

پهنه‌بندی استان اصفهان از لحاظ تنوع زیستی گیاهان زراعی طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱

مرتضی گلدانی، محمد بنایان و محمدرضا نادری*

مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۷

چکیده

تنوع زیستی کشاورزی از عوامل کلیدی تعیین‌کننده پایداری اکوسیستم‌های زراعی محسوب می‌شود. حفظ تنوع زیستی و مدیریت کارآمد آن نقش مهمی در دستیابی به معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پایداری اکوسیستم‌های زراعی دارد. از این‌رو لازم است با بررسی دقیق روند تغییرات تنوع در چشم‌اندازهای کشاورزی، ضمن حفظ آن، در جهت مدیریت صحیح تنوع با توجه به ویژگی‌های منطقه‌ای نیز اقدامات مؤثری انجام شود. در این راستا، این مطالعه با هدف ارزیابی و تحلیل تغییرات تنوع زیستی گیاهان زراعی استان اصفهان طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۰ با استفاده از شاخص‌های اکولوژیکی تنوع، شامل شاخص غنای مارگالف، شاخص یکنواختی گونه‌ای و شاخص تنوع شانون اجرا شد. بررسی روند تغییرات شاخص‌های مورد ارزیابی نشان داد که طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰، سطح زیرکشت، شاخص یکنواختی، شاخص تنوع شانون و تنوع بتای گونه‌های زراعی استان بطور معنی‌دار کاهش یافته است. روند کاهش شاخص شانون گیاهان زراعی استان اصفهان حاکی از کاهش تنوع زیستی محصولات زراعی این استان طی بازه زمانی مورد مطالعه می‌باشد، به طوری که مقدار شاخص شانون محصولات زراعی استان از حدود ۲/۳۰ در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ به حدود ۲/۱۵ در سال‌های انتهایی آن کاهش یافته است. نتایج نشان داد که کاهش معنی‌دار یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در نتیجه عواملی همانند کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت بدلیل بروز خشکسالی‌های مداوم و تغییر کاربری اراضی، دلیل اصلی کاهش تنوع زیستی محصولات زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی مورد مطالعه بوده است. براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ شاخص تنوع شانون گیاهان زراعی در ۶ گروه جای گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، شاخص تنوع شانون، یکنواختی گونه‌ای، شاخص یکنواختی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۶۷۷۱۹۸۶۳، پست الکترونیکی: munajafabad@yahoo.com

مقدمه

رفتن تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی بعنوان تهدیدی برای بقاء این بوم‌نظام‌ها محسوب می‌شود (۹).

طی چند دهه اخیر، سیستم‌های زراعی فشرده مدرن از طریق وابستگی به ژنوتیپ‌های پرمحصولی که متکی به کاربرد بسیار زیاد نهاده‌های خارجی هستند، موجب افزایش شدید تولید غذا در سطح جهانی گردیده‌اند. به موازات کاربرد شدید نهاده‌های خارجی، فشرده‌سازی سیستم‌های کشاورزی نیز از طریق رویکردهای مدیریتی که از سوی کشاورزان بزرگ مقیاس مورد استقبال قرار گرفته و مبتنی

تنوع زیستی کشاورزی، تنوع و تغییرپذیری موجود در گیاهان، جانوران و ریزجانداران مرتبط با تولید غذا و محصولات کشاورزی در سطوح ژنوتیپی، گونه‌ای و اکوسیستمی و همچنین گوناگونی‌های اجتماعی و فرهنگی که بر منابع تأثیر می‌گذارند را شامل می‌شود. اجزای گوناگون تنوع‌زیستی کشاورزی از طریق برهم‌کنش با یکدیگر سبب پایداری کارکردها، ساختار و فرایندهای بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌شوند (۱۷). از این‌رو، از بین

بر شعار "ساده‌سازی سیستم با هدف مدیریت آسان‌تر و بهتر آن" می‌باشند، انجام شده است (۲۲). این در حالیست که ساده‌سازی و همگنی سیستم‌های زراعی فشرده، خدمات اکولوژیکی که توسط تنوع‌زیستی برای چشم‌اندازهای کشاورزی فراهم می‌شود را با تهدید مواجه می‌سازد. به‌رحال، هم‌اکنون کشاورزان نسبت به ساده‌سازی و همگن کردن مزارع خود ترغیب می‌شوند، به‌طوری‌که سیستم‌های زراعی کنونی تنها از تعداد اندکی گیاه زراعی پرمحصول که دارای سابقه ژنتیکی محدودی هستند و تحت تدابیر مدیریتی بسیار شدید پرورش می‌یابند، تشکیل شده‌اند (۲۶). بر این اساس، در حال حاضر بسیاری از چشم‌اندازهای کشاورزی سرتاسر جهان با درجات مختلف در حال گذر به سمت کشاورزی فشرده، که متکی بر کاربرد شدید نهاده‌های منشأ یافته از منابع غیرقابل تجدید، جایگزینی نیروی کار با ماشین‌آلات و سوخت‌های فسیلی، سرمایه‌گذاری کلان به ازای هر واحد از زمین زراعی و یکپارچه‌سازی اراضی است، می‌باشند (۲۲).

جولوگیری از کاهش تنوع زیستی در چشم‌اندازهای کشاورزی نیازمند طراحی و توسعه رهیافت‌های مدیریت پایدار می‌باشد (۸)، زیرا کارکرد بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی بر تنوع زیستی استوار است و نابودی تنوع زیستی تهدیدی جدی برای پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی و نهایتاً امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (۹). این در حالیست که ارزیابی دقیق وضعیت تنوع زیستی یک ناحیه بدون اندازه‌گیری آن امکان‌پذیر نیست. اکولوژیست‌های گیاهی تنوع زیستی را در قالب تنوع مکانی و زمانی اندازه‌گیری می‌کنند. تنوع مکانی که شناخته‌شده‌ترین شکل تنوع زیستی در منابع اکولوژی است، معیاری از تنوع در توزیع سطح زیرکشت بین گونه‌ها یا وارپته‌های مختلف گیاهان زراعی می‌باشد و با استفاده از شاخص‌هایی مانند غنای گونه‌ای، شاخص غنای مارگالف و شاخص تنوع شانون مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۱۰).

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۱۹ کیلومتر مربع، حدود ۶/۲۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. این استان بین ۳۰°۴۲' تا ۳۴°۳۰' عرض شمالی و ۴۹°۳۶' تا ۵۵°۳۲' طول شرقی در ایران مرکزی قرار دارد (۱۴). مطالعات آب و هوایی نشان می‌دهند که این استان بر روی کمربند بیابانی نیمکره شمالی قرار گرفته است، به‌طوری‌که نیمی از مساحت استان را بیابان تشکیل می‌دهد. از ویژگی‌های مهم این استان می‌توان به بارش کم و بالا بودن میزان تبخیر اشاره کرد (۷)، بگونه‌ای که در بیش از ۸۵ درصد از گستره آن، میانگین بارش سالانه حدود ۱۲۰ میلی‌متر یا کمتر می‌باشد (۱۳) و همین امر سبب بروز محدودیت‌هایی برای زندگی و فعالیت‌های کشاورزی و اقتصادی بسیاری از مردم استان شده است (۷). تنوع اقلیمی استان اصفهان، از اقلیم سرد فریدون‌شهر، فریدن و سمیرم گرفته تا آب و هوای گرم و خشک خور و بیابانک، نائین، نظنز و کاشان موجب شده است که امکان کشت گیاهان زراعی گوناگون از جمله محصولات سردسیری مانند سیب‌زمینی، سیب درختی و غلات زمستانه تا محصولات گرمسیری مانند گیاهان جالیزی، خرما و همچنین محصولات با نیاز آبی کمتر مانند پسته و زعفران در بخش‌های مختلف استان وجود داشته باشد (۵) و همین امر موجب شده است که استان اصفهان دارای تنوع قابل‌ملاحظه‌ای از گونه‌های زراعی باشد.

مطالعات پیشین نیز حاکی از وجود تنوع بالای محصولات زراعی مختلف مانند غلات (۱۰)، گونه‌های باغی، سبزی و صیفی (۹)، گیاهان صنعتی (۱۱) و گیاهان دارویی و معطر (۸) در استان اصفهان می‌باشند و دلیل آن را امکان کشت گونه‌های گیاهی متنوع و همچنین تنوع شرایط اقلیمی برشمرده‌اند (۸، ۱۰، ۱۱). با وجود این، تاکنون مطالعه‌ای که به بررسی روند تغییرات تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی یک بازه زمانی پرداخته باشد، اجرا نشده است. از این رو، این مطالعه با هدف ارزیابی و تحلیل روند تغییرات تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی

دوره ده ساله ۱۳۹۰-۱۳۸۱ با استفاده از شاخص‌های اکولوژیکی تنوع زیستی اجرا شد.

اطلاعات مربوط به سطح زیرکشت گونه‌های زراعی هر شهرستان از پرتال سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (۲) گردآوری شد. لیست شهرستان‌های استان اصفهان به‌مراه مساحت آنها در جدول ۱ ارائه گردیده است.

مواد و روشها

بمنظور بررسی تغییرات تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰،

جدول ۱- شهرستان‌های استان اصفهان به‌مراه مساحت آنها (۳)

شهرستان	مساحت (Km ²)	شهرستان	مساحت (Km ²)
اصفهان	۱۵۷۰۶	فریدن	۲۰۰۴
آران و بیدگل	۶۱۰۱	فریدونشهر	۲۱۵۹
اردستان	۱۲۵۹۱	فلاورجان	۳۲۴
برخوار	۱۹۵۳	کاشان	۴۳۹۲
شاهین‌شهر و میمه	۵۰۱۸	گلپایگان	۱۶۳۴
تیران و کرون	۱۶۹۰	لنجان	۱۱۷۲
چادگان	۱۱۹۲	مبارکه	۱۰۹۴
خمینی‌شهر	۱۷۶	نائین	۲۲۵۷۰
خوانسار	۹۵۸	نجف‌آباد	۲۳۸۸
سمیرم	۵۲۷۴	خور و بیابانک	۱۰۹۸۳
دهاقان	۱۴۲۶	نطنز	۳۴۱۸
شهرضا	۲۷۹۶		

که سطح زیرکشت آنها برابر با صفر بود در محاسبه غنای گونه‌ای منظور نشدند.

شاخص غنای مارگالف: در هر سال شاخص غنای مارگالف (R) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۰):

$$R = \frac{S-1}{\ln N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه S تعداد کل گونه‌های زراعی استان و N سطح زیرکشت کل گونه‌ها در سال مربوطه می‌باشد.

شاخص تنوع شانون: در هر سال شاخص تنوع شانون (H) با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (۱۸):

$$H = -\sum \left[\frac{n_i}{N} \right] \left[\ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right] \quad \text{رابطه (۲)}$$

در هر شهرستان، سطح زیرکشت هر گونه زراعی در هر یک از سال‌های بازه زمانی مورد بررسی مشخص گردید و بعد در هر سال، مجموع سطح زیرکشت هر گونه زراعی در کل استان اصفهان محاسبه شد و بر مبنای آن، شاخص‌های تنوع مکانی که در ادامه به نحوه برآورد آنها اشاره می‌شود برای هر یک از سال‌های بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱ بطور جداگانه محاسبه شدند.

غنای گونه‌ای: پس از محاسبه مجموع سطح زیرکشت هر گونه زراعی در کل استان اصفهان، غنای گونه‌ای از طریق شمارش تعداد گونه‌های زراعی که در سال مورد نظر دارای سطح زیرکشت بودند، تعیین گردید (۱۸). بنابراین، در هر یک از سال‌های بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱، گونه‌های زراعی

که در این رابطه n_i سطح زیرکشت گونه i ام و N سطح زیرکشت کل گونه‌ها در سال مورد نظر می‌باشد.

شاخص یکنواختی گونه‌ای: با مشخص بودن شاخص تنوع شانون (H)، شاخص یکنواختی (E) برای هر یک از سال‌های بازه زمانی ۸۱-۹۰ از طریق رابطه ۳ محاسبه گردید (۱۸):

$$E = \frac{H}{\ln S} = \frac{e^H}{S} \quad \text{رابطه (۳)}$$

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

تنوع آلفا و بتا: در هر یک از سال‌های بازه زمانی مورد بررسی با برازش رگرسیون خطی میان مقادیر لگاریتمی غنای گونه‌ای و مساحت شهرستان‌های استان، عرض از مبدأ معادله خط رگرسیون بعنوان برآوردی از تنوع آلفا و شیب آن بعنوان تقریبی از تنوع بتا در نظر گرفته شد (۱۵). برازش رگرسیون خطی میان مقادیر لگاریتمی غنای گونه‌ای و مساحت شهرستان‌های استان با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot 11.0 انجام شد.

ارزیابی روند تغییرات شاخص‌های محاسبه شده: ابتدا نمودارهای مربوط به مقادیر شاخص‌های محاسبه شده در سال‌های بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ بصورت جداگانه توسط نرم‌افزار SigmaPlot 11.0 ترسیم شدند. سپس با برازش رگرسیون خطی و تعیین معنی‌دار یا غیرمعنی‌دار بودن معادله رگرسیون از طریق آزمون F ، روند تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. معنی‌دار یا غیرمعنی‌دار بودن معادله رگرسیون با استفاده از نمادهای *، ** و ns که بترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار می‌باشند، مشخص شد.

گروه‌بندی شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ سطح زیرکشت و شاخص‌های تنوع مکانی: ابتدا در هر یک از سال‌های بازه زمانی ۸۱-۹۰ مقادیر سطح زیرکشت و همچنین شاخص‌های تنوع مکانی هر شهرستان بصورت جداگانه مشخص گردید. سپس با در نظر گرفتن مقادیر مربوط به هر سال بعنوان یک متغیر و ادغام تمامی آنها توسط روش ادغام متوسط (Average linkage method) در نرم‌افزار SAS 9.1، میزان تشابه شهرستان‌های مختلف استان از لحاظ شاخص مورد نظر مشخص گردید و در نهایت شهرستان‌های با شباهت بیشتر یا مساوی ۷۵ درصد در یک گروه دسته‌بندی شدند و گروه‌های حاصل با رنگ یکسان بر روی نقشه استان به نمایش درآمدند.

داده‌های آب و هوایی: داده‌های مربوط به میانگین ماهیانه درجه حرارت و مجموع ماهیانه بارش برای هر یک از سال‌های بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ از اداره کل هواشناسی استان اصفهان بدست آمد.

نتایج و بحث

روند تغییرات سطح زیرکشت کل محصولات زراعی استان از سال ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰: گونه‌های زراعی که از سوی سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان آمار مربوط به سطح زیرکشت آنها ارائه گردیده بود، براساس نوع کاربرد در ۸ گروه مختلف شامل غلات، حبوبات، گیاهان علوفه‌ای، دانه‌های روغنی، محصولات جالیزی، سبزیجات، گیاهان صنعتی و گیاهان دارویی و ادویه‌ای دسته‌بندی شدند (جدول ۲). در این میان برخی از گونه‌های زراعی براساس نوع کاربرد در دو گروه مجزا قرار گرفتند (جدول ۲)، بعنوان مثال سیب‌زمینی گونه‌ای است که هم بعنوان یک سبزی در مصارف پخت و پز کاربرد دارد و هم در صنایع غذایی برای تولید محصولاتی مانند چیپس مورد استفاده قرار می‌گیرد و به همین علت جزء گیاهان صنعتی نیز محسوب می‌شود.

جدول ۲- گروه‌بندی محصولات زراعی کشت شده در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان

گیاهان دارویی و ادویه‌ای	گیاهان صنعتی	سبزیجات	محصولات جالیزی	دانه‌های روغنی	گیاهان علوفه‌ای	حبوبات	غلات
زعفران	چغندرقد	سیب‌زمینی*	هندوانه	آفتابگردان*	یونجه	نخود	گندم
زیره	تنباکو	پیاز	خربزه	کنجد*	شبدر	لوبیا	جو
سیاه‌دانه	سیب‌زمینی	گوجه‌فرنگی	طالبی	گلرنگ*	اسپرس	عدس	برنج
شاه‌دانه	پنبه	بادمجان	خیار	کلزا*	سورگوم علوفه‌ای	ماش	ذرت
	روناس	باقلا	کدو		ذرت علوفه‌ای		سورگوم
	آفتابگردان	لوبیا سبز			شلغم علوفه‌ای		ارزن
	کنجد	سیر			چغندر علوفه‌ای		
	گلرنگ						
	کلزا						

* از لحاظ کاربرد در دو گروه قرار می‌گیرند.

قرار گرفتند (جدول ۳). با نگاهی به این اعداد و ارقام در می‌یابیم که طی دوره مورد بررسی گرایش کشاورزان استان عمدتاً به سمت کشت و کار محصولات نقدی مانند غلات (به‌ویژه گندم و جو)، گیاهان علوفه‌ای (به‌ویژه یونجه)، گیاهان صنعتی و سبزیجات بوده است. نکته جالب توجه آن 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.

میانگین ده ساله سطح زیرکشت گروه‌های زراعی مختلف استان اصفهان نشان داد که در طی دوره ده ساله مورد بررسی، در حدود ۵۶ درصد از کل سطح زیرکشت 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 بترتیب با اختصاص ۱۸/۹، ۱۰/۵، ۸/۲، ۲/۴، ۲/۳، ۱/۴ و ۰/۳ درصد از کل سطح زیرکشت استان به خود، در رتبه‌های بعدی

جدول ۳- میانگین ده ساله سطح زیرکشت گروه‌های زراعی استان اصفهان به‌همراه نسبت سطح زیرکشت هر گروه زراعی به کل سطح زیرکشت استان

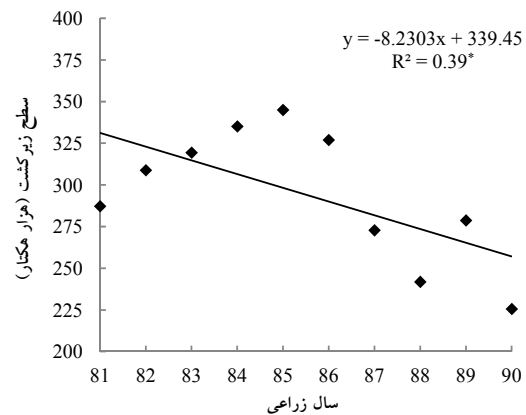
نسبت سطح زیرکشت گروه زراعی به کل سطح زیرکشت استان	سطح زیرکشت* (هکتار)	گروه‌های زراعی
۵۶/۰	۱۷۹۸۵۱	غلات
۲/۳	۷۴۲۵	حبوبات
۱۸/۹	۶۰۶۶۰	گیاهان علوفه‌ای
۱/۴	۴۴۶۰	دانه‌های روغنی
۲/۴	۷۷۴۸	محصولات جالیزی
۸/۲	۲۶۲۱۳	سبزیجات
۱۰/۵	۳۳۸۴۹	گیاهان صنعتی
۰/۳	۹۷۲	گیاهان دارویی و ادویه‌ای
	۳۲۱۱۸۱	کل سطح زیرکشت

* در محاسبات، سطح زیرکشت گونه‌هایی که از لحاظ کاربرد در دو گروه مجزا قرار گرفتند، برای هر دو گروه منظور شد.

افزایش تعداد وقوع خشکسالی‌ها و کاهش ذخایر آبی استان، وقوع توفان‌های گرد و غباری که در تابستان از کشورهای همسایه و بیابان‌های مرکزی کشور بر استان ما تأثیر می‌گذارند، یخبندان‌های شدید که در دهه‌های گذشته سابقه نداشته است و ... اشاره کرد (۵). خشکسالی سال ۱۳۸۶-۸۷ از شدیدترین آنها بود که به خشک شدن زاینده‌رود، خشک شدن بعضی از رودها، چشمه‌ها، قنات‌ها و از بین رفتن درختان کهنسال و مزارع انجامید. علاوه بر این، بدنال توسعه بی‌رویه شهرها و افزایش درصد شهرنشینی در دهه‌های اخیر، شهرهای استان اصفهان با 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 (۵).

این در حالیست که طی این مدت، سطح زیرکشت غلات و گیاهان علوفه‌ای نسبت به سطح زیرکشت کل محصولات زراعی استان بترتیب به میزان ۲/۴۰ و ۲/۳۲ درصد افزایش و در مقابل نسبت سطح زیرکشت حبوبات، دانه‌های روغنی، محصولات جالیزی و گیاهان صنعتی بترتیب به میزان ۱/۲۳، ۰/۷۰، ۰/۳۲ و ۲/۵۸ درصد کاهش و نسبت سطح زیرکشت سبزیجات و گیاهان دارویی و ادویه‌ای نیز تقریباً ثابت مانده است. بنابراین واضح است که طی دوره ده ساله ۱۳۸۱-۱۳۹۰، یکنواختی توزیع سطح زیرکشت به نفع گونه‌های خانواده‌های غلات به‌ویژه گندم، جو، ذرت دانه‌ای، برنج و گیاهان علوفه‌ای به‌ویژه یونجه، اسپرس و ذرت علوفه‌ای کاهش یافته است. این گونه‌های زراعی از بازار و ضمانت خرید بالاتری نسبت به سایر محصولات زراعی برخوردار هستند، از این‌رو کشاورزان تمایل بیشتری به کشت و کار چنین محصولاتی دارند. اما نکته تأمل برانگیز آن است که اغلب گونه‌های زراعی مورد اشاره دارای نیاز آبی بالایی هستند (۲۴) و در نتیجه کشت و کار آنها می‌تواند در بلندمدت موجب فشار بر منابع آبی استان اصفهان که جزء مناطق خشک کشور محسوب می‌شود، گردد.

روند خطی تغییرات سطح زیرکشت محصولات زراعی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰ در شکل ۱ به نمایش درآمده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می‌شود، سطح زیرکشت گونه‌های زراعی استان از روندی نزولی و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ برخوردار بوده است و هر چه از سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ به سمت سال‌های انتهایی آن حرکت می‌کنیم، سطح زیرکشت کل گیاهان زراعی استان اصفهان با کاهش مواجه می‌گردد، به طوری که سطح زیرکشت این گیاهان از حدود ۲۸۷ هزار هکتار در سال زراعی ۸۱ به حدود ۲۲۵ هزار هکتار در سال زراعی ۹۰ کاهش یافته است. شیب خط رگرسیون نیز نشان می‌دهد که طی دوره مورد بررسی، در هر سال حدود ۸۲۰۰ هکتار از کل سطح زیرکشت محصولات زراعی استان اصفهان کاسته شده است.



شکل ۱- روند تغییرات سطح زیرکشت کل محصولات زراعی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰

سطح زیرکشت گونه‌های زراعی استان به دلایلی از قبیل خشکسالی‌های مداوم و تغییر کاربری اراضی زراعی با کاهش مواجه شده است. در سال‌های اخیر، بدلیل افزایش تأثیر فعالیت‌های انسانی بر آب و هوا به‌ویژه در تولید گازهای گلخانه‌ای و نابودی پوشش‌های طبیعی و در نتیجه افزایش دمای کره زمین، تغییرات چشمگیری در آب و هوای مناطق مختلف جهان از جمله استان اصفهان در حال شکل‌گیری است. از نشانه‌های چنین تغییراتی می‌توان به

براساس تجزیه خوشه‌ای، شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ سطح زیرکشت کل محصولات زراعی طی دوره ۱۰ ساله مورد مطالعه در پنج گروه اصلی جای گرفتند (شکل ۲).

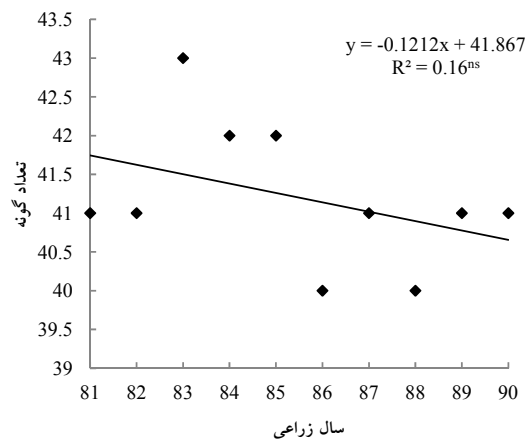
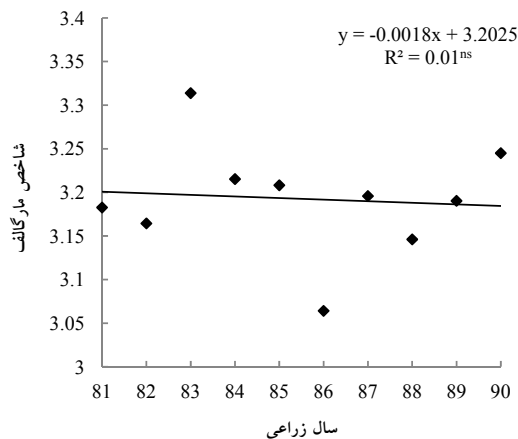


شکل ۲- پهنه‌بندی استان اصفهان براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای سطح زیرکشت کل محصولات زراعی

بر این اساس، شهرستان‌های خور و بیابانک، نائین، نطنز، کاشان، خوانسار، نجف‌آباد، تیران و کرون، خمینی‌شهر، لنجان و دهقان در گروه شهرستان‌های با سطح زیرکشت کمتر از ۱۰ هزار هکتار، شهرستان‌های اردستان، آران و بیدگل، شاهین‌شهر و میمه، فریدونشهر، فلاورجان، مبارکه و شهرضا در گروه شهرستان‌های با سطح زیرکشت از ۱۰ تا ۱۵ هزار هکتار، شهرستان‌های برخوار، گلپایگان، چادگان

و سمیرم در گروه شهرستان‌های با سطح زیرکشت از ۱۵ تا ۲۰ هزار هکتار، شهرستان فریدن با وجود وسعت نه چندان زیاد آن در گروه شهرستان‌های با سطح زیرکشت بیش از ۳۰ هزار هکتار و شهرستان اصفهان در گروه شهرستان‌های با سطح زیرکشت بیش از ۳۵ هزار هکتار قرار گرفتند (شکل ۲). بدین ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که اغلب شهرستان‌های استان اصفهان دارای سطح زیرکشت کمتر یا مساوی با ۱۵ هزار هکتار هستند.

روند تغییرات غنای گونه‌ای و شاخص غنای مارگالف استان از سال ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰: در مورد تغییرات غنای گونه‌ای و شاخص غنای مارگالف استان اصفهان نیز روندی نزولی اما غیرمعنی‌دار مشاهده شد (شکل ۳). اندک بودن شیب کاهش غنای گونه‌ای و شاخص غنای مارگالف می‌تواند بیانگر نوسانات جزئی آنها در استان اصفهان طی بازه زمانی مورد مطالعه باشد، به طوری که با عبور از سال‌های آغازین دهه ۸۰ به سال‌های پایانی آن، مقدار هر دو شاخص تقریباً ثابت بوده و دستخوش تغییرات شدیدی نشده است (شکل ۳). با وجود این، میانگین ۱۰ ساله شاخص غنای مارگالف استان اصفهان برابر با ۳/۱۹ می‌باشد که مقدار نسبتاً بالایی محسوب می‌شود.



شکل ۳- روند تغییرات غنای گونه‌ای و شاخص غنای مارگالف گونه‌های زراعی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰

بر اساس تجزیه خوشه‌ای، شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ شاخص غنای مارگالف در ۵ گروه دسته‌بندی شدند (شکل ۴). براین اساس، شهرستان‌های چادگان، سمیرم، فلاورجان، فریدونشهر و فریدن در گروه با شاخص غنای مارگالف ۱/۱ تا ۱/۵، شهرستان‌های آران و بیدگل، شاهین‌شهر و میمه، خمینی‌شهر، خوانسار، دهاقان، نجف‌آباد و خور و بیابانک در گروه با شاخص غنای مارگالف ۱/۶ تا ۲، شهرستان‌های برخوار، تیران و کرون، گلپایگان و لنجان در گروه با شاخص غنای مارگالف ۲/۱ تا ۲/۴، شهرستان‌های مبارکه، نطنز و شهرضا در گروه با شاخص غنای مارگالف ۲/۵ تا ۲/۷ و شهرستان‌های اصفهان، اردستان، کاشان و نائین در گروه با شاخص غنای مارگالف ۲/۸ تا ۳ جای گرفتند (شکل ۴).



شکل ۴- پهنه‌بندی استان اصفهان براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای شاخص غنای مارگالف

بیش از نیمی از شهرستان‌های استان یا به عبارت دقیق‌تر ۵۲ درصد از آنها در گروه‌های ۱ و ۲ قرار گرفته و دارای شاخص غنای مارگالف کمتر یا مساوی ۲ می‌باشند. نکته قابل توجه آن است که تمامی شهرستان‌های سرد و مرطوب یا نیمه‌سرد و مرطوب استان به استثنای گلپایگان در گروه ۱ قرار می‌گیرند و دارای شاخص غنای مارگالف کمتر یا مساوی ۱/۵ می‌باشند. این در حالیست که با حرکت به سمت مناطق گرم‌تر و خشک‌تر استان، مقدار

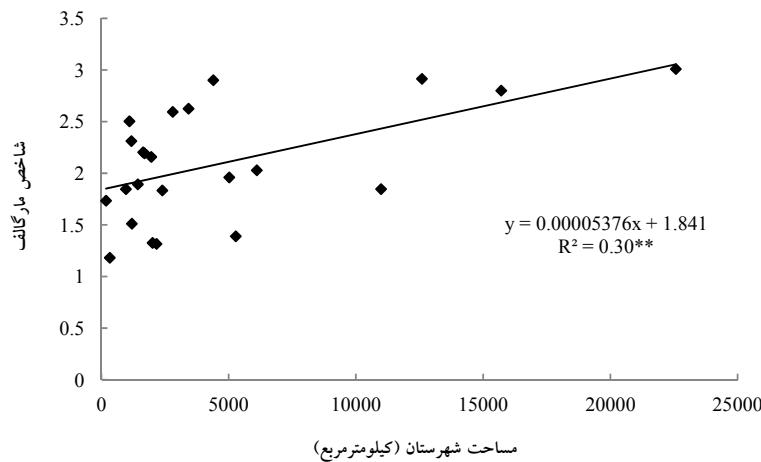
با وجود آنکه شمارش تعداد گونه‌های زراعی در یک منطقه شاخص ساده‌ای برای محاسبه غنای گونه‌ای آن می‌باشد اما این شاخص بر این فرض استوار است که تمامی گونه‌های شمارش شده از سهم یکسانی در تنوع زیستی برخوردار هستند (۱۰). چون این فرض همواره صحیح نمی‌باشد، شمارش افراد هر گونه اطلاعات کامل‌تری را از شدت تنوع فراهم می‌آورد. 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 بدست می‌دهد (۱۰).

افزایش یا کاهش تنوع زیستی به دو شکل امکان‌پذیر است؛ یکی با افزایش یا کاهش تعداد گونه‌ها (غنای گونه‌ای) و دیگری با افزایش یا کاهش یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در میان گونه‌های زراعی (۱). براین اساس، همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، شاخص غنای مارگالف محصولات زراعی استان اصفهان طی دوره مورد مطالعه تقریباً ثابت بوده و به عبارت دیگر غنای گونه‌ای استان اصفهان دستخوش تغییرات محسوسی نشده است، از این رو چنانچه کاهشی در تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱ رخ داده باشد، غیریکنواختی توزیع سطح زیرکشت در میان محصولات زراعی بمراتب سهم بیشتری در این کاهش نسبت به کاسته شدن از تعداد گونه‌های زراعی کشت شده یا همان غنای گونه‌ای خواهد داشت. به هر حال، برای اظهار نظر قاطع در مورد کاهش یا افزایش تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی دوره مورد بررسی، استفاده از شاخص‌هایی مانند شاخص تنوع شانون که در آنها دو فاکتور اصلی مؤثر بر تنوع زیستی یعنی غنا و یکنواختی گونه‌ای با یکدیگر ادغام شده و معیاری واحد برای ارزیابی تنوع زیستی بدست آمده است، ضروری می‌باشد.

میانگین شاخص غنای مارگالف افزایش می‌یابد، به طوری که شهرستان‌های گرم و خشکی مانند نائین و اردستان در گروه ۵، یعنی گروه با مقدار میانگین شاخص غنای مارگالف ۲/۸ تا ۳ جای گرفتند (شکل ۴). شاید این بدان دلیل باشد که تنش سرمایی نسبت به تنش خشکی محدودیت بیشتری برای کشت و کار گونه‌های زراعی مختلف ایجاد می‌کند، زیرا تنش خشکی با انجام آبیاری منظم و به موقع قابل کنترل است، در حالیکه تنها تعداد معدودی از گونه‌های زراعی مانند سیب‌زمینی و کلزا از پتانسیل تحمل سرماهای شدید در اوایل دوره رشد خود برخوردار هستند.

علاوه بر این، بطور کلی با افزایش مساحت شهرستان‌ها مقدار شاخص غنای مارگالف نیز افزایش یافته است. بر این اساس، همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود اغلب شهرستان‌های وسیع استان مانند اصفهان، اردستان، نائین و

کاشان در گروه با بالاترین مقدار شاخص غنای مارگالف یعنی گروه ۵ قرار گرفته‌اند، در حالیکه بسیاری از شهرستان‌های کوچک استان همانند فریدن، فریدونشهر، چادگان، فلاورجان، خمینی‌شهر، دهاقان و خوانسار در گروه‌های ۱ و ۲ جای گرفته و دارای شاخص غنای مارگالف کمتر یا مساوی با ۲ می‌باشند. شکل ۵ که رابطه میان شاخص غنای مارگالف شهرستان‌های استان و مساحت آنها را نشان می‌دهد نیز مؤید همین مطلب می‌باشد. بر این اساس، با افزایش مساحت شهرستان‌های استان، مقدار شاخص غنای مارگالف بصورت یک رابطه خطی بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.01$) افزایش می‌یابد (شکل ۵). در تأیید این نتایج، بلانکو و همکاران (۱۸) با ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی در مزارع جزیره وانواتو گزارش کردند که میان غنای گونه‌ای و مساحت مزرعه، رابطه‌ای مثبت وجود داشت.

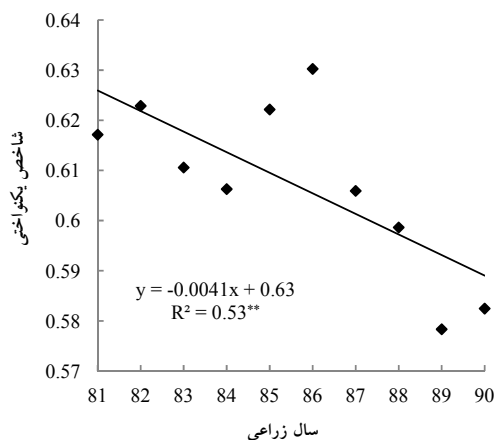


شکل ۵- رابطه میان شاخص غنای مارگالف و مساحت شهرستان‌های استان اصفهان

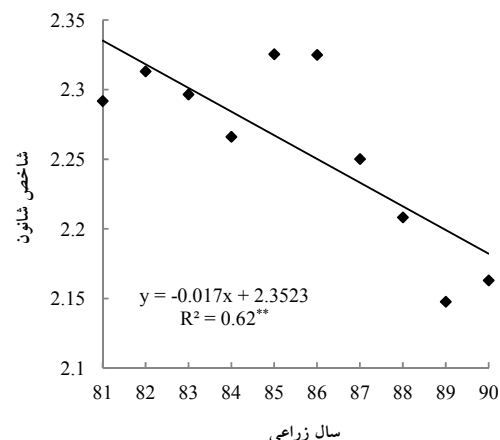
عبارت دیگر با توجه به شیب خط رگرسیون مشاهده می‌شود که بطور میانگین در هر سال مقدار این شاخص با کاهشی در حدود ۰/۰۲ مواجه شده است. مطالعات پیشین نیز حاکی از آن هستند که از اواسط قرن بیستم به بعد بدلیل فشرده‌سازی سیستم‌های کشاورزی، تنوع زیستی گیاهان زراعی در بسیاری از نقاط جهان مانند نواحی جنوبی انگلستان (۲۸)، شمال فرانسه (۲۱)، جنوب آفریقا

روند تغییرات شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی استان از سال ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰: روند تغییرات شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی استان اصفهان طی دوره ۱۰ ساله مورد بررسی دارای سیر نزولی معنی‌دار ($P \leq 0.01$) می‌باشد (شکل ۶)، به طوری که مقدار شاخص تنوع شانون از حدود ۲/۳۰ در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ به حدود ۲/۱۵ در سال‌های انتهایی آن کاهش یافته است، به

مشابه با شاخص شانون است. مقدار این شاخص بطور معنی‌دار ($P \leq 0.01$) از حدود ۰/۶۱ در سال‌های آغازین دهه ۸۰ به حدود ۰/۵۷ در سال‌های پایانی آن کاهش یافته است (شکل ۶). به‌هرحال، میانگین ده ساله شاخص یکنواختی محصولات زراعی استان اصفهان در حدود ۰/۶۰ است که چندان مطلوب نبوده و بیانگر وجود غیریکنواختی نسبتاً شدید در اختصاص سطح زیرکشت به گونه‌های زراعی این استان می‌باشد. شاخص یکنواختی (E) معیاری از شدت یکنواختی توزیع سطح زیرکشت بین گونه‌های زراعی مختلف بوده و مقدار آن مساوی یا کوچکتر از ۱ می‌باشد. $E=1$ نشان‌دهنده یکسان بودن سطح زیرکشت تمامی گونه‌های زراعی بوده و $E < 1$ بیانگر غیریکنواختی در توزیع سطح زیرکشت میان گونه‌های زراعی می‌باشد (۱۰).



(۲۳)، آلمان مرکزی (۲۵) و هندوستان (۱۶) رو به کاهش گذاشته است. سازمان خوار و بار جهانی (فائو) (۲۰) نیز طی گزارشی در سال ۱۹۹۷ نسبت به کاهش تدریجی تنوع زیستی محصولات زراعی در چشم‌اندازهای کشاورزی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه جهان هشدار داد. با وجود این، میانگین ده ساله شاخص شانون استان اصفهان برابر با ۲/۲۶ می‌باشد که مقدار مطلوبی بوده و نشان‌دهنده بالا بودن تنوع گونه‌های زراعی این استان است. کوچکی و همکاران (۸، ۱۲، ۱۱، ۹) در بررسی‌های متعدد خود وضعیت استان اصفهان از لحاظ تنوع گونه‌ای گیاهان زراعی مختلف مانند غلات، گیاهان صنعتی، محصولات باغی، سبزی و صیفی و گیاهان دارویی و معطر را مطلوب یا نسبتاً مطلوب عنوان کرده و مهمترین دلایل آن را کشت گیاهان متنوع و همچنین تنوع شرایط اقلیمی این استان برشمرده‌اند. در مورد شاخص یکنواختی نیز وضعیت

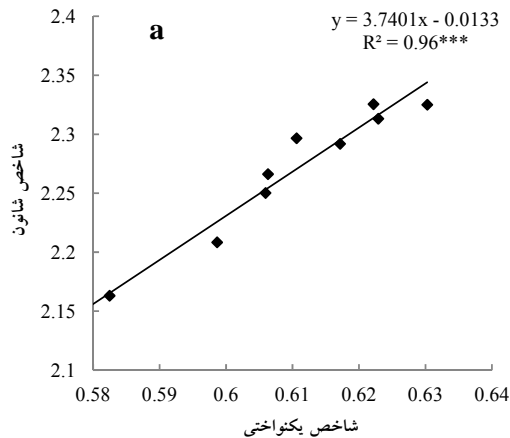


شکل ۶- روند تغییرات شاخص شانون و شاخص یکنواختی گونه‌های زراعی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱

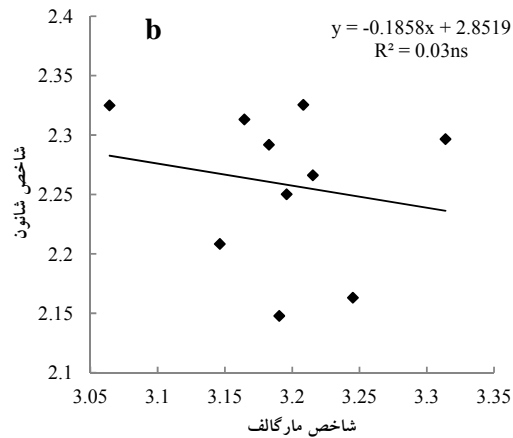
جزیره وانواتو را گزارش کردند. این در حالیست که هیچ رابطه معنی‌داری میان شاخص شانون گونه‌های زراعی استان با شاخص غنای مارگالف مشاهده نشد (شکل ۷b). بنابراین بطور واضح می‌توان نتیجه گرفت که دلیل اصلی کاهش شاخص تنوع شانون محصولات زراعی استان اصفهان طی دوره مورد بررسی، کاهش معنی‌دار شاخص یکنواختی این محصولات می‌باشد (شکل ۶). همانگونه که پیش از این اشاره شد، طی دوره ده ساله مورد بررسی

بررسی رابطه میان شاخص شانون گونه‌های زراعی استان اصفهان با شاخص یکنواختی (شکل ۷a) و شاخص غنای مارگالف (شکل ۷b) حاکی از آن بود که شاخص یکنواختی بصورت یک رابطه خطی مثبت بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.001$) بر شاخص تنوع شانون محصولات زراعی استان مؤثر است (شکل ۷a). بلانکو و همکاران (۱۸) نیز وجود همبستگی مثبت قوی میان شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی گونه‌های زراعی کشت شده در مزارع

دانه‌ای، برنج و گیاهان علوفه‌ای به‌ویژه یونجه، اسپرس و ذرت علوفه‌ای کاهش یافته است.



یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در استان اصفهان به نفع گونه‌های خانواده‌های غلات به‌ویژه گندم، جو، ذرت



شکل ۷- رابطه میان شاخص تنوع شانون گونه‌های زراعی استان با (a) شاخص یکنواختی و (b) شاخص غنای مارگالف

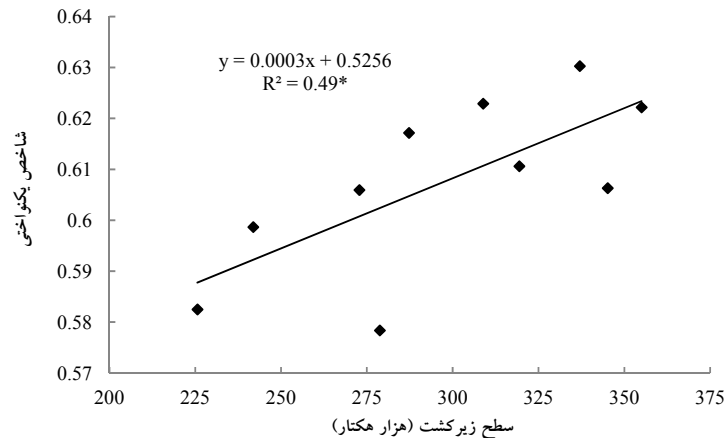
توزیع یکنواخت‌تر سطح زیرکشت در میان گونه‌های گیاهی موجود یا همان یکنواختی گونه‌ای در افزایش تنوع گیاهان باغی، سبزی و صیفی مناطق مختلف کشور بمراتب بیشتر از افزایش تعداد گونه‌ها یا همان غنای گونه‌ای می‌باشد.

شاخص یکنواختی محصولات زراعی استان اصفهان با سطح زیرکشت کل این محصولات دارای رابطه خطی مثبت معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود (شکل ۸). از این رو، کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت گونه‌های زراعی استان (شکل ۱) یکی از دلایل کاهش معنی‌دار شاخص یکنواختی این گونه‌ها طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ می‌باشد (شکل ۶). همانگونه که پیش از این اشاره شد کاهش سطح زیرکشت محصولات زراعی استان نیز در نتیجه عواملی همانند خشکسالی‌های پی‌درپی و تغییر کاربری اراضی به وقوع پیوسته است. با بروز خشکسالی و محدود شدن منابع آبی، کشاورزان به ناچار مجبور خواهند شد از سطح زیرکشت محصولات با سودآوری کمتر مانند حبوبات، دانه‌های روغنی، محصولات جالیزی و گیاهان صنعتی بکاهند. علاوه بر این، سود بالای حاصل از فروش اراضی زراعی واقع در نواحی شهری و صنعتی موجب شده است که

شاخص تنوع شانون کاربردی‌ترین شاخص برای ارزیابی تنوع بشمار می‌رود که در آن هم تعداد گونه‌ها و هم یکنواختی (فراوانی نسبی) گونه‌ها مد نظر قرار می‌گیرد (۱۱). بنابراین، افزایش یا کاهش مقدار این شاخص و در نتیجه افزایش یا کاهش تنوع زیستی به دو شکل امکان‌پذیر می‌باشد: یکی با افزایش یا کاهش تعداد گونه‌ها یا غنای گونه‌ای و دیگری با افزایش یا کاهش یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در میان گونه‌ها. بر این اساس، همانگونه که پیش از این اشاره شد طی دوره ۱۰ ساله مورد بررسی شاخص غنای مارگالف که معیار مناسبی از غنای گونه‌ای محصولات زراعی استان است تقریباً ثابت بوده و دستخوش تغییرات شدیدی نشده است، در حالیکه یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در میان گونه‌های زراعی استان اصفهان یا به عبارت دیگر یکنواختی گونه‌ای بطور معنی‌دار کاهش یافته است. از این رو، کاهش یکنواختی گونه‌ای یا به عبارت دیگر کاهش یکنواختی توزیع سطح زیرکشت در میان گونه‌های زراعی استان عامل اصلی کاهش معنی‌دار تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ می‌باشد. نتایج مطالعات کوچکی و همکاران (۱۲) نیز بخوبی نشان داد که نقش

عمدتاً به گونه‌های با سودآوری بالاتر تخصیص می‌یابند، در نتیجه با گذشت زمان بتدریج یکنواختی توزیع سطح زیرکشت میان گونه‌های زراعی با کاهش مواجه می‌گردد.

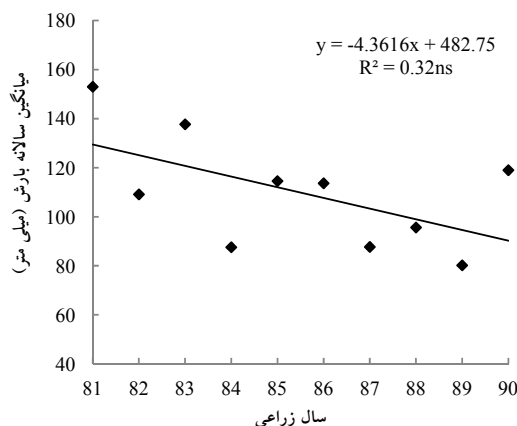
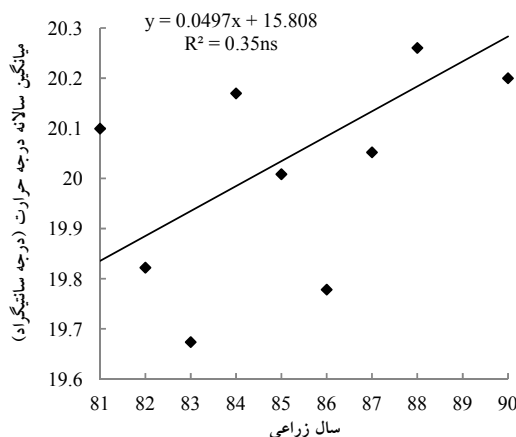
بسیاری از کشاورزان فروش این اراضی و تغییر کاربری آنها به سازه‌های مسکونی، تجاری و صنعتی را بر اختصاص آنها به کشت محصولات با سودآوری اندک ترجیح دهند. این در حالیست که اراضی باقیمانده نیز



شکل ۸- رابطه میان شاخص یکنواختی گونه‌های زراعی استان با سطح زیرکشت

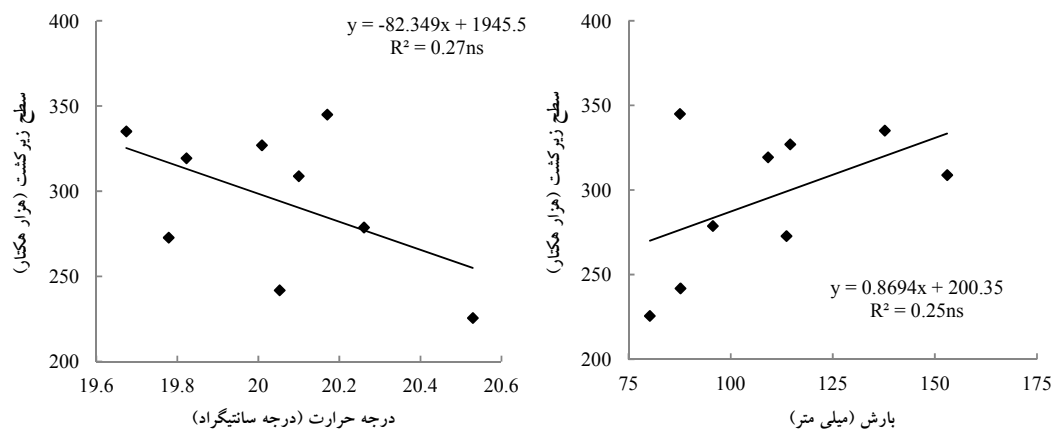
به طوری که طی این دوره میزان بارش استان، سالیانه ۴/۴ میلی‌متر کاهش و درجه حرارت استان، سالیانه ۰/۰۵ درجه سانتیگراد افزایش یافته است (شکل ۹). این نتایج بیانگر آن هستند که طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۰ اقلیم استان به سمت خشک‌تر شدن پیش رفته است و وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی و خشک شدن بخش وسیعی از شریان حیاتی این استان، یعنی رودخانه زاینده‌رود، بخوبی مؤید این موضوع می‌باشند.

روند تغییرات میانگین درجه حرارت و بارش استان اصفهان در سال‌های زراعی ۹۰-۸۱ نشان داد که طی بازه زمانی مورد مطالعه، میانگین درجه حرارت استان از روندی صعودی و در مقابل، میانگین بارش استان از روندی نزولی برخوردار بوده است (شکل ۹). هرچند روندهای مشاهده شده در میانگین درجه حرارت و بارش استان از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند، اما تا حدودی می‌توانند بیانگر تغییر اقلیم استان اصفهان طی دوره مورد بررسی باشند،



شکل ۹- روند تغییرات میانگین درجه حرارت و بارش استان اصفهان طی سال‌های زراعی ۱۳۸۱-۱۳۹۰

حالیست که بین سطح زیرکشت محصولات زراعی استان و میانگین بارش طی سال زراعی پیشین رابطه‌ای مستقیم مشاهده شد، به طوری که با کاهش میزان بارش، سطح زیرکشت استان نیز با کاهش مواجه گردید (شکل ۱۰). هر چند روندهای مشاهده شده از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند، با وجود این ضرایب همبستگی بدست آمده نشان دادند که بترتیب ۲۷ و ۲۵ درصد از تغییرات رخ داده در سطح زیرکشت محصولات زراعی استان توسط روابط خطی میان سطح زیرکشت با میانگین درجه حرارت و میانگین بارش استان قابل توجیه است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- رابطه سطح زیرکشت محصولات زراعی استان اصفهان با میانگین درجه حرارت و بارش استان طی سال زراعی پیشین

توزیع سطح زیرکشت میان گونه‌های زراعی استان در نتیجه عواملی همانند کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت بدلیل بروز خشکسالی‌های مداوم و تغییر کاربری اراضی را بعنوان دلیل اصلی کاهش تنوع زیستی محصولات زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی مورد مطالعه در نظر گرفت. همانگونه که پیش از این اشاره شد خشک‌تر شدن اقلیم استان نیز تا حدودی وابسته به افزایش میانگین درجه حرارت و کاهش میانگین بارش استان طی بازه زمانی مورد مطالعه بوده است. به بیان دیگر می‌توان گفت که تغییر اقلیم یکی از مهمترین دلایل کاهش تنوع زیستی محصولات زراعی استان طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۰ می‌باشد. سیبر و همکاران (۲۷) گزارش کردند که تغییر اقلیم بدلیل افزایش

حال، با توجه به روند افزایشی میانگین درجه حرارت و در مقابل روند کاهشی میانگین بارش استان طی بازه زمانی مورد مطالعه (شکل ۹) و براساس رابطه معکوس سطح زیرکشت محصولات زراعی استان با میانگین درجه حرارت و در عین حال رابطه مستقیم سطح زیرکشت با میانگین بارش (شکل ۱۰)، می‌توان به روشنی نتیجه گرفت که افزایش میانگین درجه حرارت و در مقابل کاهش میانگین بارش استان و یا به عبارت دیگر خشک‌تر شدن اقلیم استان طی دوره مورد بررسی یکی از دلایل اصلی کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت محصولات زراعی استان اصفهان طی این دوره بوده است. بنابراین، براساس نتایج این پژوهش در مجموع می‌توان کاهش معنی‌دار یکنواختی

دما و کاهش میزان بارش می‌تواند منجر به بروز خشکسالی‌های پیاپی، افزایش شیوع آفات و بیماری‌ها، کارکرد ناقص اکوسیستم‌های کشاورزی و کاهش در تنوع زیستی چشم‌اندازهای کشاورزی شود. این در حالیست که با افزایش تنوع گیاهان زراعی در اکوسیستم‌های کشاورزی و استفاده از گونه‌های سازگارتری که قادر به حفظ تولید خود در آب و هوای گرم‌تر هستند، می‌توان سود اقتصادی سیستم‌های کشاورزی تحت شرایط تغییر اقلیم را تا حدود زیادی تضمین کرد (۱۹).

براساس تجزیه خوشه‌ای، شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ شاخص تنوع شانون در ۶ گروه جای گرفتند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- پهنه‌بندی استان اصفهان براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای شاخص تنوع شانون

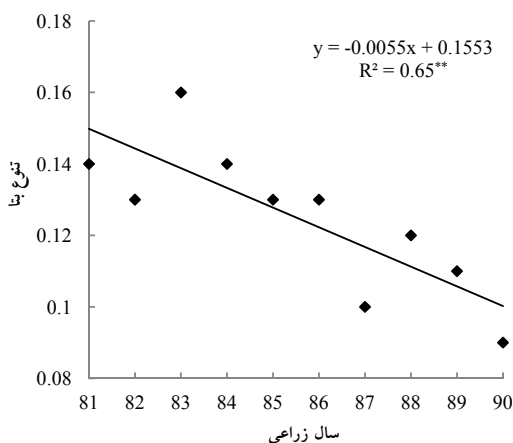
براین‌اساس، شهرستان‌های دهقان، شهرضا و خور و بیابانک در گروه با شاخص شانون ۱/۶۰-۱/۴۸، شهرستان‌های برخوار، چادگان، خوانسار، سمیرم و فریدن در گروه با شاخص شانون ۱/۷۳-۱/۶۱، شهرستان‌های شاهین‌شهر و میمه، تیران و کرون، فریدونشهر، گلپایگان و لنجان در گروه با شاخص شانون ۱/۸۶-۱/۷۴، شهرستان‌های اصفهان، آران و بیدگل، فلاورجان، مبارکه، نائین و نجف‌آباد در گروه با شاخص شانون ۱/۹۹-۱/۸۷، شهرستان‌های اردستان، خمینی‌شهر و نطنز در گروه با

شاخص شانون ۲/۱۲-۲/۰۰ و شهرستان کاشان در گروه با شاخص شانون بیش از ۲/۱۲ قرار گرفتند. بدین ترتیب، مشاهده می‌شود که شاخص شانون و در نتیجه تنوع محصولات زراعی تمامی شهرستان‌های استان در حد نسبتاً مطلوبی می‌باشد، اما آنچه که نگرانی‌ها را برمی‌انگیزد، سیر نزولی تنوع گونه‌های زراعی در اغلب شهرستان‌های استان اصفهان می‌باشد که حکایت از حرکت تدریجی سیستم‌های کشاورزی استان به سمت زراعت‌های خالص و جایگزینی یکسری محصولات خاص دارد.

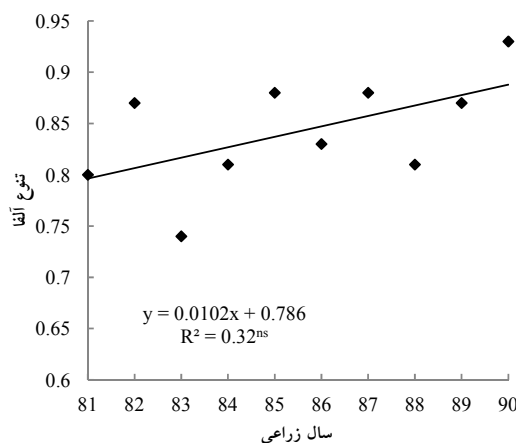
علاوه براین، تنوع موجود در شهرستان‌های مختلف استان از لحاظ مقدار شاخص شانون در راستای تنوع اقلیمی این شهرستان‌ها می‌باشد (۱۱). به‌طوری‌که اغلب شهرستان‌های دارای اقلیم مشابه، از لحاظ مقدار شاخص شانون نیز در گروه مشابهی جای گرفتند. بعنوان مثال، شهرستان‌های چادگان، خوانسار، سمیرم و فریدن که همگی جزء شهرستان‌های سرد استان می‌باشند در گروه با شاخص شانون ۱/۷۳-۱/۶۱ قرار گرفتند و یا شهرستان‌های اصفهان، آران و بیدگل، فلاورجان، مبارکه، نائین و نجف‌آباد که همگی از شهرستان‌های خشک استان محسوب می‌شوند در گروه با شاخص شانون ۱/۹۹-۱/۸۷ دسته‌بندی شدند.

روند تغییرات تنوع آلفا و بتای گونه‌های زراعی استان اصفهان از سال ۱۳۸۱ لغایت ۱۳۹۰: تنوع آلفای محصولات زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱ دارای سیر صعودی غیرمعنی‌دار می‌باشد، بنابراین از لحاظ آماری نوسانات مشاهده شده در تنوع آلفای گونه‌های زراعی استان قابل ملاحظه نیست (شکل ۱۲). میانگین ۱۰ ساله تنوع آلفای محصولات زراعی استان اصفهان برابر با ۰/۸۴ است. این در حالیست که روند تغییر تنوع بتای محصولات زراعی استان اصفهان طی بازه زمانی مورد مطالعه بصورت کاهشی می‌باشد و این روند نزولی از لحاظ آماری نیز معنی‌دار ($P \leq 0.01$) است (شکل ۱۲)، به عبارت دیگر تنوع بتای گونه‌های زراعی استان بطور

سال‌های بازه زمانی مورد مطالعه، مقدار عددی تنوع بتای محصولات زراعی استان مثبت بوده است و این موضوع در تأیید نتایج حاصل از شکل‌های ۴ و ۵ بیانگر آن می‌باشد که با افزایش مساحت شهرستان‌های استان، غنای گونه‌ای نیز افزایش یافته است. با وجود این، نزولی بودن روند تغییرات تنوع بتای محصولات زراعی استان اصفهان نشان می‌دهد که طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰، با گذشت زمان بتدریج از شیب افزایش غنای گونه‌ای به ازای افزایش مساحت شهرستان (تنوع بتا) کاسته شده است.



معنی‌دار از حدود ۰/۱۳ در سال‌های ابتدایی دهه ۸۰ به حدود ۰/۱ در سال‌های پایانی این دهه کاهش یافته است. بالاترین میزان تنوع بتای محصولات زراعی استان اصفهان در بازه زمانی مورد بررسی با مقدار ۰/۱۶ مربوط به سال زراعی ۸۳ و کمترین آن با مقدار ۰/۰۹ متعلق به سال زراعی ۹۰ می‌باشد. علاوه بر این، میانگین ده ساله تنوع بتای محصولات زراعی استان اصفهان در حدود ۰/۱۲ می‌باشد. تنوع بتا عبارت است از: سرعت افزایش غنای گونه‌ای به ازای افزایش مساحت نمونه‌برداری (۲۶). در تمامی



شکل ۱۲- روند تغییرات تنوع آلفا و بتای محصولات زراعی استان اصفهان در بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰

بیانگر حرکت تدریجی اکوسیستم زراعی استان به سمت کشت‌های خالص یا به عبارت دیگر کاهش یکنواختی گونه‌ای می‌باشد. از این رو، با توجه به نقش مؤثر و بی‌بدیل تنوع زیستی در پایداری اکوسیستم‌های زراعی، ضرورت اتخاذ راهبردهای مدیریت پایدار از جمله استفاده از تناوب‌های زراعی مناسب و سیستم‌های کشت مخلوط بمنظور حفظ تنوع گونه‌ای محصولات زراعی استان اصفهان و در نتیجه کاسته شدن از خطرات احتمالی تهدیدکننده پایداری سیستم‌های کشاورزی این استان احساس می‌شود.

از طرف دیگر، بنا به دلایلی از قبیل بروز خشکسالی و تغییر کاربری اراضی، سطح زیرکشت محصولات زراعی استان طی دوره مورد بررسی بطور معنی‌دار کاهش یافته

نتیجه‌گیری

تنوع گیاهی هر منطقه یکی از مهمترین چشم‌اندازهای طبیعی بوده و بهترین راهنمای قضاوت در مورد وضعیت بوم‌شناختی آن منطقه می‌باشد (۶). بطورکلی نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که طی بازه زمانی ۱۳۸۱-۱۳۹۰ تنوع زیستی گونه‌های زراعی استان اصفهان با کاهش معنی‌دار مواجه شده است. این کاهش تنوع در نتیجه کاهش معنی‌دار یکنواختی گونه‌ای یا به عبارت دیگر یکنواختی توزیع سطح زیرکشت میان گونه‌های زراعی استان به دلایلی مانند کاهش معنی‌دار سطح زیرکشت طی دوره مورد بررسی رخ داده است. بدین ترتیب، روند نزولی تغییرات شاخص تنوع شانون گونه‌های زراعی استان اصفهان با وجود مطلوب بودن مقدار میانگین ده ساله آن،

است که این امر می‌تواند در صورت تداوم تهدیدی جدی برای امنیت غذایی استان باشد، به‌ویژه آنکه طی این دوره گرایش کشاورزان به سمت محصولات نقدی از قبیل گیاهان علوفه‌ای افزایش یافته و بالتبع آن سطح زیرکشت محصولاتی مانند حبوبات که بخش عمده سبد غذایی مردم

منابع

- استان را تشکیل می‌دهند با کاهش مواجه شده است. علاوه‌براین، کاهش سطح زیرکشت محصولات زراعی می‌تواند معضلات اجتماعی مانند افزایش بیکاری در میان کشاورزان استان را نیز در پی داشته باشد.
- ۱- بصیری، ز. و عالی محمودی سراب، س. ۱۳۹۲. بررسی ارتباط بین برخی عوامل محیطی و گروه‌های اکولوژیک گیاهی در منطقه گلزار ایذه. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۳۸۷-۳۹۶: (۴)۲۶.
 - ۲- پرتال سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، ۱۳۹۲. به آدرس: www.agri-es.ir
 - ۳- پرتال مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲. به آدرس: www.amar.org.ir
 - ۴- جهانی کندری، م.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۱. بررسی تنوع گونه‌ای علف‌های هرز در مزارع گندم شرق مشهد. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰: ۴۷۵-۴۶۸.
 - ۵- ربیعی، م.، کریمی، ف.، زیرک‌باش، د.، رحیمی، آ. و صفوی‌زاده، ن. ۱۳۹۱. استان‌شناسی اصفهان. وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۶۶ص.
 - ۶- رفیعی، ف.، اجتهادی، ح. و جنگجو، م. ۱۳۹۳. بررسی تنوع گیاهی در زمان‌های مختلف پس از آتش‌سوزی در یک مرتع نیمه‌خشک. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۵: (۵)۲۷: ۸۵۴-۸۶۴.
 - ۷- شیخ‌بیلگو، ر. و محمدی، ج. ۱۳۸۹. تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری، مطالعه موردی شهر اصفهان. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳: ۸۲-۶۱.
 - ۸- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و نجفی، ف. ۱۳۸۳. تنوع زیستی گیاهان دارویی و معطر در بوم‌نظام‌های زراعی ایران. پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۲۱۶-۲۰۸.
 - 18- Blanco, J., Pascal, L., Ramon, L., Vandenbroucke, H. and Carriere, S.M. 2013. Agrobiodiversity performance in contrasting island environments: The case of shifting cultivation in Vanuatu, Pacific. Agriculture, Ecosystems and Environment, 174: 28-39.
 - 19- Delgado, J.A., Nearing, M.A. and Rice, C.W. 2013. Conservation Practices for Climate Change Adaptation. Advances in Agronomy, 121: 47-115.
 - 16- Amjath-Babu, T.S. and Kaechele, H. 2015. Agricultural system transitions in selected Indian states: What do the related indicators say about the underlying biodiversity changes and economic trade-offs? Ecological Indicators, 57: 171-181.
 - 17- Baidu-Forsen, J.J., Hodgkin, T. and Jones M. 2012. Introduction to special issue on agricultural biodiversity, ecosystems and environment linkages in Africa. Agriculture, Ecosystems and Environment, 157: 1-4.

- specialist arable plants in Central Germany since the 1950/60s—a cross-regional analysis. *Diversity Distribution*, 19: 1175-1187.
- 26- Poggio, S.L. and Ghersa, C.M. 2011. Species richness and evenness as a function of biomass in arable plant communities. *Weed Research*, 51: 241-249.
 - 27- Sieber, S., Jha, S., Tharayil Shereef, A.B., Bringe, F., Crewett, W., Uckert, G., Polreich, S., Hycenth Ndah, T., Graef, F. and Mueller, K. 2015. Integrated assessment of sustainable agricultural practices to enhance climate resilience in Morogoro, Tanzania. *Regional Environmental Change*, 46: 100-113.
 - 28- Sutcliffe, O.L. and Kay, Q.O.N. 2000. Changes in the arable flora of central southern England since the 1960. *Biological Conservation*, 93: 1-8.
 - 29- Yaghmaei, L., Soltani, S. and Khodaghali, M. 2009. Bioclimatic classification of Isfahan province using multivariate statistical methods. *International journal of climatology*, 29: 1850-1861.
 - 20- FAO. 1997. *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO, Rome.
 - 21- Fried, G., Petit, S., Dessaint, F. and Reboud, X. 2009. Arable weed decline in Northern France: crop edges as refugia for weed conservation. *Biological Conservation*, 142: 238-243.
 - 22- Jackson, L.E., Pascual, U. and Hodgkin, T. 2007. Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121: 196-210.
 - 23- Khumalo, S., Chirwa, P.W., Moyo, B.H. and Syampungani, S. 2012. The status of agrobiodiversity management and conservation in major agroecosystems of Southern Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 157: 17-23.
 - 24- Mahdavi Damghani, A., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P. and Nassiri Mahallati, M. 2007. Evaluation of Agrobiodiversity and its Effects on the Sustainability of a Wheat-Cotton Cropping System in Khorassan. *Environmental Sciences*, 4(3): 61-68.
 - 25- Meyer, S., Wesche, K., Krause, B. and Leuschner, C. 2013. Dramatic losses of

Stratification of Isfahan province regarding crop plants biodiversity during 2003-2012

Goldani M., Bannayan M. and Naderi M.R.

Agronomy Dept., Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. of Iran

Abstract

Agricultural biodiversity is considered as one of the key factors determining the sustainability of agroecosystems. Preservation of biodiversity and its effective management have an important role in achieving economical, social and environmental measures of agroecosystem sustainability, hence it is essential that through precise evaluation of diversity trend in agricultural landscapes, while its preservation, effective steps also accomplish to proper management of diversity with considering the regional characteristics. Hence, current study was carried out with the aim of evaluation and analysis the changes in crop biodiversity of Isfahan province during 2003-2012 using ecological indices of diversity, including Margalef richness index, Evenness index and Shannon diversity index. Evaluation of variation trends of study indices showed that during 2003-2012 period, crop area, evenness index, Shannon index and beta diversity of Isfahan crops have significantly decreased. The downward trend of Isfahan province's crop plants Shannon index indicated that during this period, the crop species biodiversity of Isfahan province has decreased. As, the Shannon index value of Isfahan crop species was decreased from about 2.30 in initial years of 2003-2012 period up to 2.15 in its terminal years. Results showed that significant decrease in evenness of crop area distribution and also significant reduction of crop area due to continues droughts and land use changes are among the main reasons for decline in crop diversity of Isfahan province during study period. According to cluster analysis, the townships of Isfahan province were also classified into six groups regarding their ten years average of Shannon diversity index.

Key words: species diversity, Shannon index, Margalef index, alpha diversity, beta diversity