تنوع زیستی محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۴، شماره ۲، صفحات ۵۰-۳۱
(تابستان ۱۳۹۷)

سید مهدی جوادزاده✉؛ منصور سلجوقیان پور
گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ایرانشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ایرانشهر، ایران s.m.javadzadeh@gmail.com ✉ (مسئول مکاتبات)

چکیده این پژوهش به منظور تعیین تنوع زیستی محصولات زراعی، سطح زیر کشت و شاخص‌های تنوع زیستی استان سیستان و بلوچستان انجام شد. در کل استان بیش از ۶۰ گونه زراعی مورد کشت قرار می‌گیرند که حاکی از متنوع بودن محصولات زراعی است. کلیه گیاهان زراعی به هشت گروه شامل غلات، حبوبات، گیاهان علوفه‌ای، دانه‌های روغنی، محصولات جالیزی، سبزیجات، گیاهان صنعتی و گیاهان دارویی و ادویه‌ای طبقه‌بندی شد. بین شهرستان‌های مختلف استان از نظر تنوع زیستی اختلاف زیادی وجود داشت. در مناطق مورد مطالعه، غنای گونه‌ای در ایرانشهر، خاش و چابهار به ترتیب ۳۰، ۲۵ و ۱۷ به دست آمد و مقدار شاخص شانون- وینر و یکنواختی گونه‌ای به ترتیب ۱/۲۲ و ۰/۳۲ برای کل استان به دست آمد. شاخص تنوع زیستی شانون- وینر در محصولات زراعی در گیاهان علوفه‌ای ۱/۹۰ و گیاهان دارویی ۰/۳۹ بود. همچنین شاخص یکنواختی محصولات زراعی در شهرستان‌های ایرانشهر ۰/۱۱ و سراوان ۰/۱ بود. به طور کلی نظام زراعی اصلی استان مبتنی بر غلات و به ویژه گندم می‌باشد؛ بنابراین، استان سیستان و بلوچستان تنوع گونه‌های زراعی مطلوبی داشته و تشابه گیاهان زراعی کشت شده بین شهرستان‌ها نسبتاً کم بود. در این استان به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، امکان کشت گونه‌های مختلف علوفه‌ای و صنعتی امکان‌پذیر است.

شناسه مقاله
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ پژوهش: ۱۳۹۶
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۰۲

واژه‌های کلیدی
- تنوع گونه‌ای
- شاخص تشابه سورنسون
- شاخص شانون
- غنای گونه‌ای

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.543355

مقدمه تنوع زیستی، تنوع حیات در کره زمین است که کلیهٔ تغییرات زیستی از ژن تا بوم‌نظام را دربرمی‌گیرد[۵] و به عنوان شاخصی برای مقایسه وضعیت بوم‌نظام‌ها به کار می‌رود و کلید پایداری و سلامت محیط زیست در هر منطقه تلقی می‌شود.[۲] چهار عامل اصلی تعیین‌کننده خصوصیات بوم‌نظام‌های زراعی را منابع ژنتیکی گیاهی، عملیات مدیریت، عوامل زنده و غیرزنده محیطی است و کارکرد بوم‌نظام‌های زراعی بر این عوامل استوار است.[۱۰]

منابع ژنتیکی گیاهی نشان دهندهٔ تنوع زیستی موجود در بوم‌نظام‌های کشاورزی است و دربرگیرنده تنوع کلیهٔ موجودات زنده اعم از گیاهان، جانوران و ریزموجودات است که جهت تولید غذا و فعالیت‌های کشاورزی حایز اهمیت هستند به عنوان تنوع زیستی کشاورزی شناخته می‌شوند.[۱۴] بنابراین، تنوع زیستی کشاورزی به تنوع گیاهان، حیوانات و ریزموجودات که به طور مستقیم و غیرمستقیم در تولیدات کشاورزی سهیم هستند و از اثرات متقابل بین محیط، منابع ژنتیکی و نظام‌های مدیریتی شکل گرفته‌اند، اطلاق می‌گردد.[۳۰] سه جزء اصلی تنوع در بوم‌نظام‌های کشاورزی تنوع نظام‌های زراعی، تنوع گونه‌های زراعی و تنوع ارقام مختلف گونه‌های زراعی می‌باشد.[۴۷] حفظ تنوع زیستی کشاورزی امروزه در زمینه توسعه کشاورزی پایدار مطرح است، به عبارتی حفظ تنوع زیستی کشاورزی پیش‌نیاز توسعه پایدار کشاورزی محسوب می‌شود و افزایش تنوع در کشاورزی رایج فعلی که رسیدن به حداکثر تولید از طریق تک‌کشتی گیاهان در مقیاس وسیع می‌باشد در تضاد است.[۲۵]

ثبات عملکرد به عنوان یکی از مهم‌ترین نتایج افزایش تنوع زیستی مورد تأکید قرار می‌گیرد، اگرچه کشاورزان برای هزاران سال تنوع زیستی کشاورزی را حفظ کرده‌اند، ولی فشرده‌سازی کشاورزی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش‌دهنده تنوع زیستی در سطح جهانی شناخته شده است.[۲۰] به طوری که استفاده طولانی‌مدت از نهاده‌های خارجی و حذف بقایای گیاهی در سیستم‌های کشاورزی فشرده سبب کاهش مواد آلی خاک[۵۰] و به دنبال آن کاهش تنوع زیستی می‌شود.[۴۰] حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی در سال‌های اخیر مورد توجه زیست‌بوم‌شناسان کشاورزی بوده و از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.[۴۶] حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی اطمینان از موجودیت آن در زمان حال و آینده است و هدف از انجام آن تضمینی برای استفاده از این تنوع توسط نسل‌های بعدی می‌باشد[۲۹] زیرا تولید بالقوه، واقعی و همچنین ثبات بلندمدت تولید، در بوم‌نظام‌های کشاورزی مستلزم حفظ و تقویت اشکال مختلف تنوع زیستی در آن‌ها می‌باشد.[۲۵]

از بین رفتن تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های کشاورزی تهدید جدی برای بقای این اکوسیستم‌ها و امنیت غذایی جهان و در نهایت بقاء بشر محسوب می‌شود.[۴۷] بنابراین، از مهم‌ترین اهداف در طراحی سیستم‌های کشاورزی پایدار، ارتقاء تنوع زیستی، بازگرداندن تنوع به محیط‌های کشاورزی، مدیریت مؤثر آن و روش‌های حفاظتی از تنوع در این سیستم‌ها محسوب می‌شود.[۲۵] در حال حاضر به دلیل فعالیت‌های مختلف انسان تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی در سطح جهان در حال انقراض هستند و عامل اصلی تخریب زیستگاه‌های طبیعی می‌باشد و در این میان، سهم فعالیت‌های کشاورزی در به مخاطره افتادن تنوع زیستی ۵۰ تا ۷۰٪ برآورد شده است[۱۸] با وجودی که ۸۰٪ از افزایش تولید محصولات زراعی و دامی در طی قرن گذشته به دلیل استفاده از واریته‌های و نژادهای اصلاح شده بود، ولی در عین حال، گسترش این واریته‌های باعث از بین رفتن ۹۰٪ از ارقام محلی در سراسر جهان شده است.[۱۲]

اهمیت تنوع در بوم‌نظام‌های زراعی فراتر از تولید مواد غذایی بوده و اثرات مثبتی نظیر گردش مواد غذایی، مهار آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، موجودات زنده خاک[۱] و کاهش وابستگی به نهاده‌های خارجی به خوبی آشکار است[۱۱،۱۶] بنابراین، تنوع زیستی کشاورزی اساساً سیستم‌های تولید غذا[۷]، پوشاک، دارو، حفظ حاصلخیزی خاک، کنترل آفات و بیماری‌ها، گرده‌افشانی[۳۱]، تنظیم اقلیم، حفظ و نگهداری چرخه‌های بیوژئوشیمیایی، اکولوژیکی[۲۳] و ارایه ارزش‌های زیباشناختی برای جوامع انسانی را فراهم می‌کند که سلامت انسان‌ها به این خدمات وابسته است.[۳۵،۵۲] با از بین رفتن این خدمات اکوسیستمی، هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش خواهد یافت. به عنوان مثال، با حذف خدمات بیولوژیکی در کشاورزی، هزینه تأمین نهاده‌های خارجی و به خصوص نهاده‌های شیمیایی برای بوم‌نظام کشاورزی افزایش می‌یابد.[۵۰]

تنوع سیستم‌های زراعی در وهله اول در راستای تنوع اقلیمی بوده و پس از آن به تنوع خصوصیات خاک مربوط می‌شود که خود متأثر از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌باشد.[۳۶] کارکرد بوم نظام‌های طبیعی و کشاورزی تابع میزان تنوع زیستی آن‌ها می‌باشد.[۴۹]

مطالعات پراکنده‌ای در رابطه با تنوع محصولات زراعی صورت گرفته است، در تمام آن‌ها تنها به ذکر انواع محصولات اکتفا شده است و کمتر به محاسبه شاخص‌های مربوطه و یا تجزیه و تحلیل کمی آن‌ها پرداخته شده است.[۳۸]

جهت کمی کردن تنوع گونه‌ای در یک سیستم، روش‌های مختلفی ارایه شده است. سه اصطلاح برای اندازه‌گیری تنوع زیستی در مقیاس مکانی بیان شده است. تنوع آلفا [۱] که عبارت است از تعداد گونه در داخل یک جامعه مانند علفزار یا بیشه‌زار، تنوع بتا [۲] یا تفاوت بین تنوع گونه‌ای در مناطق یا محیط‌های مختلف که با آن می‌توان سرعت دگرگونی تنوع را در زیستگاه‌های مختلف مقایسه کرد؛ تنوع گاما [۳] یا تنوع منطقه‌ای که تنوع در سطح سیمای سرزمین و بین زیست‌بوم‌ها است.[۵۳]

در ایران، در خصوص تنوع زیستی محصولات کشاورزی چندین پژوهش صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها در زمینه گیاهان دارویی و معطر[۲۲] محصولات باغی، سبزی و صیفی[۲۳] تنوع گونه‌های زراعی ایران[۳۸] و باغ کشت‌ها[۱۵] و علف‌های هرز[۲۷] تنوع گیاهان صنعتی[۳۸] می‌توان اشاره کرد. تنوع نظام‌های زراعی ایران از نظر سیستم تولید، تناوب‌های زراعی رایج و سایر خصوصیات مورد مطالعه قرار گرفته و عناصر اصلی ایجاد تنوع در سیستم‌های تولید کشور ارزیابی شده است.[۲۱]

در ارزیابی تنوع گونه‌های زراعی ایران گزارش شد که ۳۷ گونه زراعی در ایران کشت می‌شود که هفت گونه پاییزه و ۳۰ گونه بهاره می‌باشد.[۳۸] تنوع زیستی کشاورزی و فاکتورهای اجتماعی-اقتصادی در باغ کشت‌های فریدن اصفهان بررسی و گزارش شد که ۴۷ گونه در منطقه وجود دارد که بیشترین سهم مربوط به تیره گل سرخ بود.[۲۷] شاخص مارگالف [۴] در تنوع واریته‌های گیاهان زراعی گندم و جو در ایران بالا و در مورد سایر محصولات بسیار اندک است.[۲۱] در بررسی تنوع زیستی کشاورزی منطقه‌ای بارمانا در هند عنوان شد از ۵۰ گونه گیاهی تحت کشت، گیاهان دارویی از غنای گونه‌ای [۵] حدود ۲۹ برخوردار بودند و به ۱۷ تیره تعلق داشتند.[۴۴] *موزامدر و برنز (۲۰۰۷)* در بررسی خود از شاخص‌های

[1] alfa diversity
[2] beta diversity
[3] gamma diversity

[4] Margalef index
[5] species richness

ریسک تنوع زیستی برای مطالعه آن استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد مقدار کودهای شیمیایی ارتباط نزدیکی با افزایش میزان ریسک تنوع دارد.[۳۴] *ساکنا و همکاران (۲۰۰۵)* در بررسی تنوع زیستی کشاورزی هیمالیا اعلام کردند که دسترسی به نهاده‌ها و دسترسی به آب بر تنوع زیستی کشاورزی مؤثر بوده است.[۴۲]

ایران از نظر تنوع محصولات زراعی مقام هجدهم را در جهان داراست و استان سیستان و بلوچستان یکی از استان‌های مهم کشور در زمینه تولید محصولات زراعی می‌باشد که با دارا بودن حدود ۵٪ از کل تولید محصولات زراعی کشور، رتبه پنجم در تولید محصولات زراعی را به خود اختصاص داده است.[۹] با این وجود، در مورد تنوع محصولات زراعی در کشور تاکنون چندین مطالعه به انجام رسیده است؛ اما مطالعات در زمینه برآورد میزان تنوع زیستی محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان بسیار اندک است؛ بنابراین خلاء یک بررسی در زمینه تنوع محصولات مختلف کشاورزی در این استان به شدت احساس می‌شود.

این پژوهش با هدف ارزیابی تنوع زیستی و شاخص‌های تنوع زیستی محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان به تفکیک شهرستان‌های استان طی یک دوره ۱۱ ساله اجرا شد.

مواد و روش‌ها این پژوهش در استان سیستان و بلوچستان با مساحتی برابر با ۱۸۱۷۸۵ کیلومترمربع بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی انجام شد.[۲۱] اطلاعات اقلیمی مربوط به درجه حرارت و بارندگی برای مناطق مختلف استان سیستان و بلوچستان استخراج شد به طوری که دمای هوای زاهدان با میانگین سالانه ۱۸/۳ درجه سلسیوس، خاش ۱۹/۷ درجه سلسیوس، سراوان ۲۱/۸ درجه سلسیوس، زابل ۲۱/۹ درجه سلسیوس، چابهار ۲۶ درجه سلسیوس و ایرانشهر ۲۶/۵ درجه سلسیوس به ترتیب از کمترین و بیشترین میزان دما برخوردار بوده‌اند. میانگین رطوبت نسبی در زاهدان، خاش، سراوان و ایرانشهر با میانگین حدود ۳۱٪، زابل ۴۱٪ و چابهار ۷۶٪ از کمترین و بیشترین درصد میانگین رطوبت نسبی برخوردار بودند. همچنین، میانگین بارندگی سالیانه زابل ۶۲/۶ و خاش ۱۶۱/۶ میلی‌متر کمترین و بیشترین میانگین بارندگی سالانه را به خود اختصاص دادند. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی، این استان به پنج اقلیم شامل خشک و گرم بیابانی (نیک شهر)، خشک و گرم (ایرانشهر و زابل)، خشک و گرم ساحلی (چابهار) و خشک و خیلی گرم بیابانی (سرباز و سراوان) و نیمه خشک معتدل گرم (زاهدان و خاش) تقسیم‌بندی شدند.[۴۱] در هر شهرستان، سطح زیر کشت هر گونه زراعی در هر یک از سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی و مشخص گردید. مجموع سطح زیر کشت هرگونه زراعی در سطح کل استان سیستان و در ۱۱ سال گذشته جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به هر شهرستان از طریق پرسشنامه‌هایی که به همین منظور تدوین شده بود و نیز از طریق مصاحبه‌های موردی با مسئولین مربوطه ثبت گردید. همچنین بخشی از اطلاعات از آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان و کشور تهیه شد.[۹] گیاهان زراعی به هشت گروه شامل غلات، حبوبات، گیاهان علوفه‌ای، دانه‌های روغنی، محصولات جالیزی، سبزیجات، گیاهان صنعتی و گیاهان دارویی و ادویه‌ای تقسیم شدند (جدول ۱). تجزیه و تحلیل اطلاعات و تعیین شاخص تنوع محصولات کشاورزی پس از استخراج داده‌ها و تجزیه و تحلیل

آن‌ها، در هر شهرستان تعیین گردید. شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی تنوع زیستی محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان شامل غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون، شاخص یکنواختی، شاخص مارگالف، شاخص تشابه سورنسون و تنوع آلفا و بتا می‌باشند.

غنای گونه‌ای

پس از محاسبه مجموع سطح زیر کشت هرگونه زراعی در کل استان سیستان و بلوچستان، غنای گونه‌ای از طریق شمارش تعداد گونه‌های زراعی که در سال مورد نظر دارای سطح زیر کشت بودند، تعیین گردید.[۲۸] گونه‌های زراعی که سطح زیر کشت آن‌ها از سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ برابر با صفر بود در محاسبه غنای گونه‌ای منظور نشدند.

شاخص تنوع شانون- وینر

برای تعیین تنوع گونه‌ای شاخص‌های مختلفی ارائه شده است که از بین آن‌ها می‌توان به دو شاخص *سیمپسون (۱۹۴۹)*[۴۵] و *شانون- وینر (۱۹۴۹)*[۴۳] اشاره کرد، زیرا از بین شاخص‌های مختلف این دو شاخص توانایی بیشتری را برای تشخیص تنوع گونه‌ای دارند.[۲۴] شاخص سیمپسون تحت تأثیر فراوانی گونه‌های غالب قرار می‌گیرد، اما شاخص شانون-وینر بیشتر تحت تأثیر غنای گونه‌ای است. شاخص تنوع شانون[1] کاربردی‌ترین شاخص برای ارزیابی تنوع به شمار می‌رود که هم تعداد گونه‌ها و هم یکنواختی گونه‌ها را مدنظر قرار داده است.[۳۷] مقدار تئوریک شاخص تنوع شانون برای گونه‌های گیاهی در بوم نظام‌های طبیعی در محدوده ۵-۰ بوده[۶] و حداکثر مقدار این شاخص برای محصولات زراعی ۳ می‌باشد.[۳۲] این شاخص بر حضور گونه‌هایی که فراوانی کم دارند تأکید دارد. برای محاسبه شاخص شانون در سامانه‌های زراعی از سطح زیر کشت هرگونه استفاده شد. شاخص تنوع شانون با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.[۲۸]

$$H = -\sum\left[\frac{ni}{N}\right]\left[ln\left(\frac{ni}{N}\right)\right] \qquad \text{معادله ۱}$$

که در این رابطه ni سطح زیر کشت گونه i ام و N زیر کشت کل گونه‌ها در سال مورد نظر می‌باشد.

شاخص یکنواختی

شاخص یکنواختی معیاری از شدت یکنواختی سطح زیر کشت بین گونه‌های مختلف بوده و مقدار آن مساوی یا کوچک‌تر از ۱ می‌باشد.

E=۱ نشان دهنده یکسان بودن سطح زیر کشت بین تمامی گونه‌ها می‌باشد و E< ۱ بیانگر غیریکنواختی در توزیع گونه‌هاست. با مشخص بودن شاخص تنوع شانون (H)، شاخص یکنواختی (E) برای سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ از طریق معادله ۲ محاسبه شد.[۲۸]

$$E = \frac{H}{\ln S} = \frac{e^H}{S} \qquad \text{معادله ۲}$$

که در این رابطه H مقدار شاخص شانون در سال موردنظر، S غنای گونه‌ای سال مربوطه و e عدد نپر (۲/۷۱۸۲۸) می‌باشد.

شاخص غنای مارگالف

شاخص تنوع مارگالف بیانگر حضور گونه‌هاست و مقدار آن مساوی یا بزرگ‌تر از صفر بوده و بالاتر بودن آن نشان‌دهنده بالاتر بودن تنوع است. این شاخص، بیان کننده حضور انواع گونه‌هاست. شاخص غنای مارگالف (D) با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد.[۲۵]

$$D = \frac{(S-1)}{\ln N} \qquad \text{معادله ۳}$$

که در این رابطه S تعداد گونه‌های و N سطح زیر کشت کل گونه‌ها در سال مربوطه می‌باشد.

[1] Shannon index

جدول ۱) گروه‌بندی محصولات زراعی در شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان

Table 1) Grouping of crops grown in different cities of Sistan & Balouchestan province, Iran

cereals	forage	oil seed	beans	industrial	cucurbits	vegetables	medicinal plants
wheat barley rice corn sorghum millet	alfalfa clover sainfoin Forage corn raves	sunflower rapeseed sesame safflower	pea beans lentils mung bean bean	tobacco potato cotton	watermelon melon cucumber cantaloupe squash	okra eggplant lettuce spinach radish green peas green beans onions garlic tomato carrot pepper	roselle woad henna

شاخص تشابه سورنسون

شاخص تشابه سورنسون به منظور مقایسه تشابه گیاهان زراعی بین شهرستان‌های مختلف است و مقدار آن بین صفر تا یک متغیر است و مقدار شاخص تشابه سورنسون مساوی یک نشان دهنده حداکثر تشابه بین دو شهرستان می‌باشد. شاخص تشابه تفاوت ترکیب گونه‌ای و تغییرات تنوع را در شهرستان های مختلف نشان می‌دهد. در این زمینه شاخص‌های تشابه متعددی وجود دارد که رایج‌ترین آن‌ها شاخص تشابه سورنسون[1] (S) می‌باشد.[۲۸]

$$S = \frac{2a}{2a+b+c}$$ معادله ۴

a تعداد گونه‌های مشترک موجود در هر دو منطقه

b تعداد گونه‌های موجود در منطقه a که در منطقه b حضور ندارند.

c تعداد گونه‌های موجود در منطقه b که در منطقه a حضور ندارند.

تنوع آلفا و بتا

مقایسه تنوع آلفا و بتا در میان کل گونه‌های زراعی این پنج منطقه آب و هوایی انجام شد. بدین منظور S غنای گونه‌ای، A مساحت و C ضریب ثابت منظور شد. عرض از مبدأ (C) تنوع آلفا و به معنای تنوع گونه‌های زراعی است و شیب معادله(Z) تنوع بتا را تبیین می‌کند. برازش رگرسیون خطی میان مقادیر لگاریتمی غنای گونه‌ای و مساحت شهرستان‌های استان با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot 11.0 انجام شد.[۳۸]

$S = C.AZ$ معادله ۵

$\log S = \log C + Z \log A$ معادله ۶

نتایج و بحث

سطح زیر کشت محصولات زراعی

شهرستان‌های ایرانشهر و سراوان به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات زراعی را در استان داشتند (جدول ۲و۳). روند تغییرات سطح زیر کشت شهرستان‌های زابل، زاهدان و ایرانشهر طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ کاهشی بود، به طوری که برای شهرستان‌های زابل و زاهدان مقدار این کاهش حدود ۷ هزار هکتار به ازای هر سال بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد عدم دسترسی به منابع آبی و خشک سالی‌های پی‌درپی و تغییر کاربری اراضی زراعی از دلایل اصلی کاهش سطح زیر کشت محصولات زراعی باشد. در سال‌های اخیر، وقوع طوفان‌های گرد و غباری که

[1] Sorensen similarity index

جدول ۲) میانگین یازده‌ساله سطح زیر کشت و شاخص تنوع شانون و نسبت سطح زیر کشت هر گروه زراعی به‌کل سطح زیر کشت گروه‌های زراعی استان سیستان و بلوچستان

Table 2) Mean of eleven years cultivated area, ratio of the cultivated area to the total crop area cultivation in Sistan & Balouchestan province, Iran

Crop groups	Cultivation area (ha)	Shannon diversity index	Ratio of the cultivated area to the total crop area cultivation
Cereals	622768	1.59	50.64
beans	44379	1.26	3.61
Forage	2329	1.90	24.02
Oil seed	16299	1.34	1.33
Cucurbits	111988	1.53	10.56
Vegetables	129884	1.75	9.11
Industrial	295360	0.84	0.19
Medicinal Plants	6827	0.39	0.56
Total area cultivation	607066		

در تابستان از کشورهای همسایه بر استان تأثیرگذار می‌باشد و از طرفی گرماهای شدید که در دهه‌های گذشته سابقه نداشته است از دلایل اصلی کاهش سطح زیر کشت محصولات زراعی می‌باشد. خشک‌سالی سال ۱۳۸۳ از شدیدترین آن‌ها بود که به خشک شدن دریاچه هامون، خشک شدن بعضی از رودها، چشمه‌ها، قنات‌ها و از بین رفتن درختان کهن‌سال و مزارع و نهایتاً مهاجرت انجامید که مشکلات فراوانی مانند فشار زیاد بر منابع طبیعی و تخریب آن و تغییر و تبدیل کاربری اراضی کشاورزی به ساختمان‌های تجاری و مسکونی مواجه شده‌اند. روند تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی در برخی شهرستان‌ها طی این دوره ۱۱ ساله افزایشی بود، به‌طوری که به عنوان مثال در شهرستان خاش و سراوان و سرباز سطح زیر کشت محصولات زراعی در سال مبدأ (۱۳۸۵) حدود ۲۲۰ هزار هکتار بود و در سال ۱۳۹۵ با نرخ رشدی در حدود ۳ هزار هکتار در سال به حدود ۲۳ هزار هکتار افزایش یافت (شکل ۱). به نظر می‌رسد دسترسی بیشتر کشاورزان به ادوات کشاورزی و همچنین منابع آب‌های زیرزمینی طی این دوره ۱۱ ساله در مقایسه با سال‌های قبل از دلایل اصلی افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی باشد. در بین محصولات زراعی مختلف استان، غلات با حدود ۵۰٪ بیشترین سطح زیر کشت گیاهان زراعی استان را داشتند (جدول ۳). در بین شهرستان‌های مختلف نیز خاش، زابل، ایرانشهر و زاهدان به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت غلات را به خود اختصاص دادند به نحوی که بیش از ۶۰٪ از سطح زیر کشت غلات را در این شهرستان‌ها وجود داشت. کمترین سطح زیر کشت غلات نیز به ترتیب در شهرستان‌های سرباز، چابهار و نیک شهر مشاهده شد (جدول ۳). در بین محصولات مختلف زراعی استان، گندم و یونجه به ترتیب با حدود ۷۶ و ۱۷ هزار هکتار بیشترین سطح زیر کشت را در سطح استان شامل شدند. با توجه به این آمارها، غلات نظام غالب کشت در استان سیستان و بلوچستان می‌باشند. غلات با حدود ۵۶٪ از کل سطح زیر کشت کشور به عنوان نظام غالب کشت در ایران می‌باشند، همچنین در بین گیاهان علوفه‌ای یونجه غالبیت داشته و واریته‌های بومی یونجه در هر استان از پتانسیل عملکرد مناسبی برخوردار بوده و غالبیت دارند.[۳۸] *آلتری (۱۹۹۹)* غالبیت این نظام کشتی را اراضی کشاورزی کل جهان به اثبات رساندند.[۱] شهرستان‌های چابهار با ۴۵٪ بیشترین و سرباز و سراوان

جدول ۳) تعداد گونه مورد کشت، شاخص تنوع شانون و نسبت سطح زیر کشت محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان

Table 3) Number of cultivated species, Shannon diversity index and ratio of the cultivated area to the total crop area cultivation in Sistan & Balouchestan province, Iran

Town name	cultivation area (ha)	shannon diversity index	number of species	ratio of the cultivated area to the total crop area cultivation
Iranshahr	21495.55	0.31	30	19.23
Chabahar	16971.09	0.28	17	15.18
kash	18677.27	0.30	25	16.71
Zabul	31160.09	0.33	24	27.87
Zahedan	9802.364	0.21	21	8.77
Saravan	3381.545	0.10	23	3.02
Sarbaz	6143.636	0.16	21	3.73
Nikshahr	4171.545	0.12	23	5.50

با ۷٪ کمترین سطح زیر کشت نباتات علوفه‌ای را شامل شدند (جدول ۳). لازم به ذکر است که در اکثر شهرستان از استان سیستان و بلوچستان گندم گونه زراعی غالب بود. جو در ۶ شهرستان، برنج در دو شهرستان و سیب‌زمینی در ۳ شهرستان و یونجه در دو شهرستان گونه‌های زراعی غالب بودند (جدول ۱). این مسأله گویای تمایل و همچنین امکان کشت بیشتر گندم و جو نسبت به بقیه محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان است. همچنین پژوهشگران دیگر نیز به وجود دو نظام غالب زراعی در ایران که بر پایه کشت گندم و برنج است تأکید کرده‌اند. کشت گندم به عنوان نظام اصلی غالب و کشت برنج به عنوان نظام غالب در مناطق شمالی کشور ذکر شده‌اند.[۲۵] میانگین یازده ساله سطح زیر کشت گروه‌های زراعی مختلف استان سیستان و بلوچستان نشان داد در حدود ۵۰٪ از کل سطح زیر کشت استان متعلق به غلات بوده است و پس از آن گیاهان علوفه‌ای، گیاهان صنعتی، سبزیجات، محصولات جالیزی، حبوبات، دانه‌های روغنی و گیاهان دارویی و ادویه‌ای به ترتیب با اختصاص ۲۴،۱۰،۹، ۳، ۱، ۰/۵ و ۰/۱٪ از کل سطح زیر کشت استان را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). کشاورزان استان تمایل به کشت محصولات نقدی مانند غلات به ویژه گندم و جو، گیاهان علوفه‌ای (یونجه)، گیاهان صنعتی (سیب‌زمینی و بامیه) و جالیز (هندوانه) بوده است که اغلب این محصولات دارای نیاز آبی بالایی بوده، بنابراین تداوم کشت آن‌ها در دراز مدت می‌تواند موجب فشار بر منابع آب زیرزمینی استان گردد (جدول ۲).

غنای گونه‌ای محصولات زراعی

غنای گونه‌ای محصولات زراعی شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان طی سال‌های ۸۵ تا ۹۵ متفاوت بود (جدول ۴) از نظر فراوانی گونه‌ای در محصولات زراعی، شهرستان‌های ایرانشهر و خاش به ترتیب با ۳۰ و ۲۵ گونه گیاهی بیشترین و شهرستان چابهار با ۱۷ گونه گیاهی کمترین غنای گونه‌ای را دارا بودند (جدول ۳). شیب غنای گونه‌ای می‌تواند بیانگر نوسانات آن‌ها در استان سیستان و بلوچستان طی بازه زمانی مورد مطالعه باشد، به طوری که با عبور از سال‌های ۸۵ به سال‌های پایانی آن، مقدار این شاخص افزایش یافته و دستخوش تغییرات شدیدی شده است (شکل ۳). استان‌های فارس، خراسان رضوی و سیستان و بلوچستان به ترتیب با ۶۲، ۵۸ و ۵۷ گونه زراعی بیشترین غنای گونه‌ای کشور را دارا می‌باشند.[۲۶] این نشان می‌دهد کشاورزان این مناطق تمایل به کشت گونه‌های

جدول ۴) غنای گونه‌ای محصولات زراعی شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۵

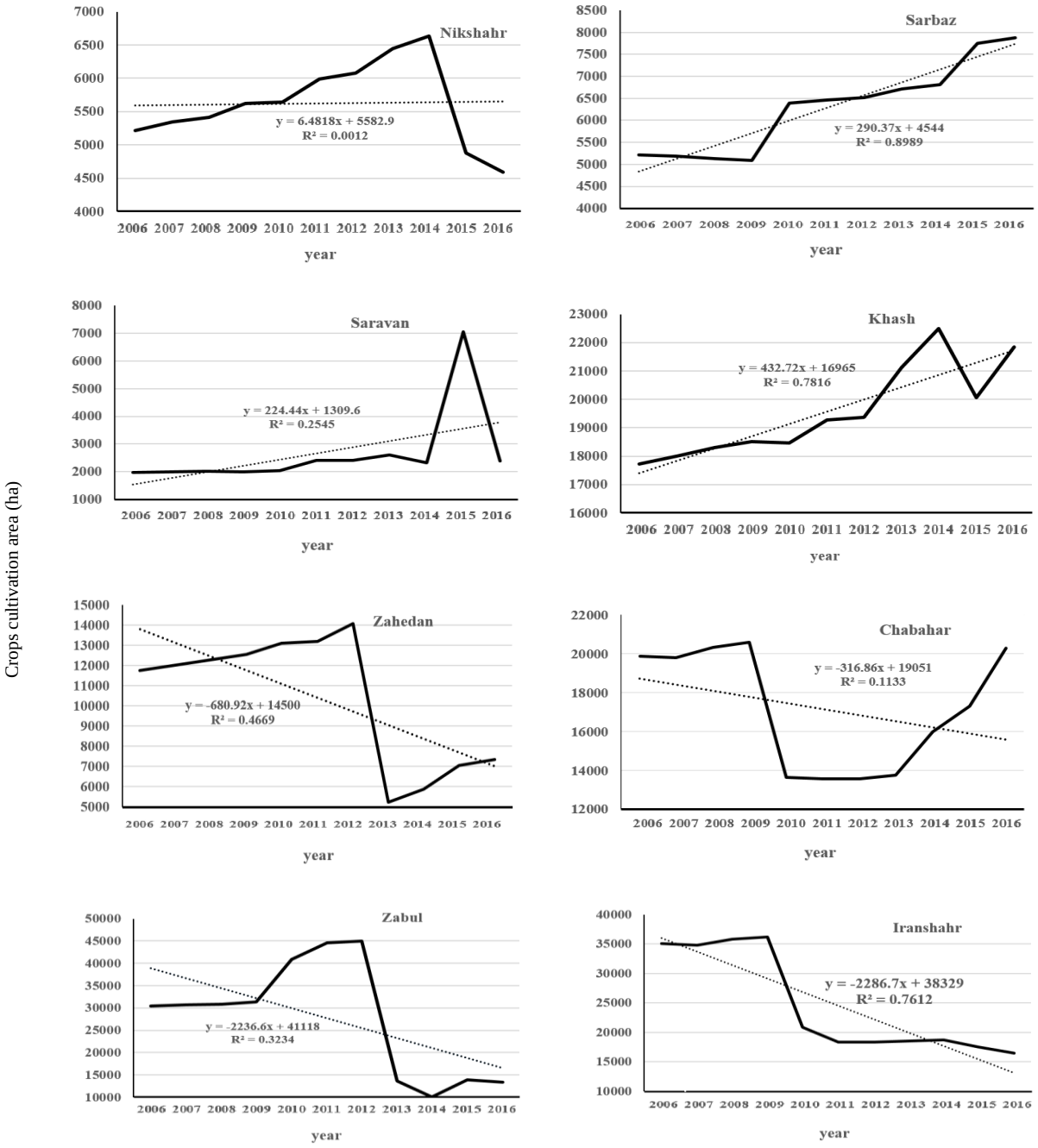
Table 4) Species richness of crops in the cities of Sistan & Balouchestan province, Iran during 2006-2016

Town name	year										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Iranshahr	26	22	27	27	30	34	34	36	30	33	29
Chabahar	12	10	9	13	23	25	25	15	13	27	15
kash	22	11	25	31	28	26	27	28	28	28	26
Zabul	18	11	23	23	25	30	29	30	25	27	28
Zahedan	13	12	22	27	26	23	22	24	19	26	20
Saravan	21	12	20	21	21	28	27	26	25	27	29
Sarbaz	18	13	18	18	21	23	26	26	17	29	27
Nikshahr	24	15	23	21	23	28	27	26	21	26	21

بیشتری از محصولات زراعی دارند. در بین محصولات زراعی در طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵، بدون در نظر گرفتن سطح زیر کشت، سهم گیاهان خانواده غلات به ویژه گندم و جو بیشتر از سایر گیاهان زراعی کشت شده در استان بود ولی در هر صورت کمترین تنوع گونه‌های خانواده غلات در استان سیستان و بلوچستان دیده می‌شود. بیشترین تنوع گونه‌های غلات در استان‌های فارس، اصفهان و خراسان وجود دارد که دلیل آن را نیز تنوع اقلیمی و امکان کشت انواع گونه‌های خانواده غلات به‌استثنای نیشکر دانستند.[۲۵] غنای گونه‌ای بالای محصولات زراعی در استان سیستان و بلوچستان می‌تواند ناشی از تنوع اقلیمی بالا در این استان باشد. با بررسی اقلیم شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان می‌توان دریافت که شهرستان زاهدان از اطراف با چهار اقلیم مختلف (سرد و خشک، معتدل، بیابانی معتدل و بیابانی گرم) احاطه‌شده است، در حالی که زاهدان و چابهار با کمترین غنای گونه‌ای در سطح استان تنها تحت تأثیر اقلیم بیابانی گرم است؛ بنابراین، تنوع اقلیم و خاک به محصولات بیشتری اجازه رشد در یک منطقه را می‌دهد. در نتیجه ریسک تولید برای زارعین در شرایط محیطی متغیر و غیرقابل پیش‌بینی کاهش می‌یابد و چنانچه در تولید یکی از محصولات زراعی مشکل ایجاد شود، سایر محصولات آن را جبران خواهند نمود. به عبارتی، بوم‌نظام کشاورزی به سمت پایداری بیشتر حرکت خواهد کرد.[۱۷] همچنین غنای گونه‌های زراعی در چابهار پایین‌تر از سایر شهرستان‌ها بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد کشاورزان شهرستان چابهار به علت ناهموار بودن و شیب زیاد اراضی عمدتاً به کشت محصولات باغی پرداخته‌اند. تنوع زیستی از جمله ضرورت‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود، بنابراین، بهبود تنوع زیستی از طریق وارد کردن محصولات زراعی که کارکردهایی مشابه نهاده‌های برون مزرعه‌ای دارند، وابستگی بوم نظام‌های زراعی را کاهش داده و منجر به افزایش خود اتکایی و پایداری آن‌ها می‌شود.[۳۰]

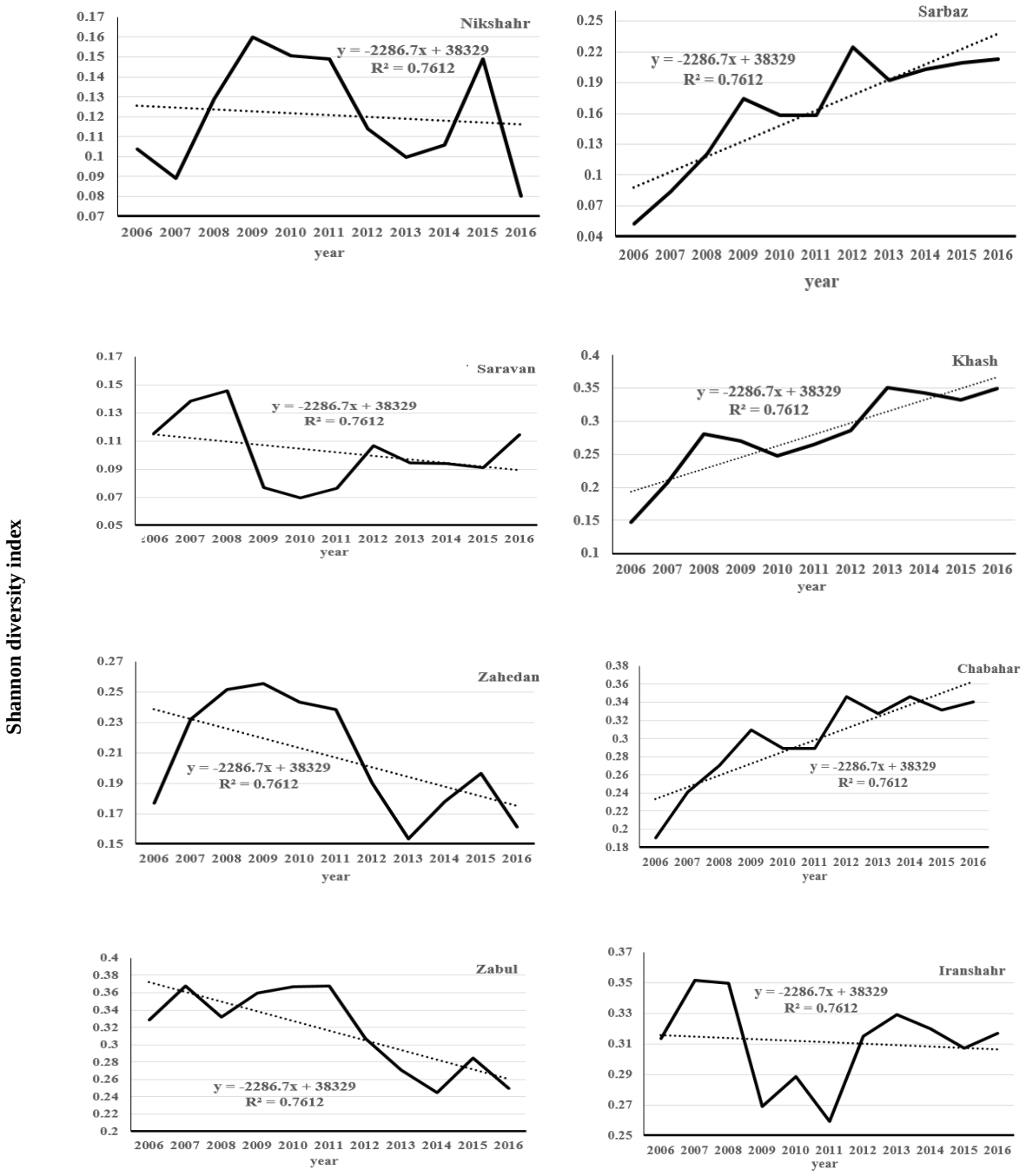
شاخص تنوع شانون-وینر محصولات زراعی

بررسی میانگین شاخص شانون- وینر در بین محصولات زراعی بیانگر برتری این صفت در گیاهان علوفه‌ای می‌باشد کمترین میزان این شاخص در گیاهان دارویی مشاهده شد (جدول ۲) بررسی میانگین شاخص تنوع شانون برای گیاهان زراعی در بین شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان نشان داد که بیشترین تنوع شانون متعلق به شهرستان ایرانشهر و زابل بود. کمترین میزان این صفت نیز متعلق به شهرستان نیک شهر و سراوان بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که علت تنوع گونه‌ای شانون-وینر پایین‌تر محصولات زراعی کشت شده در شهرستان سراوان شرایط اقلیمی گرم و خشک و تقریباً یکنواخت آن بود.



شکل ۱) روند تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی به تفکیک شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان ۹۵-۱۳۸۵

Figure 1) Trend of crop cultivation changes in different cities of Sistan & Balouchestan province, Iran for the years of 2006-2016



شکل ۲) روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر محصولات زراعی به تفکیک شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان ۹۵-۱۳۸۵

Figure 2) Trend of Shannon diversity index in different cities of Sistan & Balouchestan province, Iran for the years of 2006-2016

شرایط اقلیمی ازجمله عوامل تأثیرگذار بر افزایش تنوع زیستی محصولات کشاورزی است، به طوری که تغییرات اقلیمی از عوامل تعیین کننده تنوع زیستی در بوم نظام‌های زراعی بوده و تأثیر تنوع اقلیمی بر تنوع گونه‌ای معمولاً مهم‌تر از سایر عوامل محیطی است.[۴۶] برخی از پژوهشگران به وجود همبستگی مثبت و بالا بین شاخص یکنواختی و تنوع شانون اشاره کرده‌اند.[۲۵،۲۶] با این وجود میانگین ده ساله شاخص شانون استان برابر با ۱/۲۲ می‌باشد که مقدار مطلوبی بوده و نشان دهنده تنوع گونه‌های زراعی این استان است. در بررسی‌های انجام گرفته، وضعیت استان اصفهان از لحاظ تنوع گونه‌ای گیاهان زراعی مختلف مانند غلات، گیاهان صنعتی، محصولات باغی، سبزی و صیفی و گیاهان دارویی و معطر در حد مطلوب یا نسبتاً مطلوب گزارش شده و مهم‌ترین دلایل آن را کشت گیاهان متنوع و همچنین تنوع شرایط اقلیمی این استان برشمرده‌اند.[۲۲،۲۳،۲۵] در ارزیابی تنوع زیستی سبزیجات در بوم‌نظام‌های زراعی ایران دریافتند که در استان‌های با یکنواختی مشابه، استانی که دارای غنای گونه‌ای بیشتری بود، شاخص تنوع بالاتری را نشان داد و در استان‌هایی با غنای گونه‌ای مشابه، استانی که دارای یکنواختی بیشتری بود از تنوع بیشتری برخوردار بودند.[۲۴] روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر محصولات زراعی طی سال‌های ۹۶-۱۳۸۵ نشان می‌دهد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون-وینر محصولات زراعی استان در سال ۹۴ به میزان ۱/۹۰ کمترین آن در سال ۸۵ به میزان ۱/۴۳ مشاهده شد. روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر برای سال‌های ۸۵ تا ۹۵ در شهرستان‌های استان دارای تغییرات قابل توجهی بود، به گونه‌ای که برای شهرستان‌های زابل و زاهدان به صورت کاهشی و برای شهرستان‌های خاش و چابهار به صورت افزایشی بود. در بین شهرستان‌هایی که روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون -وینر افزایشی بود، شهرستان خاش از مقدار افزایش تنوع بالاتری برخوردار بود، به طوری که میزان این شاخص از حدود ۰/۹۹ در سال مبنا (۱۳۸۵) به ۱/۳۴ در سال ۱۳۹۵ رسید (شکل ۲). به نظر می‌رسد علت افزایش محسوس‌تر تنوع زیستی گونه‌های زراعی شهرستان خاش، افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی آن و همچنین ترویج بهتر گونه‌های زراعی طی این دوره مورد بررسی بود. همچنین نتایج به دست آمده با توجه به غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون-وینر نشان داد که میزان تغییرات شاخص شانون در شهرستان‌های مختلف برای سال‌های متوالی از روند تغییرات غنای گونه‌ای پیروی نکرد. برای مثال تنوع گونه‌ای شانون-وینر شهرستان ایرانشهر علی رغم غنای گونه‌ای بالاتر نسبت به شهرستان زابل، پایین‌تر بود. به نظر می‌رسد تغییرات سطح زیر کشت محصولات زراعی به ویژه گندم و جو دلیل اصلی این نتیجه بود. دلیل بالاتر بودن تنوع گیاهان صنعتی استان‌های گلستان، سمنان و اصفهان بالا بودن سطح زیر کشت سیب زمینی، چغندرقند، پنبه، توتون و گیاهان روغنی گزارش شده است. همچنین کمترین تنوع، مربوط به استان سیستان و بلوچستان و ایلام بود که در این استان‌ها تنها سیب‌زمینی، گیاهان روغنی و توتون کشت می‌شد.[۲۸]. بر اساس تجزیه خوشه‌ای، شهرستان‌های مورد مطالعه استان سیستان و بلوچستان از لحاظ شاخص تنوع شانون در سه گروه جای گرفتند.

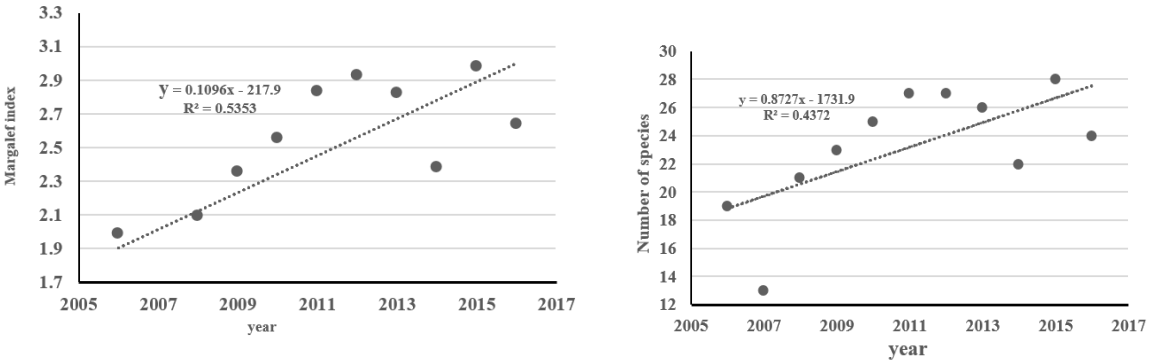
شاخص یکنواختی محصولات زراعی

تنوع گونه‌ای یکی از ویژگی‌های یک جامعه زیستی است، به عبارتی یکی از سطوح تنوع زیستی تنوع گونه‌ای است. با این حال، در یک نظام زیستی تنوع گونه‌ای تنها به وسیله تعداد گونه تعیین نمی‌شود و یکنواختی گونه‌ای هم یکی از اجزا اصلی تنوع گونه‌ای محسوب می‌شود.[۳۱] شاخص یکنواختی محصولات

زراعی از حدود ۰/۴۹ در سال ۱۳۸۵ به حدود ۰/۵۸ در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. به هر حال میانگین یازده ساله شاخص یکنواختی محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان در حدود ۰/۳۲ است که چندان مطلوب نبوده و بیانگر وجود غیریکنواختی نسبتاً شدید در اختصاص سطح زیر کشت به گونه‌های زراعی این استان می‌باشد (شکل ۳). رابطه بین پایداری بوم نظام‌های زراعی و تنوع آن‌ها توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تأکید قرار گرفته است.[۸،۴] در مطالعه تنوع واریته‌های گیاهان زراعی در ایران بیان شد که بین برخی استان‌های کشور شباهت زیادی از نظر واریته‌های زیر کشت گندم وجود دارد و این شباهت بین استان‌هایی که از ویژگی‌های اقلیمی نسبتاً مشابهی برخوردارند، بیشتر است.[۲۱] در پژوهشی دیگر به تنوع نظام‌های زراعی ایران پرداخته شد چنین آمده است که استان‌های کشور علی‌رغم تشابه قابل ملاحظه در درصد تخصیص اراضی به غلات زمستانه، تفاوت نسبتاً زیادی از نظر سطح زیر کشت سایر گروه‌های محصولات زراعی نشان دادند.[۲۷] شاخص یکنواختی محصولات زراعی در شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان نشان داد که بیشترین میزان این شاخص به ترتیب مربوط به شهرستان‌های چابهار و ایرانشهر بود. مقدار این شاخص برای شهرستان‌های ذکر شده بین ۰/۱۰ تا ۰/۱۱ بود. کمترین مقدار این شاخص به شهرستان سراوان تعلق داشت. پایین بودن شاخص یکنواختی، غالبیت محصول خاصی را بیان می‌کند. هر چه یکنواختی گونه‌ای بیشتر باشد نشان‌دهنده این است که سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی یکنواخت‌تر بوده و غالبیت یک یا چندگونه کاهش می‌یابد.[۲۶] شهرستان‌هایی که از میزان یکنواختی گونه‌ای بالاتری نسبت به دیگر شهرستان‌ها برخوردار بودند، میزان تنوع گونه‌ای بالاتری را نیز شامل شدند. در بررسی تنوع ارقام در بین گیاهان زراعی ایران، پایین بود شاخص یکنواختی ارقام یونجه در کشور را به دلیل غالبیت رقم‌های خاصی از این محصول دانستند.[۲۱] در شهرستان‌های با یکنواختی مشابه، شهرستانی که دارای غنای گونه‌ای بیشتری بود، شاخص تنوع بالاتری را نشان داد و در شهرستان‌های با غنای گونه‌ای مشابه، شهرستانی که دارای یکنواختی بیشتری بود، از تنوع بیشتری برخوردار بود. میزان یکنواختی گونه‌ای محصولات زراعی در دو شهرستان ایرانشهر و زابل برابر با ۰/۱۱ بود، ولی به دلیل غنای گونه‌ای بیشتر شهرستان ایرانشهر نسبت به زابل، میزان تنوع شانون در شهرستان زابل بیشتر از شهرستان ایرانشهر بود. بررسی رابطه میان شاخص شانون گونه‌های زراعی استان سیستان و بلوچستان با شاخص یکنواختی حاکی از آن بود که شاخص یکنواختی بصورت یک رابطه خطی مثبت بر شاخص تنوع شانون محصولات زراعی استان مؤثر است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دلیل اصلی افزایش شاخص تنوع شانون محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان طی دوره مورد بررسی، افزایش معنی‌دار شاخص یکنواختی این محصولات می‌باشد (شکل ۴).

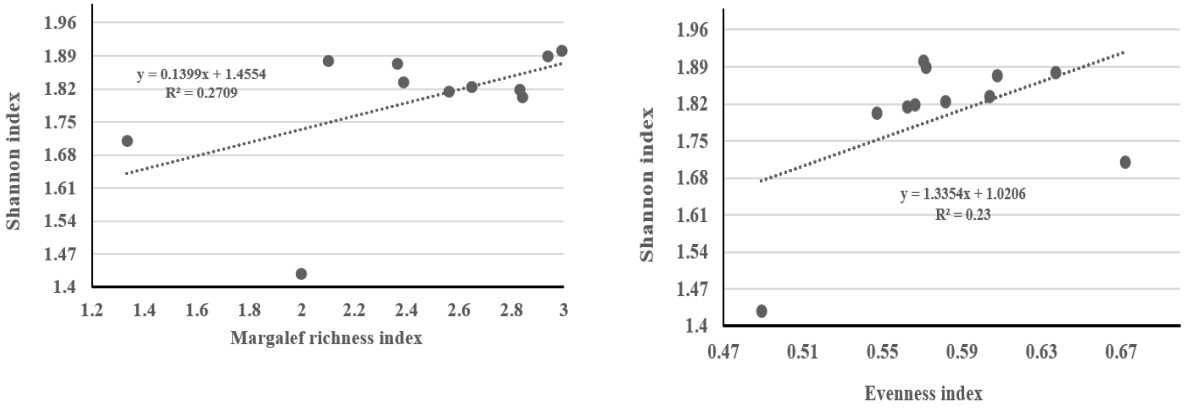
غنای مارگالف محصولات زراعی

شاخص غنای مارگالف تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه را بر حسب لگاریتم تعداد کل افراد تمام گونه‌ها تصحیح می‌کند، در نتیجه ارزیابی دقیق‌تری از غنای گونه‌ای به دست می‌دهد.[۲۱] میانگین ۱۱ ساله شاخص غنای مارگالف محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان افزایشی بود و و به عبارت دیگر این شاخص دستخوش تغییرات محسوسی شده است. فزایش غنای شاخص غنای مارگالف می‌تواند بیانگر نوسانات آن‌ها در استان سیستان و بلوچستان طی بازه زمانی مورد مطالعه باشد، به طوری که از سال‌های ۸۶ به سال‌های پایانی آن، مقدار هر این شاخص تقریباً افزایشی بوده و دستخوش



شکل۳) روند تغییرات غنای گونه‌ای و شاخص غنای مارگالف گونه‌های زراعی استان سیستان و بلوچستان ۹۵-۱۳۸۵

Figure 3) Changes in species richness and Margalef richness index of crop species in Sistan & Balouchestan province during 2006-2016



شکل ۴) رابطه میان شاخص تنوع شانون با شاخص یکنواختی و شاخص غنای مارگالف گونه‌های زراعی استان سیستان و بلوچستان برای سال‌های ۹۵-۱۳۸۵

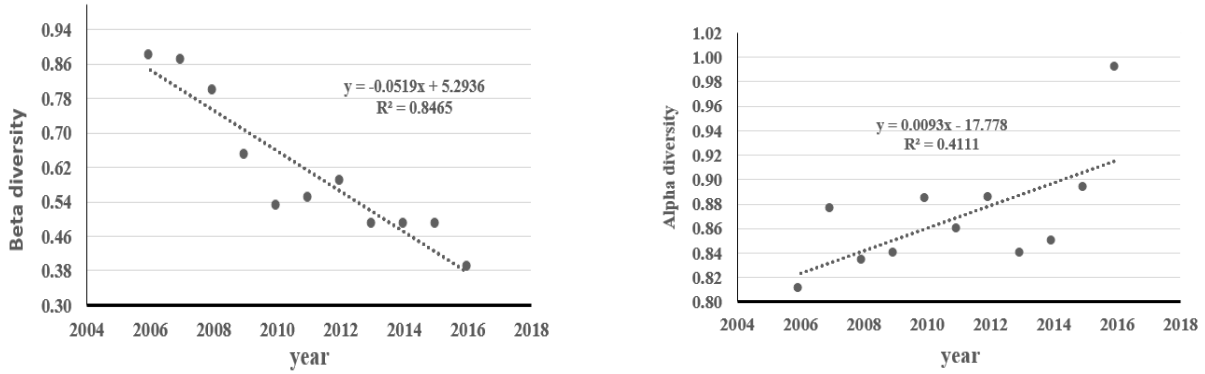
Figure 4) Relationship between Shannon Diversity Index with Index of Evenness Index and Margalef richness index in Sistan & Balouchestan Province during 2006-2016

تغییرات شدیدی شده است (شکل ۳). بررسی رابطه میان شاخص شانون گونه‌های زراعی استان سیستان و بلوچستان با شاخص مارگالف حاکی از آن بود که شاخص این شاخص بصورت یک رابطه خطی مثبت بر شاخص تنوع شانون محصولات زراعی استان مؤثر است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دلیل اصلی افزایش شاخص تنوع شانون محصولات

جدول ۵) شاخص تشابه سورنسون محصولات زراعی به تفکیک شهرستان استان سیستان و بلوچستان در سال‌های ۹۵-۱۳۸۵

Table 5) Sorenson Similarity Index for Crop Products in cities of Sistan & Balouchestan provnce, Iran Different during 2006-2016

Town name	Iranshahr	Chabahar	kash	Zabul	Zahedan	Saravan	Sarbaz	Nikshahr
Iranshahr	1							
Chabahar	0.89	1						
kash	0.77	0.59	1					
Zabul	0.87	0.68	1	1				
Zahedan	0.78	0.57	0.84	0.94	1			
Saravan	0.94	0.54	0.82	0.86	0.78	1		
Sarbaz	1	0.98	0.89	0.72	0.69	0.89	1	
Nikshahr	0.50	0.59	0.88	0.79	0.89	1	0.76	1



شکل ۵) روند تغییرات تنوع آلفا و بتای محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان در سال‌های ۹۵-۱۳۸۵

Figure 5) The trend of Alpha (α) and Beta (β) diversity variation of Sistan & Balouchestan Province, Iran during 2006-2016

جدول ۶) میزان تنوع آلفا و بتا در اقلیم‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان از نظر غنای گونه‌ای محصولات کشاورزی

Table 6) Alpha (α) and Beta (β) diversity index in different climates of Sistan & Balouchestan, Iran based on species richness

Climate	R2	Z	C
Hot Dry Desert	0.89	0.011	13.13
Dry and Hot	0.91	0.041	19.34
Hot Coastal Dry	0.88	0.023	14.91
Dry and very Hot desert	0.87	0.021	18.67
Semi-Dry Hot Moderate	0.92	0.038	11.48

C و Z ضرایب معادله (۵) بوده که C (عرض از مبدأ) به عنوان برآوردی از تنوع آلفا و Z (شیب خط رگرسیون) برآوردی از تنوع بتا و R^2 نیز ضریب همبستگی معادله می‌باشد.

C and Z are equation (5) coefficients which C, Z and R2 are Alpha diversity, Beta diversity and correlation coefficient of equation, respectively

زراعی استان سیستان و بلوچستان طی دوره مورد بررسی، افزایش معنی‌دار شاخص مارگالف این محصولات می‌باشد (شکل ۳) با وجود این، میانگین ۱۱ ساله شاخص غنای مارگالف استان سیستان و بلوچستان برابر با ۲/۵ می‌باشد که مقدار نسبتاً بالایی محسوب نمی‌شود.

شاخص تشابه سورنسون

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص تشابه سورنسون برای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵، برای شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان مقادیر نسبتاً بالایی را نشان داد که این موضوع نشان از تشابه محصولات زراعی به ویژه برای گیاهان خانواده غلات و علوفه‌ای در اکثر شهرستان‌های استان بود (جدول ۵). تمامی شهرستان‌های استان در کشت گیاهان خانواده غلات و علوفه‌ای بیشترین تشابه را داشتند و آنچه سبب تفاوت در شهرستان‌ها شد سطح زیر کشت گیاهان صنعتی، دانه‌های روغنی و سبزیجات بود. این مطلب مؤید بالا بودن غنای گونه‌ای برای غلات و گیاهان علوفه‌ای نسبت به سایر محصولات زراعی بود. شهرستان‌های استان در هر دو سال ۸۵ و ۹۵، شاخص تشابه نزدیکی نسبت به یکدیگر داشتند که این مقدار برای سال ۹۵ بسیار بارز بود، به گونه‌ای که برای شهرستان سراوان و نیک شهر، خاش با زابل و سرباز با ایرانشهر شاخص تشابه سورنسون ۱ به دست آمد. همچنین شاخص تشابه سورنسون در سال ۸۵ و ۹۵ برای شهرستان چابهار نسبت به سایر شهرستان‌ها کمترین مقدار بود. به نظر می‌رسد که تنوع نظام‌های زراعی موجود در راستای تنوع اقلیمی باشد و علاوه بر آن خصوصیات خاک مناطق زراعی نیز در این امر بی‌تأثیر نیست که البته این خصوصیت نیز متأثر از ویژگی‌های اقلیمی است.[۳۹] از نظر بوم‌شناختی، اقلیم و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک که خود تابعی از اقلیم هستند، اساس شکل‌گیری و تنوع موجود در بوم نظام‌های زراعی می‌باشند؛[۱۷] بنابراین، به نظر می‌رسد که توزیع مکانی و هم‌گروه قرار گرفتن برخی شهرستان‌ها بر مبنای ویژگی‌های اقلیمی آن‌ها بوده است.

روند تغییرات تنوع آلفا و بتای گونه‌های زراعی

میانگین یازده ساله تنوع آلفای محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان برابر ۰/۸۷ است. این در حالی است که روند تنوع بتای محصولات زراعی استان طی بازه زمانی مورد مطالعه به‌صورت کاهشی می‌باشد. تنوع بتای گونه‌های زراعی استان حدود ۰/۱۵ در سال۱۳۸۵ به حدود ۰/۱ در سال ۱۳۹۵ کاهش یافته است. بالاترین میزان تنوع بتای محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان در بازه زمانی مورد بررسی با مقدار ۰/۱۳ مربوط به سال زراعی ۸۵ و کمترین آن با مقدار ۰/۱۰ متعلق به سال زراعی ۹۵ می‌باشد. در تمامی سال‌های بازه زمانی مورد مطالعه، مقدار عددی تنوع بتای محصولات زراعی استان منفی بوده است و این موضوع بیانگر آن می‌باشد که با افزایش مساحت شهرستان‌های استان، غنای گونه‌ای نیز کاهش یافته است. با وجود این، نزولی بودن روند تغییرات تنوع بتای محصولات زراعی استان سیستان و بلوچستان نشان می‌دهد به تدریج از بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۵ که طی گذشت زمان شیب افزایش غنای گونه‌ای به ازای افزایش مساحت شهرستان (تنوع بتا) کاسته شده است. بررسی میزان شاخص‌های تنوع آلفا و بتا در اقلیم‌های مختلف استان نشان داد که شهرستان‌هایی که در اقلیم خشک و گرم و اقلیم خشک و خیلی گرم بیابانی قرار داشتند به ترتیب با ۴۷ و ۴۵ گونه بیشترین میزان تنوع آلفا را دارا بودند و شهرستان‌های واقع در اقلیم نیمه‌خشک معتدل گرم و اقلیم خشک و گرم بیابانی به

ترتیب با ۲۳ و ۲۱ گونه کمترین میزان این شاخص را شامل شدند (جدول ۶). به نظر می‌رسد که در این اقلیم به دلیل داشتن ویژگی‌های آب و هوایی، شرایط کشت و کار گونه‌های گیاهی بیشتری نسبت به دیگر اقلیم‌ها مهیا بوده و در عوض در اقلیم بیابانی گرم به دلیل داشتن شرایط آب و هوایی گرم و بارندگی بسیار کم، تنها گونه‌های گیاهی خاصی قادر به کشت و کارمی باشند. با بررسی میزان تنوع آلفا و بتا برای اقلیم‌های مختلف کشور نشان داده شد که اقلیم معتدل و مرطوب خزری بیشترین و اقلیم گرم و مرطوب جنوبی کمترین تنوع آلفا را دارا بوده و از طرف دیگر اقلیم گرم و خشک فلات مرکزی ایران و اقلیم معتدل و مرطوب خزری نیز به ترتیب بیشترین و کمترین تنوع بتا را دارند (شکل ۵).

نتیجه‌گیری کلی ایرانشهر در بین شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان یکی از مهم‌ترین شهرستان‌های تولیدکننده محصولات کشاورزی می‌باشد، شهرستان‌های ایرانشهر و خاش دارای بالاترین غنای گونه‌ای و شهرستان زاهدان دارای کمترین مقدار در اکثر سال‌های زراعی بودند. روند تغییرات شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر محصولات زراعی نسبت به محصولات کشاورزی استان در طی سال‌های ۸۵ تا ۹۵ افزایشی بود. شاخص تشابه سورنسون دارای مقادیر نسبتاً بالایی بود که این موضوع نشان از تشابه محصولات زراعی به ویژه برای گیاهان خانواده غلات و علوفه‌ای در اکثر شهرستان‌های استان بود. همچنین نتایج نشان داد که گیاهان تیره غلات و گیاهان علوفه‌ای در گروه محصولات زراعی بیشترین غالبیت را در بین شهرستان‌های مختلف استان سیستان و بلوچستان دارا بودند.

سپاسگزاری بدین وسیله از سازمان جهاد کشاورزی استان و معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایرانشهر به دلیل همکاری جهت تکمیل اطلاعات مورد نیاز و تأمین منابع مالی این پژوهش، قدردانی و تشکر می‌شود.

References

1. Altieri MA (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19–31.
2. Ardakani MR (2002) Ecology. Tehran University Press. Tehran. [in Persian]
3. Bajwa MA (1995) Wheat research and production in Pakistan. Proceedings of the International Symposium Wheats for More Tropical Environments, CIMMYT. Mexico City, Mexic.
4. Baurdry J (1999) Interaction between agriculture and ecological systems at landscape level. Agriculture, Ecosystems and Environment 27: 119-130.
5. Brookfield H, Padoch C (1994) Appreciating agrodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. Agriculture, Ecosystems and Environment 36: 7-45.
6. Brookfield H, Stocking M (1999) Agrodiversity: Definition, description and design. Global Environmental Change 9: 77 -80.
7. Brush SB (2004) Farmers' bounty: Locating crop diversity in the contemporary world. Yale University Press. New Haven.
8. Bure F, Baurdy J (1995) Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d' auge, France. Agriculture, Ecosystems and Environment 55: 193-200.
9. Center of Information Technology and Communication of Ministry of Jihad-e- Agricultre (CITCMAJ). 2013. Agricultural statistic database. Ministry of Jihad-e- Agriculture Pub(2). Available at Web site http://www.maj.ir (In Persian).
10. Conway GR (1987) The properties of agroecosystems. Journal of Agricultural Systems 24: 95 -117.

11. Didier Le C, Jacques B, Françoise B, Claudine T (2002) Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. Agriculture, Ecosystems and Environment 89: 23-40.
12. Engels JMM, Wood D (1999) Conservation of agrobiodiversity. In: Wood D, Lenne J, Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management. CAB International Publication: Wallingford.
13. Falco SD, Perrings C (2005) Crop biodiversity, risk management and the implications of agricultural assistance. Ecological Economics 55: 459-466.
14. FAO (1999) Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro-ecosystem Function. FAO, Rome Italy New Haven, CT, USA. Final project report, 348 pp.
15. Ghalegolab Behbahani A, Khoshbakht K, Davari A, Tabrizi L, Veisi H, Alipour A (2012) Assessing the effect of Socio-economic factors on Agrobiodiversity in homegardens of Jajrood and Jamabrood in Tehran province (Iran). Advances in Environmental Biology 6: 1708-1715.
16. Ghorbani R (2009) Ecology. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad. [in Persian]
17. Gliesssman SR (2007) Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems. CRC Press, Boca Raton.
18. Hilton-Taylor C (2000) IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland.
19. Khoshbakht K, Tabrizi L, Mahdavi Damghani A (2009) Contribution of local agricultural systems in conservation of plant genetic resources in central Alborz region/Iran. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 92: 153-162.
20. Koocheki A, Nassiri M, Kamali GA, Shahandeh H (2006) Potential impacts of climate change on agrometeorological indicators in Iran. Arid Land Research and Management 20: 245-259.
21. Koocheki A, Jahanbin G (2003) Research project of Iran biodiversity. Final project report, Agricultural Faculty of Ferdowsi University of Mashhad: Mashhad, Iran. [in Persian with English abstract]
22. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Najafi F (2004a) The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 208-216. [in Persian with English abstract]
23. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Asgharipoor M, Khodashenas A (2004b) Biodiversity of fruits and vegetables in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 79-87. [in Persian with English abstract]
24. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Hassanzade F, Mansoori H, Amiri SR, Zarghani H, Karimian M (2013) Assessing vegetable biodiversity in Iranian Agro-ecosystems. Journal of Applied Ecology 2: 1-11. [in Persian with English abstract]
25. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Jahanbin GH, Zarae A (2004c) Diversity of crop cultivars in Iran. Desert Journal 9: 49-67. [in Persian with English abstract]
26. Koocheki A, Nassiri Mahallati, M, Moradi R, Alizadeh Y (2011) Meta analysis of agrobiodiversity in Iran. Journal of Agroecology 1: 1-16. [in Persian with English abstract]
27. Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Zare Feiz Abadi A, Jahanbin G (2004d) Diversity of cropping systems in Iran. Animal sciences journal (Pajouhesh and Sazandegi) 63: 70-83. [in Persian with English abstract]
28. Koocheki A, Nassiri M, Glissman S, Zare Feiz Abadi A (2008) Agrobiodiversity of field crops: a case study for Iran. Journal of Sustainable Agriculture 32: 95-122. [in Persian with English abstract]
29. Koocheki A, Nassiri M., Kamali GA, Shahandeh H (2006) Potential impacts of climate change onagrometeorological indicators in Iran. Arid Land Research and Management 20: 245-259.
30. Magurran AE (1988) Ecological diversity and its measurement. Croom Helm Publisher: London.
31. Meng EC, Smale M, Rozelle S, Ruifa H, Nad H, Hnag J (1999) The cost of wheat diversity in China. Proceedings of the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, August 8-11, 1999, Nashville, Tennessee.
32. Moonen AC, Barberi P (2008) Functional biodiversity: An agroecosystem approach. Agriculture, Ecosystems and Environment 127: 7-21
33. Mozumder P, Berrens RP (2007) Inorganic fertilizer use and biodiversity risk: An empirical investigation. Ecological Economics 62:538-543.
34. Nabhan GP (1989) Enduring Seeds: Native American Agriculture and Wild Plant Conservation. North Point Press: San Francisco.
35. Naeem S, Li S (1995) Biodiversity enhances ecosystem reliability. Nature 390: 505-509.

36. Nassiri Mahallati M, Koocheki A, Rezvani Moghadam P, Beheshti A (2001) Agroecology. Ferdowsi University Press: Mashhad, Iran. [in Persian]
37. Nassiri Mahallati M, Koocheki A, Mazaheri D (2005) Diversity of crop species in Iran. Desert Journal 10:33-50. [in Persian with English abstract]
38. Oldfield ML, Alcorn JB (1987) Conservation of traditional agroecosystems. Journal of Bioscience 37: 199-208.
39. Piha M, Tiainen J, Holopainen J, Vepsalainen V (2007) Effects of land-use and landscape characteristics on avian diversity and abundance in a boreal agricultural landscape with organic and conventional farms. Biological Conservation 140: 50-61.
40. Salighe M, Bareimanei F, Esmaeilnegad M (2008) Climatical regionalization on Sistan and Balouchestan Province. Geography and development 6(12): 101-106
41. Saxena KG, Maikhuri RK, Rao KS (2005) Change in agricultural biodiversity: implications for sustainable livelihood in the Himalaya. Journal of Mountain Science 2: 23-31.
42. Shannon CE (1948) A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal 27: 379-423.
43. Sharma P, Mishra NK (2009) Ethno-medicinal uses and agrobiodiversity of Barmana region in Bilaspur district of himachal pradesh, northwestern Himalaya. Ethnobotanical Leaflets 13: 709-21.
44. Simpson EG (1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688.
45. Stocking M (2001) Agrobiodiversity: A positive means of addressing land degradation and sustainable rural livelihoods. In: Conacher, A. J. (ed.), Land Degradation. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
46. Tengberg AJ, Jones E, Kiome R, Stocking M (1998) Appling the concept of agrodiversity to indigenous soil and water conservation practices in eastern Kenya. Agriculture, Ecosystems and Environment 70: 259-272.
47. Thrupp LA (2004) The importance of biodiversity in agroecosystems. Journal of Crop Improvement 12: 315-337.
48. Tscharntke T, Clough Y, Wanger T, Jackson L (2012) Global food security, biodiversity conservation and future of agricultural intensification. Biological Conservation 151: 53-59.
49. Turner RK, Paavola J, Cooper P, Farber S, Jessamy V, Georgiou S (2003) Valuing nature: Lessons learned and future research directions. Ecological Economics 46: 493-510.
50. Young-Mathews A, Cullman SW, Sanchez-Moreno S, Ogeen AT, Ferris H, Hollander AD, Jackson LE (2010) Plant-soil biodiversity relationships and nutrient retention in agricultural riparian zones of the Sacramento Valley, California. Agroforestry Systems 80: 41-60.
51. Zimmerer KS (1991) Managing diversity in potato and maize fields of the Peruvian Andes. Ethnobiological 11: 23-49.
52. Whittaker H (1972) Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21(2/3): 213-25.

Biodiversity of agronomical crops in Sistan and Balouchestan Province, Iran

Agroecology Journal

Vol. 14 No. 2 (31-50)
(summer, 2018)

Seyyed Mahdi Javadzadeh✉, Mansoor Saljooghianpour

Agronomy and Plant Breeding Department, Iranshahr Branch, Islamic Azad University, Iranshahr, Iran
✉ s.m.javadzadeh@gmail.com **(corresponding author)**

Received: 01 January 2018 **Accepted:** 24 August 2018

Abstract This research was conducted to assess the biodiversity of crops, cropping area, species richness, and biodiversity indices in Sistan & Balouchestan province, Iran. Agronomic crops are classified into eight groups including cereals, legumes, forage plants, oilseeds, patch products, vegetables, industrial plants, medicinal herbs and spices. A great biodiversity of agronomic crops were found in different cities of the province. In the studied areas, enrichment of species in Iranshahr, Khash and Chabahar was 30, 25, and 17 respectively; also the value of Shannon-Wiener index and species uniformity were 1.22 and 0.32, respectively for the whole province. The Shannon-Wiener biodiversity index for medicinal herbs and forage plants were 1.90 and 0.39, respectively. The uniformity index of crops of Iranshahr was 0.11 and Chabahar was 0.1. Therefore, Sistan & Balouchestan Province was relatively well-positioned in terms of the diversity of crop species. However, relatively small planting in the cities was relatively low. Due to the climate characteristics of this province, it is possible to cultivate various forage and industrial species.

Keywords

- agrobiodiversity
- Evenness Index
- Richness Index
- Shannon Index
- Sorenson Index

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.543355