نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۰۸-۱۹۹

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 199-208

ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی با استفاده از محاسبه شاخص غنای گونه‌ای به روش رقیق‌سازی (مطالعه موردی: شهرستان شهر ری واقع در جنوب استان تهران)

آرش قلعه‌گلاب بهبهانی[1*]، مهدی نصیری محلاتی[2]، رضا کشاورز افشار[3]، علی علی‌پور جهانگیری[4]، علیرضا پازکی[5]، حسام صفا[6] و محمد کریمی‌نژاد[7]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۱۶

چکیده

تنوع زیستی، به همه اشکال زنده حیوانات، گیاهان و میکروارگانیسم‌ها اطلاق می‌شود. تنوع زیستی کشاورزی جزئی از تنوع بوده و بیانگر تنوع زیستی در زمین‌های زراعی می‌باشد. در این پژوهش وضعیت تنوع زیستی کشاورزی کشت‌بوم‌های شهرستان شهر ری واقع در جنوب تهران از طریق محاسبه شاخص غنای گونه‌ای با استفاده از روش رقیق‌سازی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور انجام این مطالعه هشت روستا (درسون‌آباد، قیصرآباد، عظیم‌آباد، ده‌خیر، طالب‌آباد، قمی‌آباد، ابراهیم‌آباد و خانلق) در سه بخش (کهریزک، قلعه‌نو و فشافویه)، واقع در شهرستان شهر ری از توابع استان تهران به عنوان نمونه انتخاب شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که سه روستای واقع در بخش قلعه‌نو از توابع شهرستان شهری، یعنی روستای ده‌خیر، قمی‌آباد و طالب‌آباد با داشتن شاخص غنای گونه‌ای، به ترتیب برابر با ۱۴/۸۵، ۱۴/۶۸ و ۱۳/۱۱ دارای بیشترین سطح تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشند و عظیم‌آباد در بخش کهریزک و روستای خانلق در بخش فشافویه از این شهرستان به ترتیب با ۱۲/۰۶ و ۱۲/۲۵ دارای کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای می‌باشند. با استفاده از برآورد شاخص غنای گونه‌ای به روش رقیق‌سازی مشخص شد روستاهای طالب‌آباد و قمی‌آباد که به علت کمی مساحت زمین‌های زراعی در نمونه‌های مورد مطالعه، دارای کمترین تعداد گونه در نظام‌های زراعی بودند، از بالاترین مقادیر شاخص غنای گونه‌ای هم‌وزن شده در بین روستاها، برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: بوم‌نظام زراعی، پایش، مدیریت پایدار، نمونه‌برداری

مقدمه

واژه تنوع زیستی اولین بار در سال ۱۹۸۵ میلادی توسط روزن مطرح شد (Wilson & Peter, 1988). لانگ و همکاران (Long et al., 2000) و هارپر (Harper, 2002) در تعریفی از تنوع زیستی، اظهار داشتند که تنوع زیستی، به همه اشکال زنده حیوانات، گیاهان و میکروارگانیسم‌ها اطلاق می‌شود، به عبارت دیگر، تنوع زیستی به تمام موجودات زنده و روابط متقابل بین آنها اشاره دارد.

در تعریف دیگر، تنوع زیستی به گستره‌ای از تنوع ژنتیکی، تنوع گونه‌ای و تنوع بوم‌نظام‌ها اطلاق می‌شود (Duelli, 1997). تنوع زیستی کشاورزی جزئی از تنوع بوده و بیانگر تنوع زیستی در زمین‌های زراعی می‌باشد (Brookfield & Stocking, 1999)، سازمان خوار و بار جهانی کشاورزی (FAO, 1999) تنوع زیستی کشاورزی را به عنوان «تنوع و تنوع‌پذیری جانوران و گیاهان اعم از اهلی یا وحشی و میکروارگانیسم‌های خاک که جهت تولید غذا و فعالیت‌های کشاورزی حائز اهمیت هستند» تعریف کرده است. این

۱- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشجوی دکتری اکولوژی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- کارشناس ارشد اگرواکولوژی
۵- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران
۶- دانشجوی دکتری ریاضی محض، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد
۷- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر ری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: Arash.ghalegolab@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

تنوع حاصل اثرات متقابل بین محیط، منابع ژنتیکی و سیستم‌های مدیریتی است که به وسیله کشاورزان به‌کار می‌رود. بر اساس برآوردهای موجود حدود ۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار گونه گیاهی در سطح جهان وجود دارد که از این تعداد تنها حدود ۱۵۰۰ گونه در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در حال حاضر ۱۲۰ گونه مهم گیاهی و سه گونه مهم زراعی دنیا یعنی گندم، برنج، ذرت بیش از نیمی از انرژی غذایی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند (FAO, 1998).

حفظ و افزایش تنوع زیستی در بوم‌نظام های زراعی می‌تواند توازنی بین تولید مواد غذایی و دیگر خدمات این بوم نظام‌ها ایجاد نماید (Jackson et al., 2007). درحقیقت تمامی بوم نظام‌ها وجوامع انسانی به محیط طبیعی، بارور، سالم و در برگیرنده گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری وابسته هستند و بقاء بوم‌نظام‌های طبیعی بدون تنوع امکان‌پذیر نیست (Pimentel et al., 1997).

امروزه کاهش تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های مختلف در سراسر جهان به عنوان چالشی بزرگ مطرح شده است (Tilman & Lehman, 2000; Faith, 2005; Thomas et al., 2004). در حال حاضر، بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری در سطح جهان در خطر انقرض قرار دارند و تخریب زیستگاه‌های طبیعی به دلیل فعالیت‌های مختلف انسان مهمترین عامل ایجاد این امر است (Hilton-Taylor, 2000). توجه روزافزون به بحث حفاظت از تنوع زیستی در میان دولت‌ها و سیستم‌های مدیریتی حفظ منابع طبیعی، نیازمند گسترش و رشد گزارش‌ها از وضعیت تنوع زیستی در مناطق مختلف می‌باشد (Smyth et al., 2004). بنابراین به وضوح روشن است که برای ارائه گزارش درباره وضعیت تنوع زیستی این مناطق، باید از یک شاخص مناسب و استاندارد استفاده شود (Clarke et al., 2011). این شاخص باید امکان پایش و برآورد تغییرات زمانی مقادیر وزنی تنوع زیستی را جهت حفاظت و همچنین یافتن الگوهای مدیریت پایدار در اختیار قرار دهد. مسئله مهم در حفاظت از گونه‌های گیاهی در سطح ملی وجود یک نظام پایش مناسب و مقایسات مداوم در ابعاد زمانی و مکانی است که در این میان دو مشکل اساسی همواره پیش روی محققان قرار داشته است. تنوع زیستی برآورد شده جهت مقایسه دو منطقه باید استاندارد شده باشد، زیرا این مناطق 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.

یک برنامه موفق پایش باید از روش‌های آماری پیشرفته در به‌دست آوردن تغییرات و دستکاری‌های انجام شده در منطقه در طول زمان استفاده کند (Noss, 1990; Debinski & Humphrey, 1997; Yoccoz et al., 2001; Nichols & Williams, 2006; Lovet et al., 2007). شاخص غنای گونه‌ای یکی از چند شاخص مورد استفاده در کمی‌سازی تنوع زیستی می‌باشد که بدین منظور استفاده می‌گردد (Sarkar, 2002). این شاخص ساده‌ترین شاخص تنوع می‌باشد که برابر با تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه است (Lamb, 2009). یکی از ایراداتی که به این شاخص گرفته می‌شود، این است که شاخص غنای گونه‌ای تنها می‌تواند تعداد گونه‌های موجود در یک منطقه را گزارش کند، این درحالی است که ممکن است با غالب شدن جمعیت یک گونه خاص و یا کاهش جمعیت گونه‌های دیگر، برخی از این گونه‌ها در معرض خطر انقراض قرار گرفته باشند، درحالی‌که این شاخص به تنهایی نمی‌تواند مقدار این تهدید را نشان دهد (Magurran, 2004; Margalef, 1958).

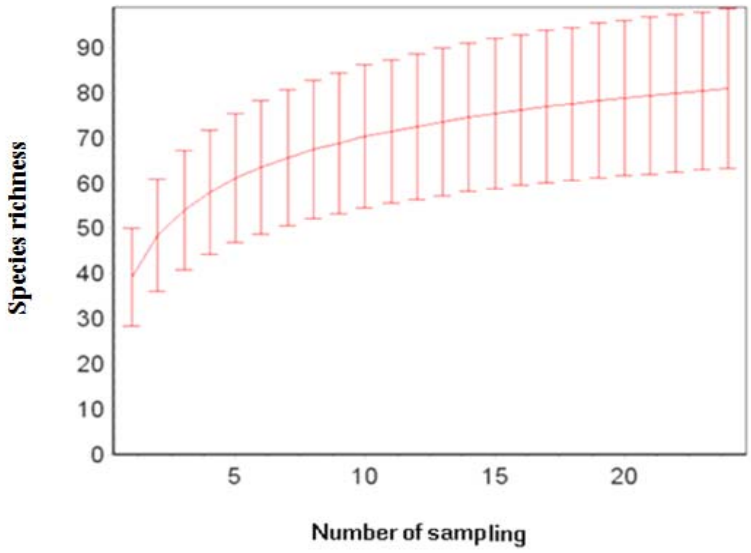
برای برآورد میزان غنای گونه‌ای یک بوم‌نظام، لازم است که از سطح بوم‌نظام موجود، نمونه‌برداری شود. نکته مهم این است که چگونه می‌توان تعداد گونه‌های موجود در یک بوم‌نظام را از روی تعداد گونه‌های موجود در نمونه‌های گرفته شده محاسبه نمود.

محققین روش‌های متعددی را که همگی مبتنی بر احتمالات بوده‌اند، برای برآورد تنوع زیستی بر اساس حضور یا عدم حضور گونه‌ها در کرت‌های نمونه‌برداری شده، طراحی و معرفی کرده‌اند (Simberloff 1978; Hurlber, 1971; Palmer 1990;). روش‌های متفاوتی برای بسط شاخص غنای گونه‌ای از سطوح پایین‌تر (نمونه) به سطوح بالاتر (بوم‌نظام) وجود دارد. یکی از مهمترین این روش‌ها، روش رقیق‌سازی[1] می‌باشد که اساس کار آن تفاوت در فراوانی گونه‌های موجود در نمونه‌ها با تغییر در اندازه نمونه‌گیری است. این روش توسط ساندرز در سال ۱۹۶۸ میلادی پیشنهاد شده است (Hurlbert, 1971). در واقع رقیق‌سازی یک روش آماری برای برآورد تعداد گونه‌های موجود در یک بوم‌نظام بر اساس تعداد افراد[2] موجود در نمونه‌هاست. این روش مقدار غنای گونه‌ای موجود در تعداد یا حجم مختلف نمونه‌برداری را تخمین می‌زند. البته استفاده از این روش زمانی صادق است که واحد استفاده شده برای جامعه نمونه‌ها، یکسان باشد (به عنوان مثال، تمام نمونه‌ها بر اساس تعداد افراد موجود در جامعه باشند یا تماماً بر اساس سطح زیر کشت (هکتار) در بوم‌نظام‌های زراعی مورد ارزیابی قرار گیرند).

1- Rarefaction method
2- Individuals number

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- روند تغییرات غنای گونه‌ای در پاسخ به تغییر در تعداد و یا حجم نمونه (Colwell et al., 2004)

Fig. 1- Conversion trend of species richness in response to changing the size or number of sampling (Colwell et al., 2004)

اساس این محاسبات بر این فرض بنا نهاده شده است که با افزایش تعداد نمونه‌ها یا افزایش حجم نمونه، تعداد گونه‌های موجود افزایش می‌یابد تا به بالاترین حد خود برسد و از این حد بالاتر با افزایش تعداد یا حجم نمونه افزایشی در تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای) مشاهده نمی‌شود (Colwell et al., 2004) (شکل ۱).

در حقیقت، این روش امکان مقایسه غنای گونه‌ای دو منطقه که از طریق نمونه‌گیری به دست آمده است را برای محقق فراهم می‌سازد. الگوریتم رقیق‌سازی به روشی که ساندرز ارائه کرد، دارای ایراداتی بود که توسط هاربرت (Hurlbert, 1971) و سیمبرلاف (Simberloff, 1972) مرتفع گردید (معادله ۱).

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^{S}\left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}}\right]$$

معادله (۱)

در این معادله، $E(S_n)$: تعداد گونه مورد انتظار در بوم‌نظام مورد مطالعه، S: مجموع تعداد گونه‌های جمع‌آوری شده، N_i: تعداد افراد موجود در گونه iام، N: تعداد افراد موجود در تمام گونه‌ها در نمونه‌های جمع‌آوری شده و n: تعداد افراد موجود در هر نمونه (وزن نمونه‌ها) می‌باشد.

واریانس غنای گونه‌ای موجود در بوم نظام‌ها بر اساس مدل رقیق‌سازی نیز به روش زیر و با استفاده از معادله (۲) محاسبه شد (Heck et al., 1975):

$$var(\hat{S}_n) = \binom{N}{n}^{-1}\left[\sum_{i=1}^{S}\binom{N - N_i}{n}\left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}}\right] + 2\sum_{i=1}^{S-1}\sum_{j=i+1}^{S}\left[\binom{N - N_i - N_j}{n} - \frac{\binom{N - N_i}{n}\binom{N - N_j}{n}}{\binom{N}{n}}\right]\right]$$

معادله (۲)

که در این معادله، $Var(S_n)$: واریانس تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک نمونه تصادفی از یک جمعیت n نفره می‌باشد. در واقع بدین معنی که، اگر یک نمونه با تعداد افراد N موجود باشد، انتظار می‌رود چه تعداد گونه (n) در نمونه‌گیری دوم اضافه شده باشد (n کوچکتر از N می‌باشد). کاربرد اصلی و متداول روش رقیق‌سازی در اصل برای تخمین میزان غنای گونه‌ای مورد انتظار در حیوانات است (Abele & Walters, 1979; Achtazinger et al., 1992; Boucher & Lambshead, 1995; Caley & Achluter, 1997; Douglas & Lake, 1994; Gjerde & SaeTersdal, 1997).

هدف از انجام این پژوهش معرفی روش رقیق‌سازی است که در اصل روشی آماری و مبتنی بر احتمالات است (Thomas et al., 2004). در این پژوهش وضعیت تنوع زیستی کشاورزی شهرستان شهر ری واقع در جنوب تهران از طریق محاسبه شاخص غنای گونه‌ای با استفاده از روش رقیق‌سازی ارزیابی شد و هدف از آن معرفی روشی برای بر آورد غنای گونه‌ای استاندارد شده به منظور مقایسه مکانی تنوع زیستی نظام‌های زراعی کشور بود.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: به منظور انجام این مطالعه هشت روستا شامل درسون‌آباد، قیصرآباد، عظیم‌آباد، ده‌خیر، طالب‌آباد، قمی‌آباد، ابراهیم‌آباد و خانلق در سه بخش کهریزک، قلعه‌نو و فشافویه، واقع در شهرستان شهر ری از توابع استان تهران به عنوان نمونه انتخاب شدند. شهرستان شهر ری در جنوب مرکز استان یعنی شهر تهران واقع شده است و با داشتن تنوع فراوان در تولید محصولات زراعی، بخش مهمی از نیازهای کشاورزی ابرشهر تهران را به خصوص در تولید محصولاتی چون غلات، سبزیجات و صیفی‌جات، مرتفع می‌سازد.

روش جمع‌آوری اطلاعات و ارزیابی: پرسشنامه‌هایی به منظور ارزیابی تنوع زیستی نظام‌های زراعی و برآورد میزان غنای گونه‌ای به روش رقیق‌سازی طراحی و به کمک ۳۰ درصد از خانوارهای کشاورز ساکن در این هشت روستا، با حضور در این مناطق و از طریق مصاحبه مستقیم با آنها تکمیل شد. گونه‌های موجود در هر روستا و سطح زیر کشت آنها از پرسشنامه‌ها استخراج گردید و تعداد گونه‌ها در نمونه‌ها (مزارع کشاورزان) مورد شمارش قرار گرفت. برای برآورد غنای گونه‌ای بوم‌نظام‌های زراعی به روش رقیق‌سازی در روستاهای مورد مطالعه سطح زیر کشت هر گونه به طور مجزا و همچنین وزن نمونه‌ها (کل سطح زیر کشت محصولات زراعی برای کشاورزانی که در هر روستا مورد سؤال قرار گرفتند)، توسط نرم‌افزار Excel استخراج گردید. سپس این مقادیر به عنوان داده‌های خام اولیه، برای تخمین مقدار غنای گونه‌ای هر روستا و واریانس آن وارد نرم‌افزار اکولوژیکال متدولوژی[1] شد. سپس مدل مورد استفاده در رقیق‌سازی که پیش از این توضیح داده شد، فعال و مقدار این شاخص برای هر روستا بر اساس تعداد گونه‌ها و سطح زیرکشت آن‌ها در نمونه‌ها، هم‌وزن گردید تا بتوان با استفاده از شاخص غنای گونه‌ای هم‌وزن شده برای روستاهای مورد مطالعه، وضعیت تنوع زیستی کشاورزی را در نظام‌های زراعی، با هم مقایسه نمود. سپس برای اطمینان از خروجی‌های نرم‌افزار مذکور، محاسبات بار دیگر توسط نرم‌افزار GAP ver. 4.4.12 تکرار شد، بدین صورت که مدل مربوط به برآورد شاخص غنای گونه‌ای به روش رقیق‌سازی در این نرم‌افزار برازش داده شد و سپس با استفاده از داده‌های موجود، این مدل فعال گردید تا در نهایت، صحت محاسبات تأیید شد. لازم به ذکر است که چون در این محاسبات از سطح زیر کشت به عنوان تعداد افراد موجود در جمعیت‌ها استفاده گردید، رقم‌های اعشاری به اعداد بالاتر از خود گرد شده‌اند.

نتایج و بحث

اطلاعات استخراج شده از پرسشنامه‌ها که توسط کشاورزان روستاهای مورد بررسی تکمیل شده بودند، نشان داد که ۱۷ گونه زراعی در شهرستان شهر ری مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. این اطلاعات همچنین نشان داد که در هر روستا کدام گونه‌های زراعی پرورش داده می‌شوند. در جدول ۱ اطلاعات مربوط به نوع گونه‌ها، سطح زیر کشت (هکتار) و تعداد کل گونه‌های موجود در هر روستا ارائه شده است (لازم به ذکر است که اطلاعات موجود در جدول ۱ سطح زیر کشت محصولات مختلف زراعی برای ۳۰ درصد از کشاورزان هر روستا را نشان می‌دهد که به عنوان نمونه برای انجام محاسبات و مقایسات مورد استفاده قرار گرفته‌اند)، ولی این تعداد گونه راه درستی برای تشخیص میزان غنای گونه‌ای و مقایسه آن برای یک روستا با روستای دیگر نمی‌باشد، زیرا این روستاها دارای سطح زیر کشت متفاوتی برای محصولات زراعی می‌باشند و نمی‌توان به صرف وجود یک یا چند گونه بیشتر در یک روستا اعلام داشت که این روستا از غنای گونه‌ای بالاتری برخوردار است.

برای مقایسه تنوع زیستی کشاورزی در نظام‌های زراعی روستاهای مورد مطالعه، مقدار شاخص غنای گونه‌ای و واریانس آن با توجه به سطح زیر کشت محصولات مختلف به روش رقیق‌سازی برای هر روستا و با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۱ محاسبه گردید. در این محاسبات، سطح زیرکشت تمام محصولات زراعی در هشت روستای شهرستان شهر ری معادل N (تعداد کل افراد موجود در گونه‌های مختلف در نمونه‌ها) در نظر گرفته شد که این مقدار برابر ۱۵۹۸ هکتار برآورد شد. سطح زیر کشت هر یک از گونه‌ها در هر یک از روستاهای مورد بررسی معادل N_i (تعداد افراد موجود در هر گونه در نظر گرفته شد) و در نهایت، سطح زیر کشت در هر روستا برای کل گونه‌های مورد بررسی برابر با n (تعداد افراد موجود در هر نمونه یا حجم نمونه) از پرسشنامه‌ها استخراج گردید.

1- Ecological methodology

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- سطح زیر کشت (هکتار) و تعداد گونه‌های موجود در روستاهای مورد مطالعه

Table 1- Area of cultivated crops (ha) and number of species in villages

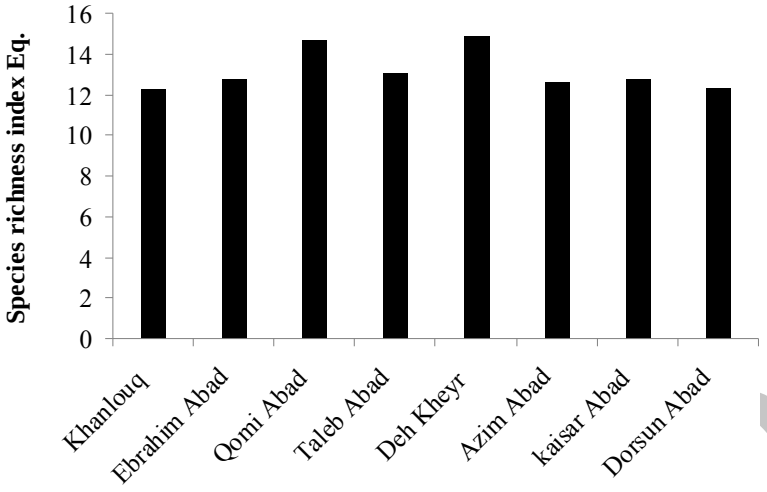
خانلق Khanlough	ابراهیم‌آباد Ibrahim Abad	قمی‌آباد Qomi Abad	طالب‌آباد Taleb Abad	ده‌خیر DehKheyr	عظیم‌آباد Azim Abad	قیصرآباد Kaisar Abad	درسون‌آباد Dorsun Abad	
52	75.5	135	86.5	132	59.5	70	66.5	گندم Wheat
24.5	26.5	113.5	62.5	109.5	25	19	33	ذرت Corn
30	24.5	38.5	24	50	18.5	33	38	جو Barley
12	18	8	8	24	28.5	---	5	یونجه Alfalfa
4	11	---	---	---	---	---	3	پنبه Cotton
3	3.5	---	---	---	---	---	4	سبزیجات Vegetables
---	---	4	2	---	---	1.5	4	گل کلم Cauliflower
---	---	---	---	---	---	---	1	سیب‌زمینی Potato
---	---	3	---	3.5	---	9	---	پیازچه Leek
---	---	---	---	---	---	6.5	---	شلغم Turnip
1	1.5	---	---	---	---	9	---	بامیه Okra
10	6	---	---	1	---	3	---	بادنجان Eggplant
2	---	---	---	8	2	14	---	کلم Cabbage
---	---	3	2	---	4.5	---	---	شبدر Clover
---	---	---	---	---	---	---	---	فلفل Pepper
6	14	---	---	---	---	---	---	کدو Squash
3.5	5.4	---	---	---	3	3	---	گوجه فرنگی Tomato
11	11	7	6	7	7	10	8	تعداد کل گونه‌ها Total number of species

این مقدار برای روستای درسون‌آباد ۱۵۵ هکتار، روستای قیصرآباد ۱۶۹ هکتار، روستای عظیم‌آباد ۱۴۳ هکتار، روستای ده‌خیر ۳۲۹ هکتار، روستای طالب‌آباد ۲۸۵ هکتار، روستای قمی‌آباد ۳۰۴ هکتار، روستای ابراهیم‌آباد ۱۷۳ هکتار و روستای خانلق ۱۴۸ هکتار برآورد گردید و بر اساس آن مقدار شاخص غنای گونه‌ای با روش رقیق‌سازی برابر با شکل ۲ برآورد گردید.

نتایج این پژوهش نشان داد که سه روستای واقع در بخش قلعه‌نو از توابع شهرستان شهرری، یعنی روستای ده‌خیر، قمی‌آباد و طالب‌آباد با داشتن شاخص غنای گونه‌ای، به ترتیب برابر با ۱۴/۸۵، ۱۴/۶۸ و ۱۳/۱۱ دارای بیشترین سطح تنوع زیستی در نظام‌های زراعی می‌باشند و عظیم‌آباد در بخش کهریزک و روستای خانلق در بخش فشافویه از این شهرستان به ترتیب با ۱۲/۰۶ و ۱۲/۲۵ دارای کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- شاخص غنای گونه‌ای، محاسبه شده به روش رقیق‌سازی
Fig. 2- Species richness index, computed by rarefaction method

با توجه به تعداد گونه‌های موجود در نظام‌های زراعی روستای خانلق و ابراهیم‌آباد، به نظر می‌رسد که این روستاها با داشتن ۱۱ گونه در نظام‌های زراعی در وضعیت مناسب‌تری از نظر تنوع زیستی کشاورزی قرار دارند، ولی با استفاده از شاخص غنای گونه‌ای به روش رقیق سازی مشخص گردید، نه تنها این برداشت صحیح نیست، بلکه روستای خانلق با داشتن تعداد گونه‌های بالاتر، دارای کمترین مقادیر این شاخص غنای گونه‌ای نیز می‌باشد. درعوض روستاهای طالب‌آباد و قمی‌آباد که دارای کمترین تعداد گونه در نظام‌های زراعی خود بودند، به علت کمی مساحت زمین‌های زراعی در نمونه‌های مورد مطالعه به عنوان حجم نمونه (n)، یکی از بالاترین مقادیر شاخص غنای گونه‌ای را دارا بودند.

مقدار واریانس شاخص غنای گونه‌ای، همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، حاکی از آن است که هر اندازه سطح زیر کشت مورد مطالعه روستاها (حجم نمونه: n) کمتر باشد، مقدار واریانس غنای گونه‌ای عدد بالاتری را نشان می‌دهد. این امر بدین معنی است که با افزایش حجم نمونه‌برداری از یک روستا (n) انتظار می‌رود که شاخص غنای گونه‌ای دقیق‌تری بدست آید.

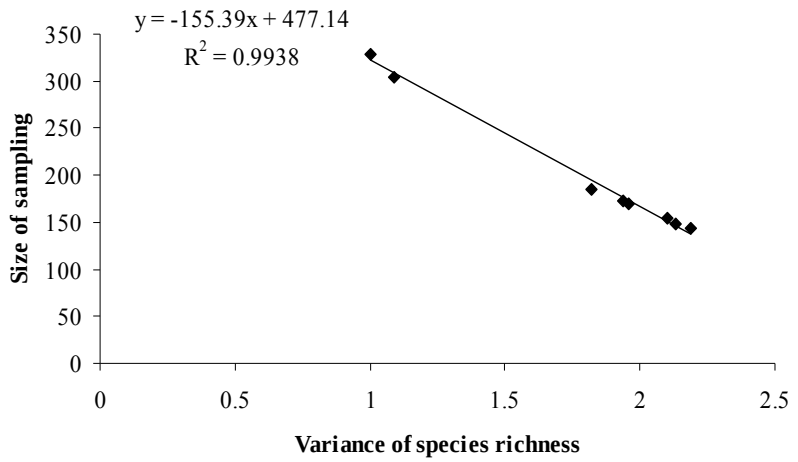
همانطور که مشاهده می‌شود، روستای ده‌خیر با داشتن ۳۲۹ هکتار دارای کمترین مقدار واریانس غنای گونه‌ای می‌باشد، این بدین معنی است که با افزایش حجم نمونه‌برداری انتظار می‌رود که تغییرات کمتری در مقدار شاخص غنای گونه‌ای صورت پذیرد. در حالیکه روستاهای عظیم‌آباد، خانلق و درسون‌آباد با داشتن کمترین مقادیر حجم نمونه‌برداری، به ترتیب بیشترین مقدار واریانس غنای گونه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۲- واریانس شاخص غنای گونه‌ای و حجم نمونه‌برداری (هکتار) در روستاهای مورد مطالعه
Table 2- Variance of richness index and size (ha) of sampling in villages

نام روستا Name of villages	درسون‌آباد Dorsun Abad	قیصرآباد Kaisar Abad	عظیم‌آباد Azim Abad	ده‌خیر DehKheyr	طالب‌آباد Taleb Abad	قمی‌آباد Qomi Abad	ابراهیم‌آباد Ibrahim Abad	خانلق Khanlough
واریانس غنای گونه‌ای Variance of species richness	2.1	1.96	2.19	1.00	1.82	1.09	1.94	2.13
حجم نمونه‌برداری Size of sampling	155	169	143	329	185	304	173	148

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- معادله رگرسیونی و ضریب تبیین تغییرات واریانس غنای گونه‌ای با تغییر در حجم نمونه‌برداری

Fig. 3- Regression equation and determination coefficient of species richness variance with changing the size of samplings

در واقع با افزایش حجم نمونه‌برداری در این روستاها، انتظار می‌رود که مقادیر افزایش در شاخص غنای گونه‌ای بیشتر از روستاهایی باشد که حجم نمونه‌برداری در آنها بالا است و این خود نشان می‌دهد با افزایش مساحت زمین‌های زراعی مورد مطالعه در هر روستا، مقادیر دقیق‌تری از این شاخص تنوع زیستی بدست خواهد آمد و با افزایش حجم نمونه‌برداری دقت محاسبات شاخص تنوع زیستی افزایش می‌یابد. در شکل ۳ میزان تغییرات واریانس غنای گونه‌ای به عنوان متغیر وابسته با تغییر در حجم نمونه‌برداری به عنوان متغیر مستقل (به عنوان راهی برای افزایش دقت مطالعه) و همچنین مقدار ضریب تبیین و معادله رگرسیونی آن نمایش داده شده است که نشان می‌دهد ۹۹ درصد تغییرات در واریانس و دقت نمونه‌برداری به علت تغییر در حجم نمونه‌برداری می‌باشد ($r^2 = 0.99$).

با مروری بر مطالعات انجام‌شده در زمینه تنوع زیستی، اطلاعاتی بدست نیاوردیم که پیش از این، برای برآورد غنای گونه‌ای در نظام‌های زراعی از روش رقیق‌سازی استفاده شده باشد. روش رقیق-سازی پیش از این در بررسی تنوع زیستی حیات وحش و جمعیت گونه‌های جانداران در اراضی طبیعی مورد استفاده قرار می‌گرفته و اساس کاربرد این روش در تحقیقات بر این اصل پایه‌ریزی شده است که حجم نمونه‌برداری‌ها از جوامع مختلف با هم متفاوت است و جهت هم‌وزن کردن مقادیر تنوع و غنای گونه‌ای بدست آمده، از این روش استفاده می‌گردد تا در نهایت امکان مقایسه دو جامعه فراهم شود.

بوم‌نظام‌های زراعی نوعی نظام اکولوژیکی هستند که کارکرد آنها در جهت تولیدات کشاورزی سازمان‌دهی شده است (Koocheki et al., 2008). بر این اساس تنوع زیستی کشاورزی بر اساس تعریف پدوچ و بروکفیلد (Padoch & Brookfield, 1994) عبارتست از روش‌های مختلفی که زارعین توسط آن، از تنوع طبیعی محیط جهت تولید محصولات زراعی استفاده می‌نمایند که یکی از اجزاء آن انتخاب گیاهان زراعی می‌باشد. آلتیری (Altieri, 1999) با مطالعه نقش اکولوژیکی تنوع در بوم‌نظام‌های زراعی اظهار داشت که اهمیت این تنوع فراتر از تولید مواد غذایی بوده و اثرات مثبتی نظیر گردش مواد غذایی، کنترل آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز را در بردارد. با توجه به اهمیت ذکر شده، تنوع زیستی در نظام‌های زراعی و برآورد کمی آن امری ضروری به نظر می‌رسد و علت آن تحت پایش قرار دادن تغییرات تنوع می‌باشد تا بر اساس این تغییرات در بعد زمان و مکان بتوان علل کاهش تنوع را درک کرده و با سیاست‌گذاری‌های مناسب بتوان از این امر جلوگیری نمود. یکی از شاخص‌های کمی‌سازی تنوع زیستی کشاورزی شاخص غنای گونه‌ای می‌باشد که به عنوان ساده‌ترین روش ارزیابی تنوع با شمارش تعداد گونه‌های موجود در نظام‌های زراعی برآورد می‌گردد، ولی با توجه به سطح زیرکشت متفاوت در مناطق مختلف، به نظر می‌رسد که مقایسه این مناطق با استفاده از این شاخص امر صحیحی نباشد و برای انجام این مقایسات نیاز باشد، این شاخص برای مناطق مختلف، با توجه به سطح زیر کشت‌های متفاوت، هم‌وزن گردد که در این مطالعه با استفاده از روش رقیق‌سازی که روشی است مبتنی بر احتمالات، این عمل انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

لازم به ذکر است دیگر شاخص‌های تنوع زیستی همچون شاخص‌های پرکاربرد شانون–وینر و غالبیت سیمپسون نیز، ابتدا برای بوم‌نظام‌های طبیعی طراحی شدند و مورد استفاده قرار گرفتند، ولی به مرور زمان و افزایش مطالعات تنوع زیستی در نظام‌های مختلف کشاورزی همچون نظام‌های زراعی و باغی، کاربرد این شاخص‌ها به صورت تدریجی در این نوع مطالعات رواج یافت. در بررسی‌هایی که در بوم‌نظام‌های طبیعی صورت می‌پذیرد، برای برآورد شاخص‌های تنوع زیستی، از تعداد افراد و تک بوته‌ها در محاسبات استفاده می‌گردد، ولی زمانی که قرار است همین شاخص‌ها در نظام‌های زراعی محاسبه شوند، برای سهولت در ارزیابی از سطح زیر کشت به عنوان جایگزین جمعیت گونه‌های مختلف استفاده می‌شود. به همین دلیل در مطالعه حاضر نیز در برآورد شاخص غنای گونه‌ای و برای هم‌وزن‌سازی آن به روش رقیق‌سازی، از مساحت زیر کشت بر حسب هکتار استفاده شد. لازم به ذکر است که مقدار هم‌وزن شده شاخص غنای گونه‌ای در روستاها به معنی تعداد گونه موجود در آن روستاها نیست، بلکه در واقع جواب‌گوی این سؤال است که اگر سطح زیر کشت تمام روستاهای مورد مطالعه (به عنوان حجم نمونه‌برداری) با هم برابر بود، کدام روستا مقدار بالاتری گونه را در خود جای می‌داد؟ مقادیر هم‌وزن شده برای شاخص غنای گونه‌ای موجود در روستاهای مختلف بر اساس تغییرات سطح زیر کشت برای هر روستا تغییر می‌کند. همچنین ۹۹ درصد تغییرات واریانس غنای گونه‌ای بدست آمده در روش رقیق‌سازی ناشی از تغییر در حجم نمونه‌برداری می‌باشد که نشان از اهمیت آن در برآورد مقدار تنوع زیستی کشاورزی هم‌وزن شده دارد. بنا بر تعریف ترکیباتی $\binom{N}{n}$ در آنالیز ریاضی، کسر $\frac{\binom{N-Ni}{n}}{\binom{N}{n}}$، همواره کمتر از ۱ می‌باشد. با توجه به مقادیر N و N_i ($1 \leq i \leq 17$) و جایگشتشان در کسر اخیر، می‌توان نتیجه گرفت که $E_{sn} = \sum_{i=1}^{17}\left(1 - \frac{\binom{N-Ni}{n}}{\binom{N}{n}}\right)$ به عنوان تابعی از n، همواره صعودی است، یعنی با افزایش مقدار n حاصل جمع فوق افزایش یافته و این با نتایج عددی حاصل از محاسبات نرم‌افزار GAP نیز سازگار است.

مقدار شاخص غنای گونه‌ای به دست آمده به روش رقیق‌سازی از روستاهای شهرستان شهر ری در این مطالعه جهت ارائه گزارشی برای مقایسه وضعیت تنوع زیستی کشاورزی در نظام‌های زراعی هشت روستای موجود در سه بخش مختلف از این شهرستان مناسب می‌باشد، ولی این مقدار هم‌وزن شده قابل مقایسه با مقدار غنای گونه‌ای موجود در سطوح بزرگ‌تری همچون استان تهران و سطح کشور نیست. در مطالعه‌ای که توسط کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) در ۲۷ استان کشور صورت پذیرفت، مقدار غنای گونه‌ای ۱۹ برای نظام‌های زراعی و باغی استان تهران و مرکزی گزارش شد، که البته این مقدار برای استان‌های مختلف بدون استفاده از روش رقیق‌سازی برآورد شده بود. با توجه به مطالب ارائه شده در این مقاله، هدف از انجام این مطالعه در درجه اول معرفی روش رقیق‌سازی برای انجام مطالعات تنوع زیستی در نظام‌های کشاورزی بود تا با استفاده از این روش خطاهای موجود در این قبیل از مطالعات کاهش یابد.

منابع

Abele, L.G., and Walters, K. 1979. Marine benthic diversity: A critique and alternative explanations. Journal of Biogeography 6: 115-126.

Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19-31.

Boucher, G., and Lambshead, P.J.D. 1995. Ecological biodiversity of marine nematodes in samples from temperate tropical and deep-sea regions. Conservation Biology 9: 1594-1604.

Brookfield, H., and Padoch, C. 1994. Appreciating agrobiodiversity: A look at the dynamism and diversity of indigenious farming practices. Environment 36: 7-45.

Brookfield, H., and Stocking, M.1999.Agrobiodiversity: definition, description and design. Journal of Global Environmental Change 9: 77-80.

Caley, M.J., and Schluter, D. 1997. The relationship between local and regional diversity. Ecology 78: 70-80.

Clarke, K., Lewis, M., and Ostendorf, B. 2011. Additive partitioning of rarefaction curves: removing the influence of sampling on species-diversity in vegetation surveys. Ecological Indicators 11: 132-139.

Archive of SID

www.SID.ir

Colwell, R.K. Chang, X.M., and Chang, J.2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 98: 2717-2727.

Debinski, D.M., and Humphrey, P.S. 1997. An integrated approach to biological diversity assessment. Natural Areas Journal 17: 355-365.

Douglas, M., and Lake, P.S. 1994. Species richness of stream stones: An investigation of the mechanisms generating the species-area relationship. Oikos 69: 387-396.

Duelli, P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscape: an approach at two different scales. Agriculture, Ecosystems and Environment 62: 81-91.

Faith, D.P. 2005. Global biodiversity assessment: integrating global and local values and human dimensions. Global Environmental Change 15: 5–8.

FAO. 1998. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

FAO. 1999. Report: Sustaining Agricultural Biodiversity and Agro-ecosystem Functions. FAO Italy.

Gjerde, I., and Saetersdal, M. 1997. Effects on avian diversity of introducing spruce *Picea* spp. plantations in the native pine *Pinus sylvestris* forests of western Norway. Conservation Biology 79: 241-250.

Harper, J. 2002. Endangered Species: Health, Illness and Death among Madagascar's people of the forest. Carolina Academic Press, Durham, NC.

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

Hilton-Taylor, C. 2000. 2000 IUCN red list of Threatened species, IUCN, Gland, Switzerland.

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

Jackson, L.E., Pascual, U., and Hodgkin, T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in Agricultural Landscapes. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment 121: 196-210.

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Gliesman, S.R., and Zarea, A. 2008. Agrobiodiversity of field crops: A case study for Iran. Journal of Sustainable Agriculture 32(1): 95-122.

Lamb, E.G., Bayne, E., Holloway, G., Schieck, J., Boutin, S., Herbers, J., and Haughland, D.L. 2009. Indices for monitoring biodiversity change: Are some more effective than others? Ecological Indicators 9: 432-444.

Long, J., Cromwell, E., and Gold, K. 2000. On- farm management of crop diversity: an introductory bibliography. The Schumacher center for technology and development. http://www.oneworld.org/odi/

Lovett, G.M., Burns, D.A., Driscoll, C.T., Jenkins, J.C., Mitchell, M.J., Rustad, L., Shanley, J.B., Likens, G.E., and Haeuber, R. 2007. Who needs environmental monitoring? Frontiers in Ecology and the Environment 5: 253–260.

Magurran, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford.

Margalef, R.D. 1958. Information theory in ecology. General Systems 1: 36–71.

Nichols, J.D., and Williams, B.K. 2006. Monitoring for conservation. Trends in Ecology and Evolution 21: 668–673.

Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355–364.

Palmer, M.W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. Ecology 71: 1195-119.

Pimentel, D., Wilson, C., Maccullum, C., Huang, R., Dwen, P., Flack, J., Tran, Q., Saltman, T., and Cliff, B. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. Journal of Bioscience 47: 747-757.

Sarkar, S. 2002. Defining "biodiversity"; assessing biodiversity. The Monist 85: 131-155.

Simberloff, D.S. 1978. Use of rarefaction and related methods in ecology. In: Dickson, K.L., Cairns Jr.J., and Livingston, R.J. (Eds.), Biological data in water pollution assessment: quantitative and statistical analysis. American Society for Testing and Materials (ASTM) Philadelphia, STP 652, p. 150-165.

Smyth, A.K., Chewings, V.H., Bastin, G.N., 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.

Soetaert, K., and Heip, C. 1990. Sample- size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high- diversity deep- sea environment. Marine Ecology Progress Series 59: 305-307.

Thomas, J.A., Telfer, M.G., Roy, D.B., and Preston, C.D. Greenwood, J.J.D., Asher, J., Fox, R., Clarke, R.T., and Lawton, J.H. 2004. Comparative losses of British butterflies, birds and plants and the global extinction crisis. Science

Archive of SID

www.SID.ir

303: 1879–1881.

Tilman, D., and Lehman, C. 2001. Human-caused environmental change: impacts on plant diversity and evolution. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 98: 5433–5440.

Wilson, E.O., and Peter, F.M. 1998. Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C.

Yoccoz, N.G., Nichols, J.D., and Boulinier, T. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. Trends in Ecology and Evolution 16: 446–453.

Archive of SID

www.SID.ir