

Evaluation of Agrobiodiversity in Afghanistan; Species and Genetic Diversity of Field Crops

Mohammad Yosef Jami¹, Alireza Koocheki^{2*}, Mahdi Nassiri Mahallati², Soroor Khorramdel³,
Ramin Nazarian⁴

Received: 24 June 2023 Accepted: 09 November 2023

1- PhD student, Dept. of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2-Prof., Dept. of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

3-Assoc. Prof., Dept. of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

4-Assoc. Prof., Agronomy Dept, Faculty of Agriculture, Herat University, Afghanistan.

*Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir

Abstract

Background & Objectives: This study was conducted to evaluate the species and genetic diversity of agricultural ecosystems in Afghanistan.

Materials and Methods: In order to carryout this research, countrywide data set was collected. The required data were extracted through collected questionnaires from 388 counties in 34 provinces. For this purpose, all provinces and at least 10% of the counties located in each province were selected and biodiversity criteria (such as species richness, diversity and evenness) were evaluated.

Results: Based on the findings of this reserch, Takhar, Herat, Badakhshan, and Baghlan provinces had the highest species richness with 21, 20, 19, and 19 species, respectively, and Paktia and Nuristan provinces had the lowest richness with 9 species. The highest value of Shannon's index related to cereals, pulses, vegetables and industrial crops was 1.11, 1.53, 1.33 and 1.30, respectively, and the lowest value for these crops was 0.06, 0.09, 0.03 and 0.01 respectively. The highest species evennes index of cereals belongs to Nimroz province (0.86), pulse belongs to Jawzjan and Laghman provinces (0.95), vegetables belongs to Khost and Laghman provinces (0.99), and industrial plants belongs to Kandahar province (0.99). The study of genetic diversity and cultivar richness showed that wheat with 52 varieties (30 improved cultivars and 22 local landraces) has the highest number of cultivars among all crops in Afghanistan, and Herat province has more richness with 27 cultivars.

Conclusion: In terms of species richness, according to different climatic conditions, it seems that crops species in provinces of Afghanistan have different richness. In addition, Shannon and Simpson indices are low in most provinces and crops of Afghanistan.

Keywords: Climatic Conditions, Shannon Index, Species Richness, Evennes Index, Genetic Diversity

ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی در افغانستان؛ تنوع گونه‌ای و ژنتیکی محصولات زراعی

محمدیوسف جامی، علیرضا کوچکی^{۱*}، مهدی نصیری محلاتی^۲، سرور خرم دل^۳، رامین نظریان^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۸

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

۲-استاد گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار گروه اگرونومی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرات- افغانستان

* مسئول مکاتبه: Email: akooch@um.ac.ir

چکیده

اهداف: این تحقیق جهت ارزیابی تنوع گونه‌ای و تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی در افغانستان انجام شد.

مواد و روش‌ها: جهت انجام این تحقیق، داده‌های لازم از ۳۸۸ شهرستان در ۳۴ استان از طریق تکمیل پرسشنامه‌ها جمع-آوری شد. برای این منظور، تمام استان‌ها و نیز حداقل ۱۰ درصد از شهرستان‌های واقع در هر استان انتخاب شده و معیارهای تنوع زیستی مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که از نظر غنای گونه‌ای محصولات کشاورزی، استان‌های تخار، هرات، بدخشان و بغلان بترتیب ۲۱، ۲۰، ۱۹ و ۱۹ گونه زراعی بیشترین و استان‌های پکتیا و نورستان با ۹ گونه کمترین غنای گونه‌ای را داشتند. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون غلات، حبوبات، سبزیجات و گیاهان صنعتی به ترتیب ۱/۱۱، ۱/۵۳، ۱/۳۳ و ۱/۳۰ و کمترین مقدار به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۰۹، ۰/۰۳ و ۰/۰۱ محاسبه شد. بیشترین شاخص یکنواختی غلات را استان نیمروز (۰/۸۶)، حبوبات را جوزجان و لغمان (۰/۹۵)، سبزیجات را خوست و لغمان (۰/۹۹) و گیاهان صنعتی را استان کندهار (۰/۹۹) دارند. در بررسی تنوع ژنتیکی و غنای گونه‌ای، گندم با ۵۲ رقم (۳۰ رقم اصلاح‌شده و ۲۲ توده بومی) بالاترین تعداد ارقام را در بین کلیه محصولات زراعی افغانستان دارد و استان هرات با ۲۷ رقم از بیشترین غنا برخوردار می‌باشد.

نتیجه‌گیری: محصولات کشاورزی، استان‌های مختلف افغانستان با توجه به شرایط اقلیمی مختلف، دارای غنای گونه‌ای متفاوتی بوده بعلاوه شاخص‌های تنوع زیستی شانون و سیمپسون در اکثر استان‌ها و برای محصولات کشاورزی پایین می‌باشد. البته از نظر تنوع ژنتیکی گندم بیشترین تعداد ارقام را در بین کلیه محصولات زراعی داشت. بوم‌نظام‌های زراعی کشور افغانستان اغلب به روش‌های سنتی مدیریت می‌شوند و با توجه به شرایط اقتصادی فعلی این کشور کشاورزان ناچارند تولید را در نظام‌های کم‌نهاده پیش ببرند. تحت این شرایط تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی حاصل از آن می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های خارجی محسوب شود. یافته‌های این تحقیق با روشن کردن وضعیت تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در کشور افغانستان قدم موثری در این راستا خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص شانون، غنای گونه‌ای، شاخص یکنواختی، شرایط اقلیمی، تنوع ژنتیکی

مقدمه

تنوع گیاهان زراعی اساس پایداری کشاورزی است. این امر جوامع کشاورزی را قادر می‌سازد تا ارقامی با عملکرد بالاتر و باکیفیت بهتر که نیاز کشاورزان و مصرف‌کنندگان است را مرتفع سازد، تولید نمایند (شرستا و همکاران ۲۰۱۹). در گذشته بوم‌نظام‌های کشاورزی بر پایه کشت متنوعی از گونه‌های زراعی و توده‌های بومی استوار بوده‌اند.

تنوع زیستی کشاورزی دارای شش جزء اصلی (محصولات زراعی، گیاهان علوفه‌ای، دام‌ها، آبیان، حشرات و میکروارگانیسم‌های خاکزی) و چهار جزء فرعی (گیاهان و موجودات مرتبط اهلی، نیمه اهلی، خویشاوندان وحشی و خوراکی وحشی) است (جوشی و همکاران ۲۰۲۰). این تنوع در وهله اول در راستای تنوع اقلیمی بوده و پس از آن به تنوع خصوصیات خاک مربوط می‌شود که خود متأثر از ویژگی‌های اقلیمی است (اولفیلد و آکورن ۱۹۸۷). از نظر بوم‌شناختی، اقلیم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها که تابعی از اقلیم هستند، اساس شکل‌گیری و تنوع موجود در بوم‌نظام‌های زراعی جهان می‌باشند (گلیسمن ۱۹۹۲). نتایج مطالعات انجام شده در استان‌های خراسان شمالی، جنوبی و رضوی ایران نشان داد که با توجه به درجه شباهت شهرستان‌های مختلف این استان‌ها با شرایط اقلیمی و طول و عرض‌های جغرافیایی متفاوت، می‌توان اقلیم را مهم‌ترین فاکتور در میزان غنای گونه‌ای دانست. (نوروز زاده و همکاران ۲۰۰۸). همچنین تحقیقات انجام شده در استان زنجان مشخص ساخت که تنوع گونه‌ای نیز ارتباط زیادی با عوامل اقلیمی و به خصوص بارندگی و رطوبت نسبی دارد، به طوری که در نقاطی از این استان که شرایط اقلیمی مساعدتر و حاصلخیزی خاک بیشتر است، تعداد گونه کاشته شده بیشتر بوده و سطح زیر کشت نیز از توزیع یکنواخت‌تری برخوردار بود (کاظمی و همکاران ۲۰۲۰). نتایج پژوهشی دیگر در منطقه قوچان بیانگر تاثیر معنی‌دار ارتفاع از سطح دریا بر تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی منطقه بود (جاهدی‌پور و همکاران ۲۰۲۰). مطالعات محققین نشان

داده است که با افزایش تمایل به تک‌کشتی گیاهان زراعی و استفاده از گونه‌ها و ارقام اصلاح‌شده که عملکرد بالاتری داشته و از توان رقابتی بیشتری برای استفاده از نهاده‌ها برخوردار هستند، تنوع زیستی در بخش کشاورزی روند رو به زوالی را در پیش گرفته است (آلتیری ۲۰۰۶، سویفت و همکاران ۲۰۰۴ و جکسون و همکاران ۲۰۰۷). اگرچه در دهه‌های اخیر رویکردهای مختلفی برای حفظ تنوع زیستی کشاورزی اتخاذ شده، اما تلاش منظمی برای جمع‌آوری اطلاعات قابل ارزیابی توسط جوامع ملی و بین‌المللی انجام نشده است (شرستا و همکاران ۲۰۱۹). از آنجا که نقش بوم‌شناسی در نظام‌های زراعی از نظر تنوع فراتر از صرفاً تولید مواد غذایی است و اثرات مثبتی از جمله حفظ چرخه مواد غذایی، کنترل موثر علفهای هرز، آفات و بیماری‌ها و مقاومت بیشتر در برابر شرایط متغیر محیطی را نیز در بر می‌گیرد، تلاش برای حفظ و افزایش تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی می‌تواند توازن میان تولید مواد غذایی و دیگر خدمات این بوم‌نظام‌ها ایجاد کند (جکسون و همکاران ۲۰۰۷). در برخی بررسی‌ها تاثیر عوامل اجتماعی مانند سطح سواد، میزان فعالیت زنان و جمعیت جوامع انسانی در مناطق مختلف بر روند کاهش تنوع زیستی مورد ارزیابی قرار گرفته است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۳). توجه روزافزون به بحث حفاظت از تنوع زیستی در میان دولت‌ها نیازمند ایجاد نظام‌های مدیریتی در جهت حفظ منابع طبیعی را می‌طلبد تا بصورت گسترده وضعیت تنوع زیستی در مناطق مختلف را از طریق گزارش‌دهی وسیع و به موقع بازتاب دهد (اسمیت و همکاران ۲۰۰۴). استفاده از رقم‌های اصلاح‌شده سبب از بین رفتن حدود ۹۰ درصد از ارقام محلی در سراسر جهان و به دنبال آن کاهش تنوع زیستی بوم‌نظام‌های کشاورزی شده است (کوچکی و همکاران ۲۰۰۴). در همین راستا نتایج ارزیابی تنوع زیستی در استان اصفهان حاکی از تاثیر نوع عملیات زراعی و مدیریتی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده بر تنوع زیستی بود (پورقاسمیان و مرادی ۲۰۱۶).

و ژنوتیپ‌های آنها می‌باشد. براین اساس، هدف از این تحقیق بررسی تنوع زیستی گیاهان در بوم‌نظام‌های کشاورزی افغانستان بوده و بدین ترتیب عناصر اصلی ایجاد تنوع‌های مکانی و زمانی در نظام‌های زراعی این کشور بر اساس شاخص‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

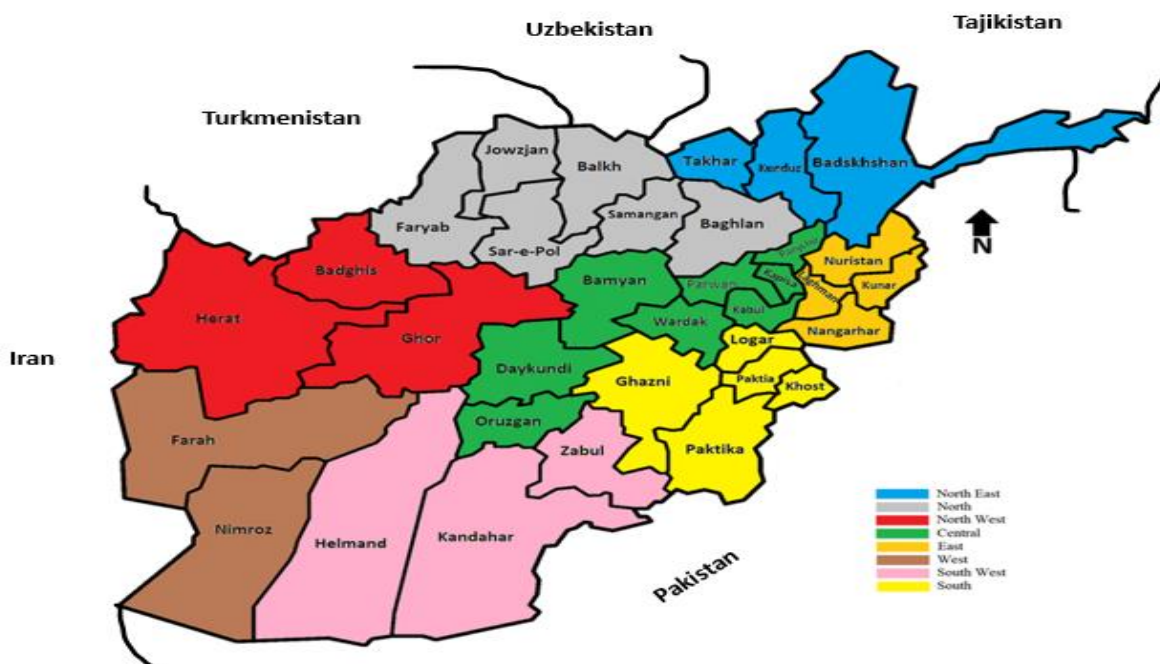
مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌ها و ساختار پژوهش

جمع‌آوری داده‌های میدانی باتوجه به شرایط خاص حاکم بر افغانستان بسیار دشوار و اغلب غیر ممکن بود. بعلاوه داده‌های ثبت شده در بانک‌های اطلاعاتی کشور نیز اغلب ناقص می‌باشند. بنابراین داده‌های لازم برای اجرای این پژوهش در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ از طریق پرسشنامه‌های جامعی که به این منظور تهیه شد، جمع‌آوری گردید. البته اطلاعات ثبت شده ملی و داده‌های موجود در مراکز مدیریت کشاورزی استان‌ها نیز مورد استفاده قرار گرفت. کشور افغانستان دارای ۳۴ استان (ولایت) و ۲۸۸ شهرستان (ولسوالی) می‌باشد که از نظر شرایط توپوگرافی و اقلیمی از تنوع بالایی برخوردارند و همین امر تنوع زیستی کشاورزی را نیز به نحوی شکل داده است (شکل ۱). در تحقیق حاضر تمام استان‌های این کشور و نیز حداقل ۱۰ درصد از ولسوالی‌های (ولسوالی معادل شهرستان) واقع در هر ولایت از طریق نمونه‌گیری خوشه‌ای انتخاب شده و معیارهای تنوع زیستی با استفاده از پرسشنامه و سایر منابع اطلاعاتی مورد ارزیابی قرار گرفتند، طرح نمونه‌گیری در شکل ۲ نشان داده شده است. پرسشنامه‌های از پیش آماده‌شده برای ثبت اطلاعات هر یک از شهرستان‌های منتخب در هر استان توزیع شد و پس از تکمیل داده‌های مورد نیاز از این پرسشنامه‌ها استخراج گردید. لازم به ذکر است که ثبت داده‌ها در مقیاس مزرعه نبوده بلکه برای هر شهرستان یک مجموعه داده جمع‌آوری شده است.

غنای گونه‌ای که تعداد کل گونه‌های موجود در یک مکان و زمان معین را نشان می‌دهد، ساده‌ترین روش ارزیابی تنوع است (هوبل ۲۰۰۱). یکنواختی گونه‌ها، توزیع تعداد افراد و یا مساحت متعلق به هر گونه یا رقم را توصیف می‌کند. شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون نیز ضمن تلفیق مفاهیم غنا و یکنواختی، روش‌های محاسباتی و عددی برای تعیین میزان تنوع در بوم‌نظام‌ها را فراهم می‌آورد (نصیری محلاتی و همکاران ۲۰۱۷). مطالعات انجام شده در استان کرمان ایران نشان داد، شهرستان‌هایی که از میزان یکنواختی گونه‌ای بالاتری نسبت به دیگر شهرستان‌ها برخوردار بودند، میزان تنوع گونه‌ای بالاتری را نیز داشتند (مرادی و سامی ۲۰۱۴). همچنین اب (۲۰۱۳) تنوع گیاهان زراعی را در جنوب اتیوپی با استفاده از شاخص‌های غنای گونه‌ای، شانون و یکنواختی تعیین کرد. بطورکلی مقدار تئوریک شاخص شانون برای گونه‌های گیاهی در بوم-نظام‌های طبیعی بین صفر تا ۵ محاسبه شده است (ماگوران ۲۰۰۵). این مقدار برای بوم‌نظام‌های زراعی پایین تر بوده و معمولاً بین صفر تا ۳ است (اسمال و همکاران ۲۰۰۳).

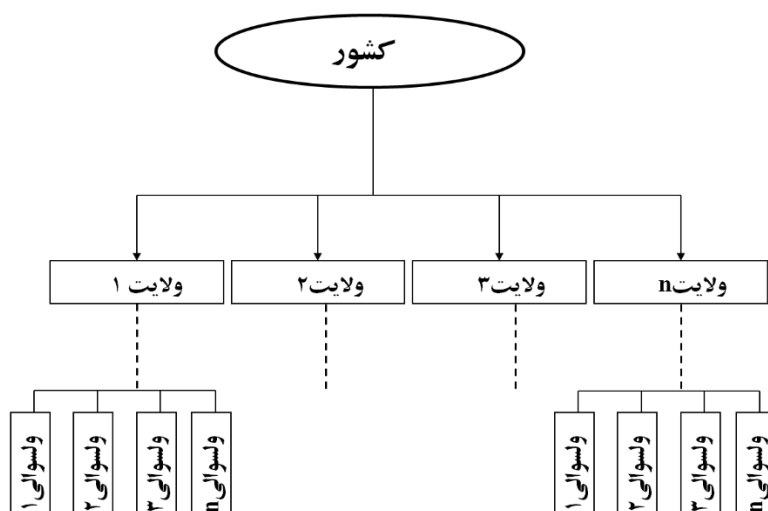
در کشور افغانستان به دلیل شرایط خاص سیاسی، جنگ‌های طولانی مدت، فقر کشاورزان، عدم برنامه ریزی متمرکز و دراز مدت توسط دولت‌های مرکزی و نیز محدودیت‌های شدید سرمایه‌گذاری، تنوع زیستی گیاهی و جانوری در بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی با تهدید بسیار جدی مواجه است. حفاظت از این سرمایه‌های ملی در وهله اول منوط به آگاهی از وضعیت موجود در مقیاس ملی است و متأسفانه در حال حاضر اطلاعات ثبت شده یا منتشر شده علمی در این مورد در افغانستان کمیاب می‌باشد. حفاظت و بهره‌گیری صحیح از تنوع زیستی موجود در بوم‌نظام‌های زراعی قبل از هر چیز در گرو شناخت ویژگی‌ها و پراکندگی مکانی آن است که خود مستلزم مطالعه تنوع زیستی کشاورزی در سطوح مختلف از جمله سطح بوم‌نظام، گونه‌های زراعی



شکل ۱- نقشه جغرافیایی افغانستان به تفکیک استان‌ها و کشورهای همسایه

گاودانه) می‌باشد. با در اختیار داشتن سطح زیرکشت هر گونه در شهرستان‌های مختلف که از پرسشنامه‌های تکمیل شده برای هر شهرستان بدست آمد، شاخص‌های کمی تنوع زیستی مانند شاخص غنای مارگالف، شاخص تنوع سیمپسون و شاخص تنوع شانون محاسبه شد.

گونه‌های زراعی مورد بررسی در کشور افغانستان شامل: غلات، حبوبات، سبزیجات، نباتات صنعتی، نباتات علوفه‌ای و گیاهان دارویی بود. تنوع گونه‌ای در برگیرنده مجموعه گونه‌های زراعی (اعم از گونه‌های زراعی اصلی مانند گندم، یا گونه‌های فرعی و فراموش شده‌ای مانند



شکل ۲- طرح نمونه گیری خوشه ای برای انتخاب شهرستان‌ها (ولسوالی) در هر یک از استان‌های (ولایت) کشور افغانستان، تعداد شهرستان‌های انتخاب شده از هر استان ۱۰٪ از کل شهرستان‌های آن استان است.

اندازه‌گیری شاخص‌های تنوع زیستی

تنوع بوم‌نظام از دیدگاه کشاورزی یعنی تنوع در نظام‌های تولید محصولات زراعی، تنوع در روش‌های مدیریت، تنوع در شدت یا درجه فشردگی بوم‌نظام-های زراعی و مواردی نظیر اینها که با ارزیابی آن درک جامعی از تنوع موجود در بوم‌نظام‌های زراعی و ارتباط آن با تنوع اقلیمی و نیز تنوع فرهنگی در مقیاس ملی فراهم می‌شود. ارزیابی تنوع در سطح بوم‌نظام‌های زراعی کشور افغانستان و ارزیابی تنوع اکوسیستمی در نظام‌های دیم و آبی این کشور قبلاً توسط جامی و همکاران (جامی و همکاران ۲۰۲۳) بطور جامع بررسی شده است و در این مقاله تنوع گونه و ژنتیکی (تنوع ارقام هر گونه) در بوم‌نظام‌های این کشور بررسی خواهد شد. عمده محصولات زراعی افغانستان به ۵ گروه غلات شامل: گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.)، حبوبات شامل: لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.)، ماش (*Vigna radiata* L.)، عدس (*Lens culinaris* L.)، باقلا (*Vicia faba* L.) و گاودانه (*Vicia ervilia* L.)، سبزی و صیفی‌جات شامل: هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.)، خربزه (*Cucumis melo* L.)، پیاز (*Allium cepa* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، گیاهان صنعتی شامل: چغندر (*Beta vulgaris* L.)، نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، کلزا (*Brassica jucea* spp.)، کتان (*Linum usitatissimum* L.)، کنجد (*Sesamum indicum* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، زعفران (*Crocus sativus* L.) و گیاهان علوفه‌ای شامل: یونجه (*Medicago sativa* L.) و شبدر (*Trifolium resupinatum* L.) و *Trifolium alexandrinum* L.) طبقه بندی شدند و از محصولاتی که سطح زیر کشت آنها نامشخص یا بسیار محدود بود صرف نظر شد. جهت مقایسه دو منطقه، تنوع زیستی برآورد شده آنها باید استاندارد شود، زیرا این

مناطق ممکن است از نظر اندازه با هم برابر نبوده و قیاس آنها درست نمی‌باشد. بدین ترتیب، برای برآورد تعداد گونه‌ها در مقیاس منطقه‌ای نیاز به استفاده از شاخصی مناسب است (قلعه گلاب بهبهانی ۲۰۱۴). برای این منظور از شاخص‌های تنوع زیستی شانون، سیمپسون و شاخص یکنواختی گونه‌ای استفاده گردید. همچنین تناوب‌های رایج در استان‌های مختلف نیز از پرسشنامه‌ها استخراج و در جدول مربوطه درج شد.

ارزیابی تنوع گونه‌ای

تنوع گونه‌های زراعی در هر استان با استفاده از شاخص‌های رایج تنوع زیستی (اریک و همکاران ۲۰۰۹) شامل معادله ۱ شاخص غنای مارگالف (مارگالف ۱۹۵۸)، شاخص تنوع سیمپسون (سیمپسون ۱۹۴۹) و شاخص تنوع شانون (معادلات ۲ و ۳) محاسبه گردید:

$$R_{\text{margalef}} = \frac{S-1}{\log N} \quad [\text{معادله ۱}]$$

که در آن، S تعداد گونه‌های زراعی و N سطح زیر کشت همه گونه‌های زراعی در هر استان می‌باشد.

$$1-D = \sum p_i^2 = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad [\text{معادله ۲}]$$

$$H' = -\sum p_i \log p_i \quad [\text{معادله ۳}]$$

جهت محاسبه شاخص یکنواختی از معادله ۴ استفاده شد (گوسلین ۲۰۰۶):

$$J = \frac{H'}{\log S} \quad [\text{معادله ۴}]$$

که در این معادلات، $1-D$ و H' به ترتیب شاخص تنوع سیمپسون و شانون، p_i فراوانی نسبی گونه i ام، n_i سطح زیر کشت گونه i ام و N سطح زیر کشت همه گونه‌ها در شهرستان (یا استان) می‌باشند، لازم به ذکر است که در معادلات ۱، ۲ و ۳ به جای تعداد افراد هر گونه (S) و تعداد افراد همه گونه‌ها (N) به ترتیب از سطح زیر کشت هر گونه و سطح زیر کشت همه گونه‌های زراعی استفاده شده است (کوچکی و همکاران ۲۰۰۸). بعلاوه شاخص یکنواختی گونه‌ای

(J) نیز با استفاده از معادله ۴ برآورد شد، لازم به ذکر است که مقدار این شاخص بین صفر و یک قرار دارد و یک نشان-دهنده حداکثر یکنواختی است.

تنوع ژنتیکی در بوم‌نظام‌های زراعی توصیفی از تنوع موجود در ارقام زیرکشت هر یک از گونه‌های زراعی است. این ارقام ممکن است بومی (نژادهای محلی) و یا ارقام اصلاح‌شده داخل کشور و ارقام خارجی باشند. از آنجا که دسترسی به داده‌های سطح زیر کشت ارقام امکان پذیر نبود بنابراین در این مورد تنها به ذکر تعداد و نام ارقام مورد کشت در هر استان

نتایج و بحث
شاخص غنای گونه‌ای مارگالف
 از نظر غنای گونه‌ای محصولات کشاورزی بین استان-های افغانستان اختلاف زیادی وجود دارد، بطوریکه استان-های تخار، هرات، بدخشان و بغلان بترتیب با ۲۱، ۲۰، ۱۹ و ۱۹ گونه زراعی بیشترین و استان‌های پکتیا و نورستان با ۹ گونه کمترین غنای گونه‌ای را دارند (جدول ۱).

جدول ۱ - میزان غنای گونه‌ای و شاخص تنوع گونه‌ای شانون گروه‌های مختلف محصولات کشاورزی در افغانستان

نام استان	شاخص شانون (H')				
	غنای گونه-ای	غلات	حبوبات	سبزیجات	صنعتی
بادغیس	۱۵	۰/۱۶	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۰۹
بامیان	۱۴	۰/۲۳	۱/۴۲	۰/۰۳	۰/۶۷
بلخ	۱۷	۰/۷۱	۰/۴۶	۱/۲۳	۰/۹۵
بدخشان	۱۹	۰/۲۹	۱/۵۲	۱/۰۸	۱/۱۱
بغلان	۱۹	۰/۷۳	۰/۸۸	۱/۳۳	۱/۱۷
پکتیا	۹	۰/۳۶	۰/۵۴	۰/۶۵	.
پکتیکا	۱۰	۰/۱۲	۰/۶۰	۰/۹۷	.
پنجشیر	۱۱	۰/۳۹	۱/۱۲	۰/۵۴	.
پروان	۱۲	۰/۵۹	۰/۷۸	۰/۶۶	۰/۵۵
تخار	۲۱	۰/۶۳	۱/۴۷	۱/۲۸	۱/۳۰
جوزجان	۱۵	۰/۵۵	۱/۰۴	۰/۷۰	۰/۹۹
زابل	۱۰	۰/۰۶	۰/۶۱	۰/۸۷	.
سمنگان	۱۶	۰/۲۳	۰/۱۴	۱/۱۲	۰/۸۹
کابل	۱۲	۰/۱۷	۰/۹۲	۰/۶۸	.
کاپیسا	۱۵	۰/۶۵	۰/۴۱	۰/۵۹	۱/۱۸
کندهار	۱۳	۰/۶۰	۰/۳۶	۱/۱۶	۱/۰۹
کنر	۱۵	۱/۱۱	۰/۷۶	۰/۷	۰/۸۸
کندوز	۱۸	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۰۹	۰/۹۵
خوست	۱۰	۰/۵۹	۰/۰۹	۰/۶۹	۰/۰۷
میدان وردک	۱۲	۰/۲۳	۰/۷۱	۰/۰۶	۰/۶۲
ننګرهار	۱۶	۰/۸۶	۰/۷۸	۱/۲۷	۰/۶۴
نورستان	۹	۰/۶۹	۰/۳۸	۰/۶۰	.
نیمروز	۱۳	۰/۹۵	۰/۸	۰/۷۱	۰/۰۲
هرات	۲۰	۰/۴۰	۱/۳۴	۱/۱۴	۱/۱۲
ارزگان	۱۵	۰/۸۱	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۶۴
دایکندی	۱۶	۰/۹۲	۱/۳۱	۱/۱۶	.
سرپل	۱۶	۰/۴۲	۰/۳۲	۱/۲۹	۰/۷۲
غور	۱۶	۰/۱۹	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۶۴
فاریاب	۱۵	۰/۲۸	۰/۴۶	۱/۱۸	۰/۷۲
فراه	۱۴	۰/۲۹	۰/۸۲	۰/۴۸	۰/۶۵
لوگر	۱۳	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۶۲	۰/۹۲
لغمان	۱۱	۰/۹۷	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۰۱
غزنی	۱۵	۰/۲۶	۰/۴۰	۰/۴۶	۰/۳۰
هلمند	۱۳	۰/۶۹	۰/۳۴	۱/۰۶	۰/۲۶

۰/۰۶، ۰/۰۹، ۰/۰۳ و ۰/۰۱ می‌باشد. در حالیکه شاخص سیمپسون با کمی تغییر حداکثر به ترتیب با ۰/۷۴، ۰/۷۲ و ۰/۷۰ و حداقل مقادیر به ترتیب با ۰/۰۳، ۰/۰۴ و ۰/۰۲ برای محصولات فوق می‌باشد (جدول ۲).

بیشترین تنوع گونه‌ای در افغانستان، مربوط به حبوبات و متعلق به استان‌های بدخشان، تخار، بامیان و هرات با شاخص تنوع شانون معادل به ترتیب با ۱/۵۷، ۱/۵۳، ۱/۴۳ و ۱/۳۴ و شاخص سیمپسون معادل به ترتیب با ۰/۷۳، ۰/۷۴ و ۰/۷۰ بود. همچنین بیشترین شاخص شانون کل ۱/۸۸ و شاخص سیمپسون کل ۰/۷۶ برای استان بلخ گزارش شد (جدول‌های ۱ و ۲).

در ایران ارزیابی تنوع زیستی گیاهان زراعی مختلف با استفاده از شاخص‌های متنوع زیستی انجام گرفته است. بیشترین شاخص شانون نسبت به کل گیاهان زراعی در ایران مربوط به استان‌های گلستان، اصفهان و سمنان بود که تنوع زیاد گیاهان صنعتی شامل سیب‌زمینی، چغندر قند، پنبه، توتون و گیاهان روغنی را دارا می‌باشند و کمترین شاخص شانون مربوط به استان سیستان و بلوچستان و ایلام گفته شد. در این استان‌ها تنها گیاهان سیب‌زمینی، گیاهان روغنی و توتون کشت می‌شود و پایین بودن شاخص شانون نشان دهنده غالبیت چند گونه خاص در این استان‌ها می‌باشد (کوچکی و همکاران ۲۰۱۱).

در استان بلخ با حداکثر تنوع گونه‌ای محصولات مختلف زراعی اعم از غلات (۵۳/۸ درصد)، حبوبات (۴/۶ درصد)، سبزیجات (۵/۴ درصد)، گیاهان صنعتی (۳۳/۴ درصد) و گیاهان علوفه‌ای (۲/۸ درصد) کشت می‌شود. بعلاوه بیشترین شاخص تنوع شانون در غلات مربوط به استان کنر (۱/۱۱) و کمترین در استان زابل (۰/۰۶) مشاهده گردید. در استان کنر بیش از ۹۶ درصد از اراضی این استان به کشت غلات، گندم (۲۱۳۳۸ هکتار)، جو (۱۶۰۲ هکتار)، ذرت (۱۲۰۴۲) و برنج (۶۳۳۹ هکتار) اختصاص دارد. در حالیکه در استان زابل (افغانستان) بیش از ۹۵ درصد اراضی استان زیر کشت عمدتاً گندم می‌باشد، لذا تنوع گونه‌ای در این استان به حداقل ممکن تقلیل یافته است.

در استان‌های با بیشترین غنای گونه‌ای، تعدادی از گونه‌های محصولات زراعی شامل غلات، حبوبات، سبزیجات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه‌ای کشت می‌شوند. بر اساس تحقیقات انجام شده، تغییرات اقلیمی از عوامل تعیین‌کننده تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در بوم‌نظام‌های زراعی ذکر و تأثیر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای معمولاً مهمتر از سایر عوامل محیطی معرفی شده است (استوکینگ ۱۹۹۹). بنظر می‌رسد افزایش غنای گونه‌ای استان هرات بدلیل تنوع اقلیمی بالای این استان می‌باشد. نواحی جنوبی و غربی این استان (شهرستان غوریان در غرب با ارتفاع ۷۹۰ متر) تحت تأثیر اقلیم گرم و خشک بیابانی ناشی از کویر کشور ایران است، در حالیکه مناطق شرقی و شمالی (شهرستان کرخ در شرق با ارتفاع ۱۳۲۰ متر) با افزایش ارتفاع متأثر از اقلیم سرد و کوهستانی رشته کوه‌های بابا و فلات کشور ترکمنستان می‌باشند. همچنین استان‌های بغلان، تخار و بدخشان در بین دو سلسله جبال هندوکش و پامیر قرار گرفته و جزء استان‌های سرسبز شمالی، بدلیل وفور پراکنش بارندگی، محسوب می‌شوند. با حرکت از استان بغلان (شهرستان پلخمری با ارتفاع ۹۲۰ متر و ۲۸۲ میلی‌متر بارندگی) به سمت بدخشان (شهرستان اشکاشم با ارتفاع ۲۶۰۰ متر، لنگار با ارتفاع ۲۹۰۹ متر و فیض آباد با ۶۱۱ میلی‌متر بارندگی)، افزایش ارتفاع از اقلیم معتدل به سمت اقلیم سرد و کوهستانی رخ داده و تنوع گونه‌های زراعی به حداکثر می‌رسد. در مقابل استان‌های پکتیا و نورستان بدلیل کوهستانی و جنگلی بودن مناطق و کم بودن زمین‌های تحت کشت، محدود به محصولات خاص زراعی بوده و تنوع گونه‌ای کمتر می‌باشد.

شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون

نتایج نشان داد که شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسون در اکثر استان‌ها و محصولات کشاورزی افغانستان پایین می‌باشد. بطور میانگین بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون مربوط به محصولات غلات، حبوبات، سبزیجات و گیاهان صنعتی به ترتیب با ۱/۱۱، ۱/۵۳، ۱/۳۳ و ۱/۳۰ و کمترین مقدار آنها به ترتیب با

جدول ۲- شاخص یکنواختی و تنوع گونه‌ای سیمپسون برای گروه‌های مختلف محصولات کشاورزی در افغانستان

استان	شاخص یکنواختی (J)				شاخص سیمپسون (1-D)				کل
	غلات	حبوبات	سبزیجات	صنعتی	غلات	حبوبات	سبزیجات	صنعتی	
بادغیس	۰/۱۲	۰/۶۸	۰/۵۶	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۰۳	۰/۴۸
بامیان	۰/۱۷	۰/۸۹	۰/۰۵	۰/۹۷	۰/۱۰	۰/۷۳	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۶۲
بلخ	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۸۹	۰/۶۸	۰/۳۶	۰/۲۵	۰/۶۸	۰/۵۶	۰/۷۶
بدخشان	۰/۱۸	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۱۲	۰/۷۳	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۲۰
بغلان	۰/۴۵	۰/۶۴	۰/۹۶	۰/۷۳	۰/۳۹	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۵۵
پکتیا	۰/۲۶	۰/۷۹	۰/۹۳	۰	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۴۵	۰	۰/۲۰
پکتیکا	۰/۱۱	۰/۸۶	۰/۸۹	۰	۰/۰۴	۰/۴۱	۰/۶۰	۰	۰/۱۷
پنجشیر	۰/۳۵	۰/۸۱	۰/۷۹	۰	۰/۲۰	۰/۶۲	۰/۳۶	۰	۰/۳۳
پروان	۰/۴۳	۰/۷۱	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۴۷
تخار	۰/۳۹	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۷۳	۰/۳۲	۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۴۳
جوزجان	۰/۵۰	۰/۹۵	۰/۰۵	۰/۷۲	۰/۳۱	۰/۶۳	۰/۴۸	۰/۶۰	۰/۶۱
زابل	۰/۰۶	۰/۸۸	۰/۷۹	۰	۰/۰۲	۰/۴۲	۰/۵۳	۰	۰/۱۱
سمنگان	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۸۱	۰/۵۵	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۶۳	۰/۵۱	۰/۳۱
کابل	۰/۱۲	۰/۶۶	۰/۹۸	۰	۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۴۸	۰	۰/۲۲
کاپیسا	۰/۴۷	۰/۲۹	۰/۸۴	۰/۸۵	۰/۴۲	۰/۱۹	۰/۴۰	۰/۶۷	۰/۵۲
کندهار	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۸۴	۰/۹۹	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۵۵
کنر	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۴۵	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۶۵
کندوز	۰/۴۹	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۵۹	۰/۴۴	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۵۶
خوست	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۳۲	۰/۰۳	۰/۵۰	۰/۰۳	۰/۳۶
میدان وردک	۰/۲۰	۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۹۰	۰/۱۰	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۴۳	۰/۶۹
ننګرهار	۰/۶۲	۰/۷۱	۰/۹۲	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۶۱
نورستان	۰/۶۲	۰/۵۵	۰/۸۷	۰	۰/۴۷	۰/۲۲	۰/۴۱	۰	۰/۵۵
نیمروز	۰/۸۶	۰/۷۳	۰/۵۱	۰/۰۳	۰/۵۶	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۷۶
هرات	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۱۸	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۰۴
ارزگان	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۹۲	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۴	۰/۶۷
دایکندي	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۸۳	۰	۰/۴۸	۰/۶۸	۰/۶۱	۰	۰/۶۵
سرپل	۰/۳۰	۰/۲۹	۰/۹۳	۰/۵۲	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۵۱
غور	۰/۱۴	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۹۲	۰/۰۸	۰/۵۵	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۲۰
فاریاب	۰/۲۰	۰/۶۷	۰/۸۵	۰/۵۲	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۶۷	۰/۴۹	۰/۲۸
فراه	۰/۲۶	۰/۵۹	۰/۳۵	۰/۹۴	۰/۱۳	۰/۴۱	۰/۲۳	۰/۴۶	۰/۴۹
لوګر	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۵۵	۰/۶۳
لغمان	۰/۷۰	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۵۴	۰/۴۶	۰/۵۰	۰	۰/۶۰
غزنی	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۶۶	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۲۸
هلمند	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۹۷	۰/۲۴	۰/۴۱	۰/۱۹	۰/۶۴	۰/۱۴	۰/۶۱

گسترده کشت گردیده‌اند. بیشترین تنوع گونه‌های زراعی (۸/۶۴) در سال ۲۰۰۲ و کمترین (۴/۷۹) در سال ۱۹۸۶ اتفاق افتاد (لیو و همکاران ۲۰۲۱). این محققین اظهار داشتند که عوامل اقلیمی و توپوگرافی (شیب زمین، ارتفاع

مطالعات انجام شده طی ۳۵ سال گذشته در کشور چین نشان داد که تنوع گونه‌های زراعی در حد بالای نگه‌داشته شده، بطوریکه شاخص تنوع گونه‌ای بطور میانگین ۷/۳۹ است و نشان می‌دهد که حداقل ۷ محصول عمده بصورت

، میانگین درجه حرارت و بارندگی) و عوامل اجتماعی (جمعیت) بر تنوع محصولات کشاورزی در چنین موثر است و بر اساس برنامه ریزی‌های کلان ملی و اتخاذ سیاست‌های چند کشتی در کشور با بهبود امنیت غذایی، تلاش همه جانبه ای برای افزایش تنوع گونه‌های زراعی در حال انجام است. در نتیجه این تلاش تنوع گونه‌های زراعی از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۰۲ به دو برابر افزایش یافته است. ولی مطالعات ۳۴ ساله در ایالات متحده آمریکا نشان داد که تعداد موثر گونه‌های زراعی در سطح ملی و منطقه‌ای تغییر کرده و در سطح ملی، تنوع گونه‌ای در سال ۲۰۱۲ نسبت به ۱۹۷۸ کمتر شده است. منطقه منابع مزرعه‌ای هارتلند^۱ کمترین و فروت فولریم^۲ و کریسینت شمالی^۳ بیشترین تنوع گونه‌های زراعی را داشتند. همچنین در هر منطقه، بین شهرستان‌ها از نظر تنوع گونه‌ای، تفاوت‌های وجود داشت. عوامل مختلفی در تغییر تنوع گونه‌ای موثر بوده اند از جمله: گسترش تولید تک-کشتی با پیشرفت‌های فناوریانه بر پایه کشت پنبه یا سویا/ذرت، تاثیر تقاضای بازار بر تغییر تنوع گونه‌های زراعی؛ بطور مثال سیاست تولید اتانول ۴ ایالات متحده و افزایش تقاضا برای سویای ایالات متحده در چین، باعث افزایش سطح زیر کشت ذرت و سویا در این کشورها گردیده که به تولید گندم و سایر محصولات آسیب رسانده است، همچنین افزایش قیمت محصولات زراعی باعث شده است که مناطقی مانند غلزارهای چندساله که جزء برنامه منابع حفاظت شده می‌باشند، به تولید محصولات زراعی معمول تغییر کاربری یابند (آگیلار ۲۰۱۵).

مقایسه شاخص تنوع شانون محصولات کشاورزی برای تمامی استان‌های ایران نشان می‌دهد که بطور کلی استان‌های فارس (۱/۱۷)، خراسان رضوی (۱/۱۵)، اصفهان (۱/۱۵) و کرمان (۱/۱۴) بیشترین و استان‌های گیلان (۰/۳۶)، کهکیلویه و بویر احمد (۰/۳۷)، بوشهر (۰/۴۷) و قم (۰/۴۸) کمترین تنوع زیستی را دارا بودند. کمترین مقدار شاخص تنوع شانون در غلات مربوط به استان گیلان (۰/۳۱) بود (نصیری محلاتی و همکاران

۲۰۰۵). در استان گیلان کشت برنج غالب بوده و بیش از ۹۲ درصد سطح زیر کشت غلات این استان در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ مربوط به این گیاه بود (جهاد کشاورزی ۲۰۱۰) که خود باعث کاهش شاخص تنوع شانون در این استان شد. در تحقیقات انجام شده در استرالیا میانگین شاخص شانون برای ارقام گندم زیرکشت معادل ۱/۶۸ گزارش شده که نشان‌دهنده تنوع نسبتا پایین واریته‌ای در این کشور است (اسمال و همکاران ۲۰۰۳). نتایج تحقیقات انجام شده در هندوستان میزان شاخص شانون برای واریته‌های گندم و پنبه را به ترتیب ۱/۷۲ و ۱/۴۳ نشان داد و عنوان شد که استفاده از شاخص شانون در این کشور که تعداد زیادی رقم‌های محلی با سطح زیرکشت نامشخص مورد استفاده قرار می‌گیرند، معیار دقیقی از تنوع زیستی کشاورزی نمی‌باشد (تامپسون و همکاران ۲۰۰۲). در گزارش‌های فائو نیز افغانستان در گروه کشورهای دارای تنوع اندک گونه‌های زراعی با اتکاء به غلات ذکر شده است (فاو ۱۹۹۹).

لازم بذکر است که بالاترین و کمترین شاخص تنوع شانون سبزیجات به استان‌های بغلان (۱/۳۳) و بامیان (۰/۰۳) اختصاص یافت. در بامیان ۵۷ درصد سطح زیر کشت اراضی به غلات و ۲۴ درصد به سبزیجات تعلق دارد و بیش از ۹۸ درصد سطح زیر کشت سبزیجات به تولید سیب‌زمینی اختصاص یافته و مقدار کمی پیاز نیز تولید می‌شود. بنابراین شاخص تنوع شانون سبزیجات در این استان به کمترین مقدار خود رسید. در افغانستان تنوع گونه‌ای گیاهان علوفه‌ای بسیار کم و محدود به چند گونه با سطح زیرکشت بسیار اندک می‌باشد. عمده گیاهان علوفه‌ای در این کشور شامل یونجه و شبدر هستند که بدلیل مصرف آب زیاد بطور محدود کشت می‌گردند. از طرف دیگر، در این کشور پرورش دام (گاو و گوسفند) بصورت صنعتی رونق چندانی نداشته و عمده تولید دام‌ها از مراتع و چراگاه‌های طبیعی صورت می‌گیرد. در مطالعاتی که در ایران نیز انجام شده است

3. Northern Crescent

4. Ethanol polic

1. Heartland Resource Region

2. Fruitful Rim

محلّاتی و همکاران ۲۰۰۵). دلیل بالا بودن سطح تنوع زیستی شانون در غلات برای استان‌های اصفهان، فارس و خراسان به تنوع شرایط اقلیمی و امکان کشت انواع گونه‌های این خانواده نسبت داده شده است. نتایج این پژوهش نیز در راستای تحقیقات فوق بوده بطوریکه با توجه به تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی در هر استان در کشور افغانستان شاخص تنوع زیستی نیز تغییر نمود.

ارزیابی تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی در بوم‌نظام‌های زراعی توصیفی از تنوع موجود در ارقام زیرکشت هر یک از گونه‌های زراعی است. این ارقام ممکن است بومی (نژادهای محلی) و یا ارقام اصلاح‌شده داخل کشور و ارقام خارجی باشند. اگر چه کشور افغانستان به عنوان مرکز اساسی برای تنوع زیستی محسوب نمی‌شود، اما یکی از مهمترین مراکز منشاء و توسعه گیاهان زراعی، از جمله گیاهان بومی و دیگر محصولات زراعی استفاده شده توسط کشاورزان این کشور به حساب می‌آید (استراتژی ملی تنوع بیولوژیکی و برنامه عمل افغانستان ۲۰۱۴).

بوم‌نظام زراعی افغانستان اساساً بر کشت گندم استوار است (جامی و همکاران ۲۰۲۳). غنای محصولات زراعی از نگاه رقم در استان‌های کشور افغانستان این واقعیت را نشان می‌دهد که گندم با ۵۲ رقم (۳۰ رقم اصلاح‌شده و ۲۲ توده بومی) بالاترین تعداد ارقام را در بین کلیه محصولات زراعی افغانستان دارد و از این نظر استان هرات با ۲۷ رقم از بیشترین غنا برخوردار می‌باشد. ارقام بومی در بیشتر استان‌های این کشور به چشم می‌خورد که با وجود معرفی ارقام اصلاح شده، هنوز هم کشاورزان به کاشت آن مبادرت می‌ورزند. از جانب دیگر ممکن است برخی ارقام کشت شده اعم از بومی و اصلاح‌شده در استان‌های مختلف افغانستان یکسان بوده و شباهت‌های بین آنها وجود داشته باشد (جدول ۳).

ملاحظه شد که مقادیر محاسبه شده شاخص شانون در مورد سه گروه اصلی گیاهان زراعی (شامل غلات، حبوبات و گیاهان علوفه‌ای) نسبتاً پایین بود (نصیری محلّاتی و همکاران ۲۰۱۴).

شاخص یکنواختی

نتایج نشان داد که بیشترین شاخص یکنواختی غلات متعلق به استان نیمروز (۰/۸۶)، حبوبات متعلق به استان‌های جوزجان و لغمان (۰/۹۵)، گیاهان صنعتی متعلق به استان کندهار (۰/۹۹) و سبزیجات متعلق به استان‌های خوست و لغمان (۰/۹۹) است (در این دو استان سطح زیر کشت دو محصول سبزیجات یعنی پیاز و سیب‌زمینی تقریباً برابر است لذا مقدار شاخص یکنواختی آنها ۰/۹۹ می‌باشد). در حالیکه کمترین مقادیر شاخص فوق در مورد محصولات غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی و سبزیجات به ترتیب برای استان‌های زابل (۰/۰۶)، خوست (۰/۱۳)، لغمان (۰/۰۱) و بامیان (۰/۰۵) گزارش گردید (جدول ۲). مقدار شاخص یکنواختی در استان‌های بدخشان، تخار، بامیان و هرات، که دارای بیشترین شاخص تنوع شانون در حبوبات بودند، به ترتیب (۰/۸۵)، (۰/۹۱)، (۰/۸۹) و (۰/۷۵) می‌باشد.

هرچه یکنواختی گونه‌ای بیشتر باشد، نشان دهنده این است که سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی در هر منطقه یکنواخت تر بوده و غالبیت یک یا چند گونه کاهش می‌یابد و باعث بهبود شاخص تنوع شانون می‌گردد. همچنین در یک بوم‌نظام تنوع گونه‌ای تنها بوسیله تعداد گونه تعیین نمی‌شود، بلکه یکنواختی پراکندگی گونه‌ها در بوم‌نظام نیز عامل مهمی در تعیین تنوع زیستی به حساب می‌آید (گوسلین ۲۰۰۶). در ایران شاخص یکنواختی پایین در استان گیلان (۰/۱۸) بدلیل غالبیت کشت برنج گزارش شده است. همچنین استان‌های هرمزگان، اصفهان، کرمان و فارس نیز بترتیب با ۰/۹۴، ۰/۹۱، ۰/۸۹ و ۰/۸۳ بیشترین تنوع زیستی غلات را دارا بودند (نصیری

جدول ۳- تنوع ژنتیکی بعضی محصولات کشاورزی در استان‌های افغانستان؛ اعداد خارج پرانتز، تعداد ارقام بومی و اعداد داخل پرانتز، تعداد ارقام اصلاح شده را نشان می‌دهند.

نام استان	گندم	برنج	لوبیا	سیب زمینی	خریزه
بادغیس	(۷) ۱۲	۲			۱۱
بامیان	(۱۰) ۱۶		(۲) ۴	۵	
بلخ	(۱۳) ۱۸	۹		(۱) ۳	۷
بدخشان	(۵) ۷	۵		(۱) ۲	
بغلان	(۱۴) ۲۳	(۲) ۷	۲	(۲) ۵	۱۹
پکتیا	(۱) ۳	(۳) ۴			
پکتیکا	(۲) ۴				
پنجشیر	(۴) ۹				
پروان	(۹) ۱۶		(۴) ۸		
تخار	(۱۰) ۱۲	(۶) ۹		(۲) ۲	۱۹
جوزجان	(۱۱) ۱۸		۲		۲۶
زابل	(۳) ۶				
سمنگان	(۱۱) ۱۶				
کابل	(۱۳) ۲۱		(۳) ۷	(۲) ۴	
کاپیسا	(۱۳) ۲۰		(۳) ۱۰	۲	
کندهار	(۴) ۷		۱	۲	۷
کنر	(۸) ۱۴	(۴) ۶	(۳) ۶	(۲)	
کندوز	(۱۳) ۱۸	(۷) ۱۰	(۱) ۴	(۲) ۴	۱۸
خوست	(۲) ۴				
میدان وردک	(۱۳) ۱۸		(۳) ۷	(۲) ۴	
ننگرهار	(۱۶) ۲۲	(۱۰) ۱۵	(۱) ۶	(۲)	
نورستان	(۸) ۱۲		۲		
نیمروز	(۷) ۹				۷
هرات	(۱۵) ۲۷	(۳) ۶	(۲) ۴	۲	۱۵
ارزگان	(۵) ۱۲	(۳) ۴	۳		
دایکندی	(۴) ۱۱	(۲) ۳	(۲) ۳		
سرپل	(۱۰) ۲۲		۲		۱۳
غور	(۷) ۱۰		۱		
فاریاب	(۹) ۱۴		۲		۳۶
فراه	(۱۰) ۱۵		۲		
لوگر	(۵) ۷		(۱) ۳	(۲)	
لغمان	(۷) ۱۱	(۲) ۷	(۲) ۴		
غزنی	(۷) ۱۲		۲	(۲)	
هلمند	(۶) ۹		۲		۷

شباهت بین استان‌هایی که از ویژگی‌های اقلیمی نسبتاً مشابهی برخوردارند، بیشتر بود (کوچکی و همکاران ۲۰۱۳). بعد از گندم در بین غلات، برنج با داشتن ۲۶ رقم

در مطالعه تنوع ارقام گیاهان زراعی در ایران مشاهده شده است که بین برخی استان‌های این کشور شباهت زیادی از نظر ارقام زیر کشت گندم وجود دارد و این

استفاده در تولید به تنهایی معیار دقیقی از تنوع ژنتیکی گونه‌های زراعی نمی‌باشد زیرا تعداد زیادی رقم‌های زراعی در کشورهای مختلف دنیا اصلاح شده‌اند، اما تعداد بسیار محدودی از آنها به‌عنوان رقم اصلی کشت می‌شوند (برکس و همکاران ۲۰۰۰). ویتریک (۲۰۰۱) در پژوهش خود در آلمان نشان داد که بیش از ۱۰۰ رقم غلات در فاصله سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۰ در این کشور اصلاح گردید در حالیکه تعداد رقم‌های غالب زیر کشت گندم در این کشور تنها ۳ رقم است.

افغانستان کشوری است که بیشتر مساحت آن را کوه‌های بلند احاطه کرده و این ویژگی امتیازی بزرگ برای رشد و پرورش گونه‌های متنوعی از گیاهان دارویی به شمار می‌آید. وجود کوه‌های زیاد و تنوع اقلیمی، موجب رویش گیاهان متنوع دارویی منحصر به فرد شده است که این گونه‌ها در مناطق شمال، شمال‌شرقی و قسمت‌هایی از شمال‌غرب افغانستان غنای بیشتری داشته و مردم در این مناطق درآمد خود را از طریق برداشت آنها بدست می‌آورند. بیشترین گیاهان دارویی از استان‌های بدخشان، بلخ، سمنگان، سرپل، جوزجان، سواحل دریای آمو، بادغیس، مناطق شمالی هرات، لغمان، کوه‌های سالنگ، کاپیسا و مناطق مرتفع دیگر جمع‌آوری می‌شود. گیاهان دارویی افغانستان عمدتاً شامل آنغوزه (*Ferula assa-foetida*)، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، زیره سیاه (*Carum carvi*)، زیره سبز (*Cuminum*)، اسفرزه (*Plantago ovata*)، اسپند (*Peganum*)، ریواس (*Rheum ribes*)، سیاه‌دانه (*Nigella*)، اسطوخدوس (*Lavandula angustifolia*)، خاکشیر (*Descurainia sophia*)، افسنطین (*Artemisia absinthium*)، انیسون (*Pimpinella anisum*) و ... که در تولید انواع داروهای گوناگون کاربرد دارند. در این میان، زیره سبز بصورت دیم در برخی مناطق در صورت مناسب بودن شرایط آب و هوایی کشت می‌گردد. با توجه به اینکه گونه‌های گیاهان دارویی کشت شده در افغانستان بسیار ناچیز می‌باشد، لذا می‌توان گفت که هنوز، درصد بسیار بالایی از گونه‌های دارویی مورد استفاده در افغانستان از طبیعت جمع‌آوری شده و درصد اندکی در نظام‌های زراعی تولید می‌شوند. شبیه این وضعیت در کشورهای

در افغانستان بیشترین تعداد رقم مورد کاشت را در غلات دارد. تنها ۱۰ رقم برنج اصلاح‌شده می‌باشد که نشان-دهنده غالبیت ژنوتیپ‌های بومی در مقایسه با ارقام اصلاح‌شده می‌باشد. در ایران نیز پایین بودن تنوع در مورد گندم، جو و دانه‌های روغنی در تمامی استان‌های این کشور نشان دهنده تنوع اندک در ارقام زیر کشت این گیاهان است (کوچکی و همکاران ۲۰۱۳). استوکینگ (۱۹۹۹) تغییرات اقلیمی را از مهمترین عوامل تعیین‌کننده تنوع گونه‌ای و ژنتیکی در بوم‌نظام‌های زراعی ذکر کرد و اظهار داشت تأثیر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای معمولاً مهمتر از سایر عوامل محیطی می‌باشد. سیب‌زمینی با داشتن ۹ رقم زیرکشت که ۴ رقم آن اصلاح شده است، از بیشترین غنای رقم در بین سبزیجات در افغانستان برخوردار است. در عین حال که حبوبات از نظر تعداد ارقام زیر کشت (به استثنای لوبیا با داشتن ۱۱ توده بومی و اصلاح‌شده) در افغانستان غنای چندانی ندارند، اما در اغلب استان‌های کشور ارقام بومی این گیاهان کشت می‌گردند. البته بخاطر تعداد اندک رقم، بجز لوبیا تعداد ارقام سایر حبوبات در جدول ۵ ذکر نشده‌است. بیشترین تعداد رقم در گیاهان جالیزی را خربزه با ۷۶ توده محلی و اغلب در استان‌های شمال و شمال غرب افغانستان از جمله فاریاب، جوزجان، بلخ، سرپل، بادغیس و هرات به‌خود اختصاص داده است. در استان فاریاب به تنهایی ۳۶ توده بومی کشت می‌گردد. بررسی‌های انجام‌شده در تونس بر روی رقم‌های تجاری خربزه و ۲۱ توده بومی حاکی از آن است که توده‌های محلی از دامنه تنوع ژنتیکی بیشتری نسبت به رقم‌های تجاری برخوردار می‌باشد (الباکیل ۲۰۰۸). در ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی زراعی سه گونه جالیزی در استان خراسان رضوی گزارش شده‌است که دو شهرستان تربت جام و تایباد به‌ترتیب با داشتن ۴۲ و ۲۰ درصد از سطح کاشت خربزه استان دارای شاخص شانون برابر با ۰/۰۶ و ۰/۲۲ بودند. کمترین شاخص یکنواختی با مقادیر ۰/۰۱ و ۰/۰۲ به ترتیب در این دو شهرستان مشاهده شد که این موضوع مؤید گستردگی تک‌کشتی و تنوع کم رقم در نظام‌های تولید جالیز می‌باشد (نصیری محلاتی و همکاران ۲۰۱۷). تعداد رقم‌های مورد

گیاهان صنعتی متعلق به استان کندهار می‌باشد. تنوع گونه‌های گیاهان علوفه‌ای در این کشور بسیار کم و محدود به چند گونه یونجه و شبدر با سطح زیرکشت بسیار اندک بوده و عمده تعلیف دام‌ها از مراتع و چراگاه‌های طبیعی صورت می‌گیرد. تنوع ژنتیکی و غنای گونه‌ای محصولات زراعی در استان‌های این کشور این واقعیت را نشان می‌دهد که گندم با ۵۲ رقم (۳۰ رقم اصلاح‌شده و ۲۲ توده بومی) بالاترین تعداد ارقام را در بین کلیه محصولات زراعی افغانستان دارد و از این نظر استان هرات با ۲۷ رقم از غنای بیشتری برخوردار می‌باشد. همچنین بدلیل کوهستانی بودن کشور گونه‌های متنوعی از گیاهان دارویی بصورت خودرو در دامنه‌های آنها رشد کرده و سطح زیرکشت گیاهان دارویی در این کشور بسیار اندک و محدود به چند گیاه خاص (عمدتاً زیره سبز و زعفران) می‌باشد. لازم به ذکر است که نیاز به تحقیقات بیشتری در زمینه تنوع بوم‌نظامهای زراعی افغانستان احساس می‌گردد که در مقاله‌ی جداگانه به این موضوع پرداخته شده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همکاری ریاست‌های زراعت، آبیاری و مالداري ولایت مختلف کشور افغانستان جهت انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

دیگر نیز مشاهده می‌شود، طوری‌که در چین از ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ گونه‌ای که مورد استفاده دارویی قرار می‌گیرند، تنها ۲۵۰ - ۱۰۰ گونه، کشت می‌شوند (ایکسیا ۱۹۹۱).

نتیجه گیری

نتایج ارزیابی تنوع گونه‌ای و ژنتیکی گیاهان زراعی در افغانستان نشان داد که از نظر غنای گونه‌ای محصولات کشاورزی استان‌های مختلف باتوجه به شرایط اقلیمی مختلف، دارای گونه‌ای متفاوتی بوده، بطوریکه به‌ترتیب استان‌های تخار، هرات، بدخشان و بغلان بیشترین و استان‌های پکتیا و نورستان کمترین غنای گونه را به‌خود اختصاص دادند. بعلاوه شاخص‌های تنوع زیستی شانون و سیمپسون در اکثر استان‌ها و برای محصولات کشاورزی پایین می‌باشد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون مربوط به غلات، حبوبات، سبزیجات و گیاهان صنعتی به‌ترتیب مربوط به استان‌های کنر، بدخشان، بغلان، تخار و کمترین مقدار برای این محصولات به‌ترتیب متعلق به استان‌های زابل، خوست، بامیان و لغمان است. بعلاوه بیشترین شاخص شانون و شاخص سیمپسون کل برای استان بلخ گزارش شد. همچنین بیشترین شاخص یکنواختی غلات متعلق به استان نیمروز، حبوبات متعلق به استان‌های جوزجان و لغمان، سبزیجات متعلق به استان‌های خوست و لغمان و

منابع مورد استفاده

- Abebe T. 2013. Determinants of crop diversity and composition in Enset-Coffee agroforestry homegardens of Southern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114(1): 29-38. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:34-2013030542580>
- Aguilar J, Gramig GG, Hendrickson JR, Archer DW, Forcella F and Liebig MA. 2015. Crop Species Diversity Changes in the United States: 1978–2012. *PLoS ONE*, 10 (8): e0136580. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136580> .
- Altieri MA. 2006. *Agroecology: Principles and Strategies for Designing Sustainable Farming System*. University of California, Berkeley. http://nature.berkeley.edu/~miguel-alt/principles_and_strategie..
- Anonymous.1999. Report: Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro-ecosystem Function. FAO, Rome Italy.
- Berkes F, Colding J and Folke C. 2000. Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Journal of Ecological Applications*, 10: 1251-1262. <https://doi.org/10.2307/2641280>

- Ghalegolab-Behbahani A, Nassiri Mahallati M, Keshavarz Afshar R, Alipour Jahangiri A, Pazoki A, Safa H and Kariminejad M. 2014. Assessing the status of agrobiodiversity through calculation of species richness index using the method of rarefaction (A case study: Shahre-Rey city located in south of Tehran, Iran). *Journal of Agroecology*, 6(2): 199-208. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v6i2.39362>
- Elbekkayl M, Hamza H, Haddad M, Ferchichi A and Kik C. 2008. Genetic erosion in melon (*Cucumis melo*): A case study from Tunisia. *Cucurbitaceae*, 2008. Pp. 295-300. In: Pitrat M (Eds). *Proceeding of the 9th EUCARPLA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae*.
- Eric GL, Erin B, Gillian H, Jim S, Stan B, Jim H, Diane L and Haughland DL. 2009. Indices for monitoring biodiversity change: Are some more effective than others? *Ecological Indicators*, 9: 432-444. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.06.001>.
- Gliessman S. 1992. Agroecology in the tropics: achieving a balance between land use and preservation. *Journal of Environmental Management*, 16: 681-689. <https://doi.org/10.1007/BF02645658>.
- Gosselin F. 2006. An assessment of the dependence of evenness indices on species richness. *Journal of Theoretical Biology*, 242: 591-597. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2006.04.017>.
- Hubbell SP. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, New Jersey, USA. 448.
- Jackson L E, Pascual U and Hodgkin T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121: 196. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.017>.
- Jahedi Pour S, Koocheki A, Nassiri Mahallati M and Rezvani Moghaddam P. 2020. The effect of ecological factors on plant species biodiversity of natural ecosystem in Quchan Baharkish. *Journal of Agroecology*, 11(4):1449-1465. (In Persian with English summary). <https://doi.org/10.22067/jag.v11i4.56352>.
- Jihad-e-Agricultural Ministry of Iran. 2010. Yearly statistical of medicinal plants cultivation. Available online at: <http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx>
- Joshi BK, Gorkhali NA, Pradhan N, Hari Ghimire K, Gotame T P, Prenil K C, Mainali RP, Karkee A and Paneru RB. 2020. Agrobiodiversity and its Conservation in Nepal. *Journal of Nepal Agricultural Research Council*, 6: 14-33. <https://doi.org/10.3126/jnarc.v6i0.28111>.
- Kazemi H, Bakhshande Larimi S, Gholikhani S and Rassam G. 2020. Diversity assessment of crop and horticultural products in Zanjan province. *Journal of Agroecology*, 12 (2):179-193. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v12i2.69227>.
- Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Hassanzade F, Mansoori H, Amiri SR., Zarghani H and Karimian M. 2013. Assessing vegetable biodiversity in Iranian Agro-ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 2: 1-11. (In Persian).
- Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Jahani M and Boroumand Rezazadeh Z. 2011. Biodiversity study of Iran's industrial plants. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9 (3): 301-309. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/GSC.V9I3.11959>.
- Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Gliessman SR and Zarea A. 2008. Agrobiodiversity of field crops: A case study for Iran. *Journal of Sustainable Agriculture*, 32 (1): 95-122, (In Persian). <https://doi.org/10.1080/10440040802121445>.
- Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Jahanbin GH and Zarea A. 2004. Diversity of crop cultivars in Iran. *Desert Journal* 9(1): 49-67, <https://sid.ir/paper/5321/en>. (In Persian).
- Liu Z, Tang G and Zhou Y. 2021. Why can China maintain a high crop diversity? A spatial-temporal dynamic analysis. *Progress in Physical Geography*, 46 (2): 1-15. <https://doi.org/10.1177/03091333211055850>.
- Magurran AE. 2005. Ecology: Linking Species Diversity and Genetic Diversity. *Journal of Current Biology*, 15 (15): 597-599. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.07.041>.

- Margalef R.D. 1958. Information theory in ecology. *General Systems, Journal of Scientific Research*, 3: 36–71.
- Moradi R, and Sami M. 2014. Assessing biodiversity of agronomical, horticultural and livestock productions in Kerman province. *Journal of Agroecology*, 6(3): 656-667, (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v6i3.34983>.
- Nassiri Mahalati M, Koocheki AR, Tavakkoli Kakhki HR and Soltani M. 2017. Agrobiodiversity Indices for Three Cucurbit Species in Khorasan- Razavi Province. *Journal of Agroecology*, 9(1): 1-14. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v9i1.22431>.
- Nasiri Mahallati M and Koocheki A. 2014. Agricultural Biodiversity in Iran. Diversity of agricultural species. *Desert magazine*, 10 (1): 33-50. (In Persian)
- Nasiri Mahallati M, Koocheki A and Mazaheri D. 2005. Diversity of crop species in Iran. *Desert Magazine*, 10(1): 33-50. (In Persian).
- NBSP (National Biodiversity Strategy and Action Plan of Afghanistan). 2014. A Framework for Implementation (2014-2017), National Department of Environmental Protection.
- Norozzadeh Sh, Rashed Mohasel MH, Nassiri Mahallati M, Koocheki A and Abbaspour M. 2008. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in wheat fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(2): 471-487. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/gsc.v6i2.2453>.
- Oldfield ML and Alcorn JB. 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *Journal of Bioscience* ,37 (3): 199 -208. <https://doi.org/10.2307/1310519>.
- Pourghasemian N and Moradi R. 2016. Assessing Biodiversity of Agronomical and Horticultural Productions of Isfahan Province. *Journal of Agroecology*, 8(2): 212-226. (In Persian) <https://doi.org/10.22067/jag.v8i2.37582> .
- Shrestha J, Subedi S, Devkota H, Acharya B, Subedi M and Pokhrel D. 2019. Ecosystem diversity of field crops, garden crops and aquatic plants in Nepal. Working Groups of Agricultural Plant Genetic Resources (APGRs) in Nepal. Pp. 121-130. In: BK Joshi and R Shrestha (eds). *Proceeding of National Workshop, Kathmandu. NAGRC, Nepal.*
- Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. *Journal of Nature*, 6 (7): 163- 688. <http://dx.doi.org/10.1038/163688a0>.
- Smale M, Meng E, Brennan JP and Hu R. 2003. Determinants of spatial diversity in modern wheat: examples from Australia and China. *Journal of Agricultural Economics*, 28 (1): 13-26. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2003.tb00131.x>.
- Smyth AK, Chewings VH, Bastin GN, Ferrier S, Manion G and Clifford B. 2004. Integrating historical datasets to priorities areas for biodiversity monitoring? In: *Australian Rangelands Society 13th Biennial Conference: "Living in the outback"*, Alice Springs, Northern Territory. Pp. 201-208.
- Stocking M. 1999. Agrobiodiversity: A positive means of addressing land degradation and suitable rural livelihoods. Pp. 1-16. In: Conacher A J (Eds). *Land Degradation*; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Swift MJ, Izac A-MN and Van Noordwijk M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes. Are we asking the right questions? *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104 (2004):113-134, <https://doi:10.1016/j.agee.2004.01.013>.
- Thompson BA, Van Loon GW, Hugar LB and Patil SG. 2002. Application of remot sensing technology for assessing crop diversity in four agricultural systems of northern Karnataka. *Geospatial Today*. Available at: <http://www.Geospatialtoday.com>.

- Wetterich F. 2001. Biological diversity of livestock and crops: useful classification and appropriate agri environmental indicators. Proceedings of the OECD experts Meeting on Agri-Biodiversity indicators, November 2001m Zurich, Switzerland. Pp.1-16.
- Xia PG. 1991. The Chinese approach to medicinal plants. Their utilization and conservation. Pp. 305-313. In: Akerele O, Heywood V and Synge H (Eds). Conservation of medicinal plants. Cambridge, University Press, UK.