش گونه‌های گیاهی در راه‌ها (غناى بالای گونه‌های متحمل زراعی) و رگه‌های سبز درختی (غناى بالای گونه‌های ارزشمند طبیعی) به‌میزان ۰/۳۳، راه‌ها و نهر-

هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی و زمین‌های زراعی، نهرهای غیردائمی و زمین‌های زراعی، بیشترین تشابه را داشتند. در مجموع، می‌توان گفت عناصری که دارای تعداد بیشتری از گونه‌های متحمل زراعی هستند، دارای تشابه بیشتری نیز هستند. در مجموع و به‌عنوان یک نتیجه‌گیری کلی، می‌توان حفاظت و یا در صورت امکان اختصاص درصد بیشتری از چشم‌اندازهای کشاورزی به عناصر رگه‌های سبز را به‌عنوان عوامل ارتقاءدهنده تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی پیشنهاد کرد. همان‌طور که از نتایج این مطالعه بر می‌آید نهرهای دائمی، رگه‌های سبز درختی و حتی حاشیه‌های هم‌جوار با مراتع هرکدام به‌ترتیب به‌دلیل فاکتور رطوبت، شرایط سایه و هم‌جواری با مراتع، تعداد قابل توجهی از گونه‌های ارزشمند طبیعی را در خود جای داده‌اند. لذا این مسئله مبین کیفیت زیست‌محیطی و آشفستگی تحمیل شده کمتر در این نوع زیستگاه‌هاست و از آن‌جا که حضور زیستگاه‌های با شرایط آشفستگی و اختلالات کمتر جهت استقرار بسیاری گونه‌های حساس و تخصصی<sup>۱</sup> ضروری است، حضور آن‌ها در بوم‌نظام‌های زراعی با ارزش قلمداد می‌گردد.

### سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از اهالی محترم منطقه به‌خاطر کمک‌های ارزشمندشان و نیز هرباریوم دانشگاه رازی که در شناسایی گونه‌ها یاری رساندند، اعلام می‌دارند.

از لحاظ کارکرد و میزان آشفستگی ناشی از عملیات کشاورزی، مانند عملیات شخم و استفاده از نهاده‌های شیمیایی، به‌وسيله گونه‌های مشابه که عمدتاً در گروه گیاهان متحمل زراعی قرار می‌گیرند، اشغال می‌گردند. از سوی دیگر، عناصر نواری دارای پوشش متراکم درختی، شرایط رطوبتی ویژه و آن‌ها که در همسایگی مراتع هم‌جوار قرار دارند، مانند رگه‌های سبز درختی، نهرهای دائمی و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، غنای گونه‌های قابل ملاحظه‌ای از گونه‌های ارزشمند طبیعی را در خود جای دادند. بیشترین و کمترین میزان شاخص‌های تنوع محاسبه شده، در ارتباط با کل گونه‌های گیاهی موجود، به‌ترتیب مربوط به حاشیه‌های بین دو زمین زراعی و راه‌ها بود. بیشترین مقدار شاخص‌های تنوع زیستی محاسبه شده در گروه گیاهان متحمل زراعی در حاشیه‌های بین دو زمین زراعی و پس از آن حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی و زمین‌های زراعی بود. کمترین تنوع گیاهی در گروه گیاهان متحمل زراعی در رگه‌های سبز و پس از آن راه‌ها محاسبه شد و بیشترین یکنواختی در نهرهای دائمی بود. در گروه گیاهان ارزشمند طبیعی بیشترین تنوع شانون-وینر و بریلیون در زمین‌های زراعی و حاشیه‌های هم‌جوار با زیستگاه‌های طبیعی، و کمترین مقادیر شاخص‌های تنوع در نهرهای دائمی و راه‌ها محاسبه شد. غنای گونه‌ای و تنوع گیاهان ارزشمند طبیعی در نهرهای دائمی و رگه‌های سبز درختی بالا بود، اما یکنواختی کمتر در توزیع افراد گونه‌ها در نهرهای دائمی و غالبیت چند گونه هیدروفیت، شاخص تنوع را کاهش داد. از لحاظ شاخص تشابه سورنسون، حاشیه‌های مابین دو زمین زراعی و زمین‌های زراعی، حاشیه‌های

### References

- Aavik, T., Augenstein, I., Bailey, D., Herzog, F., Zobel, M., and Liira, J., 2008. What is the role of local landscape structure in the vegetation composition of field boundaries? *Applied Vegetation Science* 11: 375–386.
- Aavik, T., and Liira, J., 2009. Agrotolerant and high nature-value species—plant biodiversity indicator groups in agroecosystems. *Ecological Indicators* 9: 892–901.
- Aavik, T., and Liira, J., 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135: 178–186.
- Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidcon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi, A., 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). *Pajouhesh and Sazandegi* 61: 32–41. (In Persian with English Summary)
- Aude, E., Tybirk, K., and Pedersen, M.B., 2003. Vegetation density of conventional and organic hedgerows in Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99: 135–147.
- Barbour, M.G., Burk, J.H., and Pitts, W.D., 1999. *Terrestrial plant ecology*. 3<sup>rd</sup> edition ed. Benjamin/Cumming

Publication Company. Menlo Park, California, USA.

Boutin, C., Baril, A., and Martin, P.A., 2008. Plant diversity in crop fields and woody hedgerows of organic and conventional farms in contrasting landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123: 185–193.

Daneshian, J., Rahmani, N., and Alimohammadi, M., 2012. Effects of application nitrogen and fertilizer manure on physiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.) under water deficit stress. *New findings in agriculture* 3: 230-240. (In Persian with English Summary)

Falinski, J.B., and Canullo, R., 1985. La recolonisation des champs abandonnesparl'especeforestiere *Anemone nemorosa* L.: I-Distribution etdynamique. *Giorn Botany of Italy* 119: 1–26

Flohre, A., Fischer, C., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F., and Bommarco, R., 2011. Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. *Ecological Application* 21: 1772–1781.

Grashof-Bokdam, C.J., and Van Langevelde, F., 2004. Green veining: landscape determinants of biodiversity in European agricultural landscapes. *Landscape Ecology* 20: 417–439.

Green, R.E., Cornell, S.J., Scharlemann, J.P.W., and Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild nature. *Science* 307: 550–555.

Heck, K.L., van Belle, G., and Simberloff, D., 1975. Explicit calculation of the rarefaction diversity measurement and the determination of sufficient sample size. *Ecology* 56: 1459-1461.

Herzog, F., Steiner, B., and Bailey, D., 2006. Assessing the intensity of temperate European agriculture at the landscape scale. *European Journal of Agronomy* 24: 165–181.

Holzschuh, A., Steffan Dewenter, I., and Tschardt, T., 2010. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology* 79: 491–500.

Hurlbert, S.H., 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.

Jongman, R.H.G., 1996. *Ecological and Landscape Consequences of Land Use Change in Europe*. ECNC, Tilburg, the Netherlands.

Khodakarami, Y., 2003. Evaluation of vegetation in Ghalageforst area, Kermanshah. Gilan Nature Department, 95 pp. (In Persian)

Kleijn, D., Berendse, F., Smit, R., and Gilissen, N., 2001. Agrienvironmental schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413: 723–725.

Ma, M., Hietala, R., Kuussaari, M., and Helenius, J., 2012. Impact of edge density of field patches on plant species richness and community turnover among margin habitats in agricultural habitats. *Ecolindic* 31: 25-34.

Ma, M., Tarmi, S., and Helenius, J., 2002. Revisited species–area relationship in a semi natural habitat: floral richness in agricultural buffer zones. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 137–148.

Milady, M., 1995. Climatic classification: west of Iran. Paper based meteorology publication. *Meteorology of Iran* 3: 34-43.

Milsom, T.P., Sherwood, A.J., Rose, S.C., Town, S.J., and Runham, S.R., 2004. Dynamics and management of plant communities in ditches bordering arable fenland in eastern England. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103:85–99.

Muskens, G.J.D.M., Wegman, R.M.A., and Braak, C.J.F., 2002. Boomarters en Wegen: eeneersteinanalyse van de relatie 'wegbermen-verkeersslachtoffers'. ALTERRA Internal Report, the Netherlands.

Opdam, P., Grashof, C., and Wingerden, W., 2000. Groene dooradering. Een ruimtelijk concept voor functiecombinaties in het agrarisch landschap. *Landschap* 17(1): 45–50.

Paoletti, M.G., 1999. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 1–18.

Partel, M., Helm, A., Roosalu, E., and Zobel, M., 2007. Biological diversity of Estonian semi-natural grassland ecosystems. In: Punning, J. (Ed.), *Problems of Contemporary Environmental Studies*. Tallinn University, Institute of Ecology, Tallinn, pp. 223–302. Pollock, M.M., Naiman, R.J., Hanley, T.A., 1998. Plant species richness in riparian wetlands: a test of biodiversity theory. *Ecology* 1: 94–105.

Poorbabe, H., and Ahani, H., 2004. Biodiversity of woody species in Karkaf, Gilan. *Rostaniha*, 5:147-158. (In Persian)

Sharifi, M., Mirzakhani, M., and Sajedi, N.A., 2012. Effect of nitroxin, nitrogen and manure application on yield, nitrogen use efficiency and some crop characteristics in sweet corn. *New Findings in Agriculture* 2: 139-149. (In Persian with English Summary)

Simberloff, D.S., 1972. Use of rarefaction and related methods in ecology. In: Dickson, K.L., Cairns JrJ, Livingston R.J., (Eds.), *Biological data in water pollution assessment: quantitative and statistical analysis*. American Society for Testing and Materials (ASTM) Philadelphia, STP 652: 150-165.

Tao, L., Keming, M., Hongwei, N., Bojie, F., and Jieyu, Z., 2008. Variation in species composition and diversity of wetland communities under different disturbance intensity in the Sanjiang plain. *Acta Ecologica Sinica* 5: 1893-1900.

Tarmi, S., Helenius, J., and Hyvonen, T., 2009. Importance of edaphic, spatial and management factors for plant communities of field boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 131: 201–206.

Tarmi, S., Tuuri, H., and Helenius, J., 2002. Plant communities of field boundaries in Finnish farmland. *Agriculture Food Science Finland* 11: 121–135.

Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., and Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity—ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857–874.

Verboom, B., 1998. The use of edge habitats by commuting and foraging bats. *IBN Scientific Contributions* 10. DLO Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen, the Netherlands.





## Greenveining Elements of the Landscape Structure as the Main Supporter of Biodiversity in Agroecosystems

R. Rostami<sup>1</sup>, A. Koocheki<sup>2\*</sup>, P. Rezvani Moghaddam<sup>2</sup> and M. Nassiri Mahallati<sup>2</sup>

Submitted: 01-11-2015

Accepted: 05-03-2017

Rostami, R., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Nassiri Mahallati, M., 2021. Greenveining elements of the landscape structure as the main supporter of biodiversity in agroecosystems. Journal of Agroecology 13(1):39-56.

### Introduction

Natural and semi-natural features including those as patches and marginal elements, construct a network of habitats referred to as green vein elements. In the green veining, the linear elements connect the different parts of the network, while the patches have a role as nodes within the network. These networks potentially place a vast range of biodiversity and play an important role as a refuge for sensitive organisms as well as some habitat specialist species. With regards to crop production and pest management in agricultural fields, pollinators and biological control agents, like predators, are among the most beneficial organisms mostly found in green vein elements. As the biodiversity in agroecosystems is considerably declining, this study was conducted to address the important role of natural and semi-natural elements of the landscape in biodiversity conservation.

### Materials and Methods

The study area was an agricultural landscape located in Gilane-Gharb County, Kermanshah Province, Iran with a Mediterranean climate. The level of agricultural intensification (AI) was surveyed through interviewing the farmers and considering the indicators such as chemical and organic fertilizers ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  per year), pesticide input (utilization frequency of e.g. herbicides, insecticides and fungicides) and the number of tillage operations and mechanical weed control by providing the geographic map of the area and frequent field observation, seven different types of patches and marginal habitats were identified, including: 1) arable and horticultural fields (Fi); linear elements adjacent to the fields including: 2) within field edges (W.F.E) and 3) non-crop field edges (N.F.E); 4) roads; ditches including 5) permanent ditches (P.D) , 6) non-permanent ditches (N.P.D) , and 7) woody greenvein (W.Gr) element. 87 sample plots ( $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ ) were recorded in all the elements. Vegetation data from fields were recorded using 18 sample plots; woody green vein 19 sample plots; and other marginal habitats including within field edges, non-crop field edges, permanent ditches, non-permanent ditches and roads, were sampled by 50 plots. Sampling was done based on systematic-randomized method. Two emergent groups of plant species were introduced regarding their response to land use intensification: Agrotolerant and Nature-value species. The calculated biodiversity indices were: Jackknife species richness, Shannon-wiener, Simpson and Brillion diversity indices, Camargo and Smith-Wilson Evenness, and finally Sorenson Similarity index using Ecological Methodology software.

### Results and Discussion

The calculated agricultural intensification index (AI) was 49.56; this score was at the range of high intensified agricultural utilization (High AI). Mean observed value of nitrogen input was  $211.36\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , the weighted frequency of tillage operations and pesticide application per hectare was the same as 2.36. Apart from crop species, a total of 87 vascular plants were recorded in the agricultural landscape. The highest species richness was for agricultural fields (43 species), which followed by non-crop field edges (37), woody greenveins (32), within field edges (30), permanent ditches (26), non-permanent ditches (23) and roads (22). *Sorghum halepense* (L.) Pers.

1- PhD student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, P.O. Box 91775-1163, Iran

2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, P.O. Box 91775-1163, Iran

(\*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)

(46.56% of the total frequency of individuals existing in the field sample plots) was the most frequent species in the landscape. 21 species were recorded as agrotolerant species. Jackknife species richness was 48.7 in the fields as the most, and 23.8 in the road verges as the minimum. Woody Green veins (W.Gr) had the most number of unique species. The most Shannon-wiener and Brillion diversity indices were recorded for agrotolerant and nature-value species in within field edges (Shannon-wiener: 2.03 and Brillion: 1.85) and fields (2.52 and 3.08) respectively. Sorenson similarity index revealed that the elements inhabiting high number of agrotolerant species had a similar spatial condition especially regarding being adjacent to the agricultural fields. Studies reported the outstanding benefits of greenvein elements in promoting plant biodiversity and as a result enhancing diversity of organisms which inhabit in such elements.

### **Conclusion**

The study indicated the effect of agricultural intensification and types of land use throughout the landscape on biodiversity. Elements with high connectivity to natural or seminatural habitats had the most positive effect on biodiversity of plant species. To gain the targets of sustainability in agroecosystems, providing as much as possible natural and semi-natural habitats and corridors are suggested.

**Keywords:** Agrotolerant species, Biodiversity indices, Nature-value species, Semi-natural elements.