

بررسی تنوع زیستی محصولات زراعی و باغی استان اصفهان

نسبیه پورقاسمیان¹ و روح اله مرادی^{*1}

تاریخ دریافت: 1393/04/31

تاریخ پذیرش: 1393/08/07

پورقاسمیان، ن.، و مرادی، ر. 1395. بررسی تنوع زیستی محصولات زراعی و باغی استان اصفهان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(2): 212-226.

چکیده

شاخص‌های تنوع زیستی ابزاری نیرومند برای ارزیابی پایداری نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. در این تحقیق که به منظور ارزیابی تنوع زیستی محصولات زراعی و باغی شهرستان‌های استان اصفهان و همچنین بررسی روابط موجود بین تنوع زیستی و عوامل اقلیمی این استان صورت گرفت، سطح زیر کشت، غنای گونه‌ای، یکنواختی، تنوع گونه‌ای و تنوع آلفا و بتای محصولات زراعی و باغی محاسبه شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور، اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت گیاهان زراعی و باغی شهرستان‌های مختلف استان اصفهان در سال زراعی 92-1391 از طریق اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان و همچنین پرسشنامه‌هایی جمع‌آوری گردید. محصولات زراعی به هشت گروه غلات، حبوبات، جالیزی، سبزیجات، علوفه‌ای، صنعتی و دارویی و محصولات باغی به دو گروه درختان میوه معتدله و گرمسیری طبقه‌بندی شدند. تنوع آلفا و بتا نیز با استفاده از رابطه غنای گونه‌ای مساحت برای اقلیم‌های مختلف استان محاسبه شد. نتایج نشان داد که در گروه محصولات باغی، درختان میوه معتدله (76/2 درصد) بیشترین و در گروه محصولات زراعی غلات (59/36 درصد) و گیاهان دارویی (1/09 درصد) به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت را دارا هستند. شهرستان‌های سمیرم و برخوار و میمه به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات باغی را به خود اختصاص دادند. بیشترین سطح زیر کشت محصولات زراعی در شهرستان اصفهان و کمترین آن در شهرستان خوروبیابانک مشاهده شد. شهرستان‌های کاشان، لنجان، و نطنز با 17 گونه گیاهی، بیشترین و آران و بیدگل با سه گونه گیاهی کمترین غنای گونه‌ای محصولات باغی استان را در برداشتند. بیشترین و کمترین شاخص یکنواختی محصولات باغی به ترتیب مربوط به شهرستان‌های اصفهان (0/83) و سمیرم (0/192) بود. شهرستان‌های فلاورجان، خمینی‌شهر، کاشان، نایین و نجف‌آباد دارای بیشترین شاخص یکنواختی در محصولات زراعی و شهرستان اصفهان کمترین میزان این شاخص را نشان داد. به طور میانگین بیشترین و کمترین شاخص تنوع زیستی شانون - وینر در محصولات زراعی به ترتیب مربوط به گیاهان علوفه‌ای (0/929) و جالیزی (0/442) بود. این شاخص برای درختان معتدله بیش از دو برابر درختان گرمسیری گزارش شد. بیشترین و کمترین میزان تنوع آلفا به ترتیب در شهرستان‌های واقع در اقلیم‌های معتدل و بیابانی گرم مشاهده شد. اقلیم بیابانی معتدل نیز بالاترین میزان تنوع بتا را شامل شد.

واژه‌های کلیدی: تنوع آلفا، تنوع بتا، شاخص شانون، شاخص یکنواختی، غنای گونه‌ای

مقدمه

نهادهای خارجی و عدم استفاده صحیح از روابط درونی بوم‌نظام از دلایل اصلی ناپایداری بوم‌نظام‌های زراعی در مقایسه با بوم‌نظام‌های طبیعی می‌باشد (Yunlong & Smit, 1994; Gliessman, 1992). استفاده طولانی‌مدت از نهادهای خارجی و حذف بقایای گیاهی در سیستم‌های کشاورزی فشرده سبب کاهش مواد آلی خاک و به دنبال آن کاهش تنوع زیستی می‌شود (Young- Mathews et al., 2020). تنوع زیستی در بوم‌نظام زراعی شامل تعداد گونه‌ها و وارسته‌های کاشته شده و همچنین گونه‌های وحشی وابسته به گونه‌های

کارکرد بوم‌نظام‌های زراعی در جهت افزایش تولیدات کشاورزی برنامه‌ریزی می‌شوند و تولیدشان بر مبنای میزان مصرف نهاد‌های خارجی استوار است (Altieri, 1999)، بنابراین اتکا این سیستم‌ها به

1- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان
* - نویسنده مسئول: (Email: r.moradi@uk.ac.ir)

دارا بودن 80526 هکتار، 3/14 درصد از کل سطح زیر کشت محصولات باغی کشور را شامل شده و از این لحاظ رتبه هشتم را در بین استان‌های کشور دارا می‌باشد. همچنین، با دارا بودن حدود 6/5 درصد از کل تولید محصولات زراعی کشور، رتبه چهارم در تولید این محصولات را شامل می‌گردد (Isfahan Ministry of Agriculture, 2014). با این وجود، تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه بررسی تنوع محصولات کشاورزی در مناطق مختلف این استان انجام نگرفته است. بنابراین این تحقیق با هدف ارزیابی تنوع زیستی گیاهان زراعی و باغی استان اصفهان بر مبنای شاخص‌های کمی تنوع و همچنین بررسی روابط موجود بین تنوع زیستی و عوامل اقلیمی این استان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات

این تحقیق در استان اصفهان که با مساحتی برابر با 105937 کیلومترمربع در غرب فلات مرکزی ایران و بین 30 درجه و 43 دقیقه تا 34 درجه و 27 دقیقه عرض شمالی و 49 درجه و 36 دقیقه تا 55 درجه و 31 دقیقه طول شرقی قرار دارد (Anonymous, 2014) انجام شد. داده‌های مورد نیاز برای این تحقیق از شهرستان‌های مختلف استان اصفهان شامل اردستان، اصفهان، آران و بیدگل، برخوار، تیران، چادگان، خمینی شهر، خوانسار، خور و بیابانک، دهاقان، سمیرم، شاهین شهر، شهررضا، فریدن، فریدون شهر، فلاورجان، کاشان، گلپایگان، لنجان، مبارکه، نایین، نجف‌آباد و نطنز در سال 1393 جمع‌آوری گردید. همچنین گیاهان زراعی به هفت گروه شامل: غلات، حبوبات، محصولات جالیزی، سبزیجات، نباتات علوفه‌ای، نباتات صنعتی و گیاهان دارویی و گیاهان باغی به دو گروه شامل: درختان میوه معتدله و درختان میوه گرمسیری تقسیم شدند.

اطلاعات مربوط به هر شهرستان (سال زراعی 92-1391) 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 استخراج گردید (MAJ, 2014).

تجزیه و تحلیل اطلاعات و تعیین شاخص‌های تنوع

زیستی کشاورزی

پس از استخراج داده‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها، غنای گونه‌ای با

اهلی آن است. اثرات متقابل بین منابع ژنتیکی گیاهی، عملیات مدیریت، عوامل زنده و غیرزنده محیطی سبب پیدایش تنوع کشاورزی در بوم‌نظام‌های زراعی می‌گردد (Conway, 1987). به عبارت دیگر، کشاورزان با استفاده از عملیات‌های مدیریتی از منابع ژنتیکی و منابع آب و خاک و موجودات زنده برای کسب حداکثر عملکرد و بازده استفاده می‌کنند (Almekinders et al., 1995). تنوع زیستی از طریق چرخه مواد غذایی، کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز سبب افزایش مقاومت در پاسخ به نوسانات محیطی و به دنبال آن ثبات و پایداری بیشتر بوم‌نظام‌های زراعی می‌شود (Altieri, 1999). وجود رابطه مستقیم بین تنوع زیستی بوم‌نظام‌های زراعی با نوع سیستم‌های کشاورزی به اثبات رسیده است (Benton et al., 2003). به عبارتی امروزه نوع عملیات زراعی و مدیریتی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تنوع زیستی در سطح جهان شناخته شده است. به عنوان مثال، استفاده از واریته‌های اصلاح شده سبب از بین رفتن حدود 90 درصد از واریته‌های محلی در سراسر جهان و به دنبال آن کاهش تنوع زیستی بوم‌نظام‌های کشاورزی شده است. از این‌رو، مطالعه و حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی در سال‌های اخیر مورد توجه بوم‌شناسان کشاورزی بوده و هست (Koocheki et al., 2004c). با این وجود، کشاورزی صنعتی، گسترش نظام‌های تک-کشتی و گرایش در استفاده از واریته‌های پرمحصول با تنوع ژنتیکی پایین، اگرچه عملکرد کوتاه‌مدت را افزایش می‌دهد، ولی پایداری درازمدت و کارکرد مطلوب بوم‌نظام‌های زراعی را با خطر جدی رو به رو خواهد کرد (Picasso et al., 2008).

فعالیت‌های انسان در زمینه‌های مختلف صنعتی، اقتصادی، کشاورزی و ... در تخریب و آسیب به زیستگاه‌های طبیعی بر کسی پوشیده نیست، از این بین سهم فعالیت‌های کشاورزی در از بین بردن تنوع زیستی و به دنبال آن تخریب زیستگاه‌های طبیعی و مصنوعی بیش از 50 درصد برآورد شده است (Hiltoln- Taylor, 2000). با این حال، اکثر تحقیقات و مطالعات انجام شده در زمینه اندازه‌گیری تنوع زیستی در نظام‌های طبیعی صورت گرفته و تحقیقات نسبتاً کمی به اندازه‌گیری و بررسی نقش تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی پرداخته‌اند (Nassiri Mahallati, 2005; Koocheki et al., 2004a, c).

استان اصفهان یکی از استان‌های مهم کشور در زمینه تولید محصولات زراعی و باغی و دامی می‌باشد. به طوری که، این استان با

شانون - وینر و S : تعداد گونه‌ها (یا سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی) می‌باشد. این شاخص معیاری از شدت یکنواختی توزیع تعداد یا سطح زیر کشت گونه‌های گیاهی موجود در گروه‌های مختلف محصولات کشاورزی بوده و مقدار آن مساوی یا کوچکتر از یک می‌باشد. هر چه میزان J به یک نزدیک‌تر باشد، به معنی یکنواختی بیشتر سطح زیر کشت گونه‌های یک محصول (به عنوان مثال گونه‌های مختلف غلات از قبیل جو، گندم، برنج و ...) و هر چه به صفر نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده غالبیت یک محصول (مثلاً گندم در غلات) می‌باشد (Ejtehadi et al., 2008).

برای اندازه‌گیری تنوع آلفا و بتا از رابطه غنای گونه‌ای و مساحت² (Preston, 1962) بر اساس معادله (4) استفاده شد.

$$S = C \times A^z \quad (4)$$

معادله (4) را می‌توان با تبدیل لگاریتمی به صورت خطی بیان کرد (معادله 5):

$$\text{Log}S = \text{Log}C + Z \times \text{Log}A \quad (5)$$

که در این معادله، S : غنای گونه‌ای و A : مساحت منطقه می‌باشد. C و Z : ضرایب ثابت بوده که به ترتیب بیانگر تعداد گونه‌ها یا غنای گونه‌ای در کوچکترین مساحت یا به عبارتی منطقه اولیه و سرعت افزایش غنای گونه‌ای با افزایش مساحت می‌باشند. عرض از مبدأ معادله (5) یعنی C ، بیانگر تنوع آلفا و شیب معادله (Z) بیان‌کننده تنوع بتا می‌باشد. اطلاعات اقلیمی مربوط به درجه حرارت و بارندگی برای مناطق مختلف استان اصفهان در سال 1390 استخراج (Anonymouse, 2013) و بر اساس تقسیم‌بندی آمبرژه (Alizadeh et al., 2002) این استان به چهار اقلیم بیابانی گرم (شامل شهرستان‌های اردستان، اصفهان، اراک و بیدگل، تیران، خور و بیابانک، سمیرم، کاشان، نایین و نطنز)، بیابانی معتدل (شامل شهرستان‌های برخوار، خمینی شهر، خوانسار، شاهین شهر، فریدون، گلپایگان، نجف-آباد)، خشک سرد (شامل شهرستان‌های دهقان، شهررضا، لنجان و مبارکه) و معتدل (شامل شهرستان‌های چادگان، فریدونشهر و فلاورجان) تقسیم‌بندی شد و مقایسه تنوع آلفا و بتا در میان کل گونه‌های زراعی و باغی این چهار منطقه آب و هوایی انجام شد. بدین منظور غنای گونه‌های شهرستان‌ها به عنوان C و مساحت هر استان به عنوان A منظور شد و معادله مورد نظر برازش داده شد.

شمارش تعداد گونه‌های زراعی و باغی در هر شهرستان تعیین گردید. برای ارزیابی تنوع گونه‌ای از شاخص تنوع گونه‌های شانون - وینر (H') که بر اساس غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها می‌باشد، طبق معادله (1) استفاده شد (Shannon & Weaver, 1949). این شاخص، برآورد مناسبی از میزان تنوع ارائه داده و علاوه بر غنای گونه‌ای تعداد افراد گونه را نیز در بر می‌گیرد. و به عبارتی شاخص توزیع افراد بین گونه‌ها را هم مد نظر قرار می‌دهد و از 0-5 متغیر است (Ejtehadi et al., 2008).

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

که در این معادله، H' : شاخص شانون - وینر ($H \geq 0$)، n_i : تعداد افراد (یا مقدار زیست‌توده) هر گونه (i امین گونه)، N : تعداد کل افراد (بیوماس کل) در یک منطقه و $\frac{n_i}{N}$: نسبت یا فراوانی نسبی یک گونه می‌باشد.

در این مطالعه جهت محاسبه شاخص تنوع شانون - وینر، مقدار $\frac{n_i}{N}$ برای محصولات زراعی و باغی به صورت سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در هر گروه مورد مطالعه به کل سطح زیر کشت در سال زراعی 92-1391 برای هر شهرستان از طریق معادله (2) محاسبه گردید (Shannon & Weaver, 1949).

$$H = -\sum p_i \times \ln p_i \quad (2)$$

در این معادله، p_i : سهم نامین گونه محصول مورد مطالعه (برای مثال، سطح زیر کشت گندم در یک شهرستان) از کل سطح زیر کشت آن نوع محصول (به عنوان مثال، سطح زیر کشت غلات در یک شهرستان) می‌باشد. برای ارزیابی شاخص کل محصولات زراعی و باغی، کلیه محصولات دخیل در هر گروه در نظر گرفته شد.

همچنین برای بررسی چگونگی پراکندگی بین گروه‌های مختلف و همچنین کل محصولات در سطح شهرستان از شاخص یکنواختی¹ استفاده شد (Gosselin, 2006)، که با معلوم بودن شاخص شانون از طریق معادله (3) محاسبه شد (Ejtehadi et al., 2008).

$$J = \frac{H}{\ln S} \quad (3)$$

که در این معادله، J : شاخص یکنواختی، H : شاخص تنوع

جدول 1- سطح زیر کشت، غنای گونه‌ای و گونه غالب در محصولات مختلف کشاورزی استان اصفهان
 Table 1- Planting area, species richness and dominant species of different agricultural productions in Isfahan province

شهرستان Region	گیاهان زراعی Crops			گیاهان باغی Horticultural plants		
	غنای گونه‌ای Species richness	گونه غالب Dominant species	سطح زیر کشت (هکتار) Planting area (ha)	غنای گونه‌ای Species richness	گونه غالب Dominant species	سطح زیر کشت (هکتار) Planting area (ha)
اردستان Ardestan	29	جو Barley	13429	13	انار Pomegranate	5559.3
اصفهان Isfahan	29	گندم Wheat	53251.6	16	انار Pomegranate	2786.3
آران و بیدگل Aranobidgol	22	جو Barley	10481.7	3	پسته Pistachio	2303
برخوار میمه Borkharomeymeh	22	گندم Wheat	14324	14	انگور Grapes	761
تیران Tiran	21	گندم Wheat	4329.7	15	بادام Almond	4595.5
چادگان Chadegan	18	گندم Wheat	17487.5	11	بادام Almond	1051.3
خمینی شهر Khomenishahr	20	سیب زمینی Potato	3322.5	13	کلابی Pear	1685
خوانسار Khansar	15	گندم Wheat	2367.6	12	گردو Walnut	2130.5
خور و بیابانک Khorobiabanak	11	جو Barley	1082	8	خرما Date	860
دهاقان Dehaghan	15	گندم-جو Wheat-barley	5165	13	انگور Grapes	1546
سمیرم Semirum	16	گندم Wheat	21825	11	سیب Apple	23535.2
شاهین شهر Shahinshahr	22	گندم Wheat	13375	14	پسته Pistachio	1714
شاهین شهر Shahinshahr	22	گندم Wheat	13375	14	انار Pomegranate	3611
فریدن Fereidan	20	گندم Wheat	25982	11	بادام Almond	1767
فریدونشهر Fereidonshahr	15	گندم Wheat	11994	10	بادام Almond	1899.7
فلاورجان Felavarjan	15	گندم-برنج Wheat-rice	8883	9	هلو Peach	1621.4
کاشان Kashan	26	جو Barley	8001.1	17	انار Pomegranate	6073.4
گلپایگان Golpayegan	24	جو - یونجه Barley-alfalfa	17411	12	بادام Almond	1152.5
لنجان Lenjan	19	برنج Rice	4074.2	17	بادام Almond	2594.1
مبارکه Mobarakeh	24	جو Barley	11189.8	15	انگور Grapes	1385
نایین Naïen	15	گندم Wheat	1132	10	پسته Pistachio	1276.7
نجف‌آباد Najafabad	21	گندم Wheat	3624.5	14	بادام Almond	2772.8
نطنز Natanz	19	جو Barley	5918	17	انار Pomegranate	4371.8

جدول 2- درصد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی در مناطق مختلف استان اصفهان

Table 2- The percent of planting area of different agricultural productions in different regions of Isfahan province

شهرستان Region	گیاهان باغی Horticultural plants		گیاهان زراعی Crops						
	گرمسیری Tropical	معتدله Temperate	دارویی Medicinal	صنعتی Industrial	علوفه‌ای Forage	سبزیجات Vegetable	جالیزی Vine	حبوبات Pulses	غلات Cereal
اردستان Ardestan	23.449	2.121	1.217	4.865	5.438	1.033	12.665	3.502	5.310
اصفهان Isfahan	7.549	2.382	1.305	34.409	19.89	12.193	13.225	0.000	21.75
آران و بیدگل Aranobidgol	12.514	0.000	2.790	9.275	2.421	0.714	22.079	0.000	4.095
برخوار میمه Borkharomeymeh	1.701	0.764	0.473	10.205	7.066	0.814	17.489	0.000	5.035
تبران Tiran	0.372	7.719	1.478	0.086	2.673	1.056	0.171	2.124	1.440
چادگان Chadegan	0.000	1.793	0.118	0.162	4.485	9.482	1.712	7.693	7.309
خمینی شهر Khomenishahr	0.168	2.820	0.017	2.443	1.353	3.940	1.867	0.115	0.737
خوانسار Khansar	0.000	3.633	0.105	0.086	1.463	0.461	0.000	0.086	0.879
خور و بیابانک Khorobiabank	4.537	0.043	2.198	0.076	0.329	0.077	0.000	0.000	0.503
دهاقان Dehaghan	1.842	2.058	0.085	0.141	1.166	0.551	0.794	6.889	2.311
سمیرم Semirum	0.000	40.129	0.406	10.010	3.702	10.377	0.078	48.797	7.402
شاهین شهر Shahinshahr	4.554	1.494	2.841	8.886	5.865	1.133	3.407	0.000	5.410
شهرضا Shahreza	8.765	3.407	0.000	4.302	4.156	0.376	4.466	3.559	4.747
فریدن Fereidan	0.000	3.013	0.338	2.605	8.700	25.139	1.478	10.357	8.308
فريدونشهر Fereidonshar	0.000	3.239	0.440	0.043	4.153	9.255	0.218	9.989	3.967
فلاورجان Felavarjan	0.337	2.659	0.203	0.000	3.569	9.620	2.209	0.287	2.624
کاشان Kashan	15.937	5.355	59.692	6.540	1.036	5.499	7.422	2.641	1.818
گلپایگان Golpayegan	0.027	1.957	0.609	2.476	13.81	0.964	0.825	3.445	5.497
لنجان Lenjan	0.496	4.267	0.007	0.335	0.781	0.572	0.778	0.057	2.124
مبارکه Mobarakeh	0.571	2.182	14.704	1.676	2.955	3.840	0.000	0.459	4.935
نایین Naien	3.536	1.067	2.029	1.189	0.198	0.357	0.047	0.000	0.472
نجف آباد Najafabad	3.732	3.557	2.418	0.005	2.791	1.732	1.696	0.000	0.887
نطنز Natanz	9.913	4.344	6.527	0.184	1.997	0.814	7.375	0.000	2.436
کل Total	23.884	76.116	1.097	3.431	20.83	9.657	2.383	3.230	59.36

و همکاران (Koocheki et al., 2011) نیز در مطالعه‌ای که در سال زراعی 1386-87 در ارتباط با محصولات زراعی کل ایران انجام دادند، غلات را با حدود 56 درصد از کل سطح زیر کشت کشور به عنوان نظام غالب کشت در ایران معرفی نمودند. باجو (Bajwa, 1995) و آلتیری (Altieri, 1999) غالبیت این نظام کشتی را برای اراضی کشاورزی کل جهان به اثبات رساندند.

پس از غلات بیشترین سطح زیر کشت متعلق به نباتات علوفه‌ای با حدود 20 درصد سطح زیر کشت بود (جدول 2). استان‌های اصفهان، گلپایگان و فریدن به ترتیب با 19/89، 13/81 و 8/7 درصد کمترین سطح زیر کشت نباتات علوفه‌ای را شامل شدند (جدول 2).

گیاهان دارویی با حدود یک درصد سطح زیر کشت کمترین سهم را در نظام زراعی استان داشتند، که از این بین کاشان با 59/69 و مبارکه با 14/7 درصد بیشترین سطح زیر کشت گیاهان دارویی را شامل شدند. کمترین سطح زیر کشت این گیاهان در شهرستان‌های شهرضا (صفر 0/007 درصد)، خمینی شهر (0/017 درصد) و دهقان (0/085 درصد) قرار داشت (جدول 2). 20 درصد باقیمانده متعلق به مابقی گیاهان زراعی استان (حبوبات، محصولات جالیزی، سبزیجات و نباتات صنعتی) بود (جدول 2).

لازم به ذکر است که در 14 شهرستان از استان اصفهان گندم (*Triticum aestivum* L.) گونه زراعی غالب بود. جو (*Hordeum vulgare* L.) در هفت شهرستان، برنج (*Oryza sativa* L.) در دو شهرستان و یونجه (*Medicago sativa* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در یک شهرستان گونه‌های زراعی غالب بودند (جدول 1). این مسئله گویای تمایل و همچنین امکان کشت بیشتر گندم و جو نسبت به بقیه محصولات زراعی در استان اصفهان است. همچنین محققان 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 (Koocheki et al., 2004b). در ارتباط با محصولات باغی نیز گونه غالب در هفت شهرستان از 23 شهرستان بادام (*Prunus dulcis* Mill.) بود. انار (*Punica granatum* L.) در پنج شهرستان، پسته (*Pistacia vera* L.) در سه شهرستان و انگور (*Vitis vinifera* L.) در دو شهرستان گونه غالب را به خود اختصاص دادند. گلابی (*Pyrus communis*

لازم به ذکر است که غنای گونه‌ای و مساحت منطقه در سطح شهرستان‌ها به صورت تجمعی محاسبه گردید و تعداد گونه‌های مشترک و غیر مشترک در محاسبه غنای گونه‌ای منظور شد.

نتایج و بحث

سطح زیر کشت: بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات باغی در استان اصفهان به ترتیب متعلق به سمیرم با حدود 23535 هکتار و برخوار و میمه با حدود 761 هکتار بود (جدول 1). محصولات باغی به دو گروه درختان میوه معتدله و گرمسیری تقسیم شدند، که درختان معتدله 76/2 درصد از کل سطح زیر کشت محصولات باغی در سطح استان را به خود اختصاص داد (جدول 2). کمتر از نیمی (40/2 درصد) از درختان میوه معتدله در شهرستان سمیرم کشت می‌شوند که البته بیشترین سهم سطح زیر کشت آن‌ها متعلق به درخت سیب است (جدول‌های 1 و 2). این شهرستان با توجه به غالبیت درخت سیب کمترین میزان یکنواختی را در بین شهرستان‌های استان داشت (جدول 4). شهرستان‌های آران و بیدگل (صفر درصد)، برخوار و میمه (0/76 درصد) و خور و بیابانک (0/04 درصد) در کل کمتر از یک درصد از کشت درختان معتدله را شامل شدند (جدول 2). در شهرستان‌های چادگان، خوانسار، سمیرم، فریدن و فریدونشهر درختان گرمسیری وجود نداشت (جدول 2). حدود 50 درصد از درختان گرمسیری در شهرستان‌های اردستان (23/44 درصد)، آران و بیدگل (12/51 درصد) و کاشان (15/93 درصد) کشت شدند (جدول 2).

در مورد محصولات زراعی، شهرستان‌های اصفهان و خور و بیابانک به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت را در استان داشتند (جدول 1). در بین محصولات زراعی مختلف استان، غلات با حدود 59 درصد، بیشترین سطح زیر کشت گیاهان زراعی استان را داشتند (جدول 2). در بین شهرستان‌های مختلف نیز اصفهان، فریدن، سمیرم و چادگان به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت غلات را به خود اختصاص دادند به نحوی که بیش از 50 درصد از سطح زیر کشت غلات را در این شهرستان‌ها وجود داشت. کمترین سطح زیر کشت غلات نیز به ترتیب در شهرستان‌های نائین، خور و بیابانک، خمینی-شهر، خوانسار و نجف‌آباد مشاهده شد (جدول 2). با توجه به این آمارها، غلات نظام غالب کشت در استان اصفهان می‌باشند. کوچکی

شاخص یکنواختی محصولات زراعی در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان نشان داد که بیشترین میزان این شاخص به ترتیب مربوط به شهرستان‌های فلاورجان، خمینی‌شهر، کاشان، نائین و نجف‌آباد بود. مقدار این شاخص برای شهرستان‌های ذکر شده در محدوده 0/7 تا 0/8 بود. کمترین مقدار این شاخص به شهرستان اصفهان (0/513) تعلق گرفت (جدول 3). 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 چند گونه کاهش می‌یابد (Koocheki et al., 2011). به عنوان مثال، در شهرستان اصفهان کمترین میزان شاخص یکنواختی در گیاهان زراعی به دست آمد. این در حالی است که حدود 80 درصد سطح زیر کشت غلات متعلق به گندم، بیش از 50 درصد سبزیجات مربوط به پیاز (*Allium cepa* L.)، بیش از 50 درصد نباتات علوفه‌ای متعلق به یونجه و ...، به طور میانگین در هر گروه گیاهان زراعی 50 درصد سطح زیر کشت متعلق به یکی از محصولات است (اعداد نشان داده نشده است). بنابراین با وجود این که این شهرستان بیشترین غنای گونه‌ای و بیشترین سطح زیر کشت گیاهان زراعی را دارا بود ولی کمترین یکنواختی را نشان داد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2004c) در بررسی تنوع ارقام در بین گیاهان زراعی ایران، پایین بودن شاخص یکنواختی ارقام یونجه در کشور را به دلیل غالبیت رقم‌های خاصی از این محصول دانستند. میانگین‌های شاخص یکنواختی بین محصولات زراعی مختلف نیز متفاوت بود به طوری که بیشترین و کمترین میزان این شاخص به ترتیب برای حبوبات (0/921) و گیاهان صنعتی (0/569) مشاهده شد (جدول 3).

شاخص تنوع شانون - وینر: به طور میانگین شاخص شانون - وینر برای درختان معتدله 1/54 می‌باشد که این رقم تقریباً بیش از دو برابر این شاخص برای درختان گرمسیری (0/65) این استان است (جدول 4). واضح است استان اصفهان شرایط رشد و نمو درختان معتدله را بهتر فراهم می‌کند، بنابراین، تعداد و تنوع درختان معتدله در این اقلیم بیش از درختان گرمسیری است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) به پایین بودن شاخص شانون - وینر در اکثر محصولات کشاورزی ایران اشاره کرده‌اند.

L.)، گردو (*Juglans regia* L.)، خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، سیب (*Malus domestica* L.) و هلو (*Prunus persica* L.) به ترتیب در شهرستان‌های خمینی‌شهر، خوانسار، خورویبابانک، سمیرم و فلاورجان جزء گونه‌های غالب بودند (جدول 1).

غنای گونه‌ای و یکنواختی: غنای گونه‌ای محصولات باغی مختلف در شهرستان‌های استان اصفهان گویای این واقعیت است که کاشان، لنجان و نطنز با 17 گونه، اصفهان با 16 و مبارکه و تیران با 15 گونه گیاهی بیشترین و آران و بیدگل با سه گونه گیاهی کمترین فراوانی گونه‌ای را بین کلیه محصولات باغی استان دارا بودند (جدول 1). در محصولات زراعی شهرستان‌های اردستان و اصفهان با 29 گونه و شهرضا و کاشان با 26 گونه دارای بیشترین غنای گونه‌ای و شهرستان خور و بیابانک با 11 گونه کمترین تعداد گونه را دارا بودند. تنوع اقلیمی و تنوع در خصوصیات خاک اساس ایجاد تنوع در نظام‌های زراعی هستند (Oldfield & Alcorn, 1987). شاید غنای گونه‌ای بالای محصولات زراعی و باغی در شهرستان‌های ذکر شده ناشی از تنوع اقلیمی بالا در این شهرستان‌ها باشد. با بررسی اقلیم شهرستان‌های مختلف استان اصفهان می‌توان دریافت که شهرستان اصفهان از اطراف با چهار اقلیم مختلف (سرد و خشک، معتدل، بیابانی معتدل و بیابانی گرم) احاطه شده است، در حالی که آران و بیدگل 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 (Gliessman, 1995). 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 (Maguran, 1996). محاسبه شاخص یکنواختی محصولات باغی در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان نشان داد که بیشترین و کمترین یکنواختی به ترتیب مربوط به شهرستان‌های اصفهان (0/830) و سمیرم (0/192) است (جدول 3). تفاوت در میانگین شاخص یکنواختی درختان معتدله و گرمسیری حدود 0/1 بود.

جدول 3- شاخص یکنواختی گروه‌های مختلف محصولات کشاورزی در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان
 Table 3- Evenness index of different agricultural productions in different regions of Isfahan province

شهرستان Region	گیاهان باغی Horticultural plants			گیاهان زراعی Crops							
	کل Total	گرمسیری Tropical	معتدله Temperate	کل Total	دارویی Medicinal	صنعتی Industrial	علوفه‌ای Forage	سبزیجات Vegetable	جالیزی Vine	حبوبات Pulses	غلات Cereal
اردستان Ardestan	0.570	0.659	0.715	0.614	0.852	0.526	0.570	0.748	0.472	0.871	0.713
اصفهان Isfahan	0.830	0.809	0.842	0.513	0.912	0.697	0.506	0.724	0.810	-	0.347
آران و بیدگل Aranobidgol	0.311	0.311	-	0.616	0.488	0.046	0.792	0.781	0.443	-	0.575
برخوار میمه Borkharomeymeh	0.524	0.738	0.263	0.606	0.797	0.874	0.443	0.997	0.550	-	0.509
تیران Tiran	0.602	0.487	0.653	0.594	0.298	-	0.611	0.561	0.684	0.865	0.489
چادگان Chadegan	0.664	-	0.663	0.564	0.985	-	0.694	0.045	-	0.798	0.926
خمینی شهر Khomenishahr	0.761	0.526	0.818	0.763	-	0.073	0.594	0.549	0.811	-	0.897
خوانسار Khansar	0.646	-	0.645	0.595	0.708	-	0.490	-	-	0.836	0.942
خور و بیابانک Khorobiabank	0.680	0.931	0.744	0.604	0.961	0.863	0.636	-	-	-	0.596
دهاقان Dehaghan	0.742	0.556	0.689	0.594	-	0.961	0.642	0.780	-	-	0.726
سمیرم Semirum	0.196	-	0.196	0.580	0.979	-	0.404	0.008	-	0.825	0.270
شاهین شهر Shahinshahr	0.704	0.656	0.662	0.578	0.996	0.711	0.545	0.789	0.685	-	0.536
شهرضا Shahreza	0.679	0.223	0.750	0.556	-	0.160	0.637	0.780	0.761	0.982	0.724
فریدن Fereidan	0.583	-	0.583	0.620	0.729	0.352	0.733	0.136	-	1.551	0.960
فردونشهر Fereidonshar	0.539	-	0.538	0.689	-	-	0.728	0.038	-	0.863	0.962
فلاورجان Felavarjan	0.884	-	0.890	0.828	-	-	0.715	0.914	-	-	0.953
کاشان Kashan	0.773	0.567	0.821	0.718	0.342	0.069	0.360	0.751	0.922	0.987	0.636
گلپایگان Golpayegan	0.807	-	0.827	0.537	0.964	0.377	0.493	0.563	0.313	0.566	0.954
لنجان Lenjan	0.638	0.580	0.677	0.544	-	0.872	0.484	0.550	-	-	0.748
مبارکه Mobarakeh	0.610	0.567	0.618	0.647	0.700	0.690	0.535	0.599	-	0.985	0.854
نائین Naien	0.645	0.423	0.564	0.712	0.999	0.850	0.787	0.723	-	-	0.725
نجف آباد Najafabad	0.817	0.673	0.783	0.706	0.583	-	0.540	0.738	0.909	-	0.763
نطنز Natanz	0.758	0.391	0.833	0.645	0.659	0.977	0.515	0.794	0.548	-	0.812
میانگین Mean	-	0.569	0.672	-	0.762	0.569	0.585	0.598	0.659	0.921	0.722

جدول 4- شاخص تنوع زیستی شانون محصولات مختلف کشاورزی در مناطق مختلف استان اصفهان
 Table 4- Shannon index of different agricultural productions in different regions of Isfahan province

شهرستان Region	گیاهان باغی Horticultural plants			گیاهان زراعی crops							
	کل Total	گرمسیری Tropical	معتدله Temperate	کل Total	دارویی Medicinal	صنعتی Industrial	علوفه- ای Forage	سبزیجات Vegetable	جالیزی Vine	حبوبات Pulses	غلات Cereal
اردستان Ardestan	1.462	0.724	1.646	2.066	0.591	0.729	1.022	1.204	0.655	1.207	0.989
اصفهان Isfahan	2.302	1.121	2.094	1.727	1.002	1.122	0.908	1.166	1.304	-	0.559
آران و بیدگل Aranobidgol	0.342	0.342	-	1.904	0.677	0.051	1.099	1.083	0.615	-	0.797
برخوار میمه Borkharomeymeh	1.383	0.810	0.632	1.873	0.876	1.407	0.713	0.691	0.604	-	0.705
تبران Tiran	1.630	0.675	1.566	1.808	0.328	Rare*	0.984	0.777	0.474	0.950	0.537
چادگان Chadegan	1.591	-	1.591	1.631	0.683	Rare	1.117	0.049	Rare	0.876	0.642
خمینی شهر Khomeinishahr	1.951	0.578	1.883	2.285	Rare	0.050	0.956	0.985	0.562	Rare	0.985
خوانسار Khansar	1.605	-	1.604	1.611	0.491	Rare	0.879	Rare	-	0.579	0.653
خور و بیابانک Khorobiabank	1.415	1.290	1.032	1.448	0.666	0.598	0.699	Rare	-	-	0.654
دهاقان Dehaghan	1.902	0.385	1.654	1.608	Rare	0.666	0.706	1.082	Rare	Rare	0.798
سمیرم Semirum	0.470	-	0.470	1.608	0.679	Rare	0.560	0.006	Rare	0.907	0.187
شاهین شهر Shahinshahr	1.857	0.721	1.588	1.785	0.691	1.144	0.877	1.094	0.475	-	0.743
شهرضا Shahreza	1.793	0.245	1.799	1.811	-	0.222	1.142	1.397	1.055	1.078	0.796
فریدن Fereidan	1.398	-	1.398	1.857	0.801	0.244	1.180	0.189	Rare	1.704	0.665
فریدونشهر Fereidonshar	1.240	-	1.240	1.866	Rare	Rare	1.172	0.026	Rare	0.948	0.666
فلاورجان Felavarjan	1.942	Rare	1.850	2.242	Rare	-	1.151	1.267	Rare	Rare	1.048
کاشان Kashan	2.188	0.913	2.040	2.339	0.376	0.047	0.501	1.562	1.278	0.684	0.698
گلپایگان Golpayegan	2.004	Rare	1.984	1.708	0.668	0.415	0.959	1.008	0.217	0.392	0.661
لنجان Lenjan	1.808	0.934	1.6827	1.601	Rare	0.958	0.943	0.381	Rare	Rare	1.038
مبارکه Mobarakeh	1.653	0.913	1.423	2.055	0.971	0.758	0.959	0.831	-	1.082	1.185
ناین Naïen	1.485	0.681	0.907	1.927	0.693	0.934	0.864	1.002	Rare	-	0.796
نجف آباد Najafabad	2.157	0.740	1.879	2.150	0.404	Rare	1.050	1.187	0.999	-	0.839
نطنز Natanz	2.148	0.629	2.070	1.899	0.457	0.677	0.924	0.872	0.602	-	0.892
میانگین Mean	-	0.650	1.547	-	0.503	0.456	0.929	0.777	0.442	0.694	0.762

Rare = اندک

ایشان همچنین بیشترین و کمترین شاخص شانون - وینر بین محصولات زراعی و باغی در ایران را به ترتیب مربوط به محصولات

همچنین کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) 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. در مطالعه حاضر نیز شهرستان‌های اصفهان و اردستان بیشترین غنای گونه‌ای را داشتند، در حالی که شهرستان اردستان به دلیل داشتن یکنواختی بالاتر از شاخص تنوع شانون - وینر بالاتری نیز برخوردار بود.

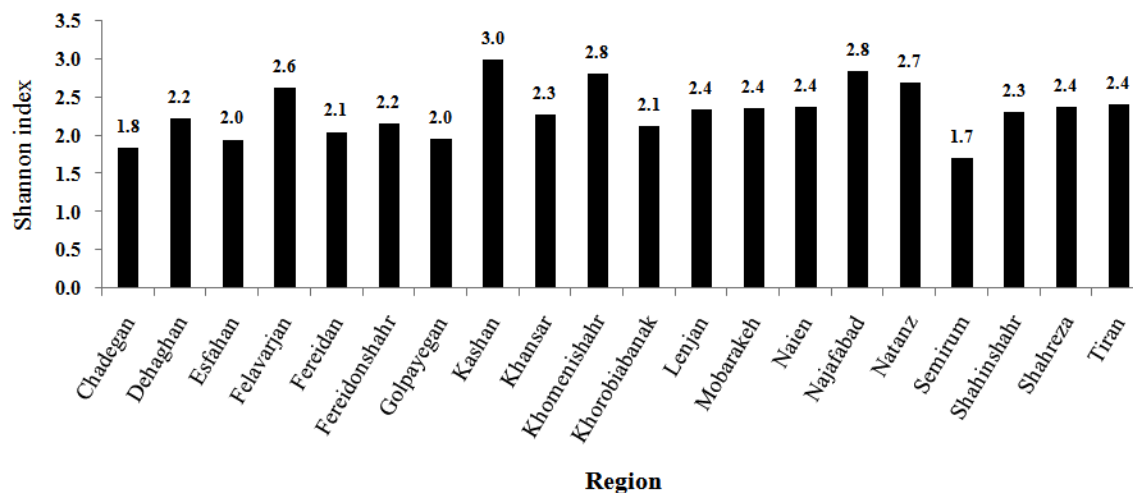
همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان تنوع زیستی شانون - وینر در محصولات زراعی مربوط به حبوبات در فریدن و در ارتباط با محصولات باغی در درختان معتدله در شهرستان‌های اصفهان، کاشان و نطنز است.

شاخص تنوع شانون - وینر کل: بررسی میزان شاخص تنوع شانون - وینر کل برای محصولات کشاورزی استان اصفهان نشان داد که میزان این شاخص در شهرستان‌های مختلف بین 1/7 تا 3 متغیر بود (شکل 1). شهرستان‌های کاشان، نجف‌آباد و خمینی شهر به ترتیب با شاخص تنوع 3، 2/84 و 2/81 بالاترین میزان تنوع شانون - وینر را در این استان شامل شدند (شکل 1). از طرفی، کمترین میزان این صفت نیز به ترتیب با 1/7 و 1/8 در شهرستان‌های سمیرم و چادگان به دست آمد.

باغی (1/95) و محصولات علوفه‌ای (0/6) دانستند. مگ و همکاران (Meng et al., 1999) مقدار تنوع شاخص شانون - وینر را برای بوم‌نظام‌های زراعی حداکثر تا سه گزارش کردند.

مقدار این شاخص برای محصولات باغی در شهرستان‌های اصفهان (2/302)، کاشان (2/188)، نجف‌آباد (2/157) و نطنز (2/148) بالاتر از بقیه شهرستان‌های استان اصفهان می‌باشد، در حالی که کمترین مقدار این شاخص در شهرستان‌های آران و بیدگل (0/342) و سمیرم (0/47) مشاهده شد (جدول 4).

بررسی میانگین شاخص شانون - وینر در بین محصولات زراعی بیانگر برتری این صفت در گیاهان علوفه‌ای (0/929) می‌باشد. کمترین میزان این شاخص در گیاهان جالیزی (0/442) و نباتات صنعتی (0/456) مشاهده شد (جدول 4). بررسی میانگین شاخص تنوع شانون برای گیاهان زراعی در بین شهرستان‌های مختلف استان اصفهان نشان داد که بیشترین تنوع شانون متعلق به شهرستان‌های خمینی شهر (2/285)، فلاورجان (2/242)، کاشان (2/339) و نجف‌آباد (2/15) بود (جدول 4). کمترین میزان این صفت نیز متعلق به شهرستان خور و بیابانک با میانگین 1/448 بود. برخی از محققان به وجود همبستگی مثبت و بالا بین شاخص یکنواختی و تنوع شانون اشاره کرده‌اند (Koocheki et al., 2011; Koocheki et al., 2004c). در این تحقیق نیز شهرستان‌هایی که بالاترین تنوع شانون را در مورد گیاهان زراعی داشتند (خمینی شهر، فلاورجان، کاشان و نجف‌آباد) از بالاترین یکنواختی نیز بهره‌مند بودند. (جدول‌های 3 و 4).



شکل 1- شاخص تنوع زیستی شانون برای کل محصولات کشاورزی در مناطق مختلف استان اصفهان

Fig. 1- Total Shannon index of different agricultural productions in different regions of Isfahan province

گونه‌های جدید یا حرکت در امتداد شهرستان‌های واقع در اقلیم بیابانی معتدل بیشتر از دیگر اقلیم‌ها می‌باشد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) نیز با بررسی میزان تنوع آلفا و بتا برای اقلیم‌های مختلف کشور نشان دادند 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 شامل شدند. نصیری و همکاران (Nassiri Mahallati et al., 2005) نیز با مطالعه تنوع آلفا و بتا برای چند استان کشور، بیشترین (1/19) و کمترین (0/43) میزان تنوع آلفا را به ترتیب برای استان‌های گیلان و فارس گزارش کردند. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) نیز با بررسی میزان تنوع آلفا و بتا برای سبزیجات در اقلیم‌های مختلف ایران نشان دادند که در استان‌هایی که از یکنواختی اقلیمی بیشتری برخوردار هستند (ناحیه معتدل و مرطوب شمالی) تنوع آلفا زیاد و تنوع بتا اندک بود. در حالی که با افزایش غیریکنواختی اقلیم (ناحیه جنوب کشور) از تنوع آلفا کاسته شده و بر تنوع بتا افزوده شده است.

جدول 5- میزان تنوع آلفا (α) و بتا (β) در اقلیم‌های مختلف استان

اصفهان از نظر غنای گونه‌ای محصولات کشاورزی

Table 5- Alpha (α) and Beta (β) diversity index in different climates of Isfahan based on species richness

اقلیم Climate	R ²	Z	C
بیابانی گرم Hot desert	0.93	0.014	13.27
بیابانی معتدل Moderate desert	0.95	0.043	19.41
خشک سرد Cool dry	0.83	0.032	21.25
معتدل Moderate	0.92	0.007	22.41

C و Z ضرایب معادله (5) بوده C (عرض از مبدأ) به عنوان برآوردی از تنوع آلفا و Z (شیب خط رگرسیون) برآوردی از تنوع بتا و R² 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.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که درختان معتدله 76/2 درصد از کل سطح زیر

از آن جایی که، میزان شاخص تنوع شانون - وینر از صفر تا پنج متغیر می‌باشد و سطوح بالای تنوع معمولاً در محیط‌های طبیعی مشاهده می‌شود (Ejtehadi et al., 2008). به نظر می‌رسد، استان اصفهان از تنوع زیستی مناسبی برخوردار می‌باشد.

تنوع آلفا و بتا

بررسی میزان شاخص‌های تنوع آلفا و بتا در اقلیم‌های مختلف استان اصفهان نشان داد که شهرستان‌هایی که در اقلیم معتدل و خشک سرد قرار داشتند به ترتیب با 22/41 و 21/25 گونه بیشترین میزان تنوع آلفا را دارا بودند و شهرستان‌های واقع در اقلیم بیابانی گرم کمترین میزان این شاخص را (13/27) شامل شدند (جدول 5). میزان تنوع آلفا برای اقلیم بیابانی معتدل نیز برابر با 19/41 گونه بود. این موضوع خود به خوبی نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که میزان غنای گونه‌ای در مناطق واقع در اقلیم معتدل دارای بیشترین مقدار نسبت به دیگر اقلیم‌های استان اصفهان می‌باشد. به نظر می‌رسد که در این اقلیم به دلیل داشتن ویژگی‌های آب و هوایی معتدل، 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 کار می‌باشند. از طرف دیگر، میزان تنوع بتا که نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که با حرکت از یک شهرستان به شهرستان دیگر در اقلیم‌های مختلف، چه تعداد گونه جدید به غنای گونه‌ای اضافه می‌شود، در اقلیم بیابانی معتدل بیشترین و در اقلیم معتدل کمترین مقدار را شامل شد (جدول 5). این موضوع نشان می‌دهد که در اقلیم‌های بیابانی معتدل و معتدل به ازای حرکت از یک اقلیم به اقلیم دیگر به ترتیب 0/043 و 0/007 گونه جدید به غنای گونه‌ای منطقه اضافه شده است (جدول 5). در مناطق بیابانی گرم و خشک سرد نیز میزان تغییرات غنای گونه‌ای با افزایش مساحت هر اقلیم به ترتیب 0/014 و 0/032 گونه بود. بالا بودن تنوع بتا در اقلیم معتدل نشان می‌دهد که با وجود بالا بودن میزان غنای گونه‌ای (تنوع آلفا) در شهرستان‌های واقع در این اقلیم، هنگامی که از یک شهرستان به شهرستان دیگر حرکت می‌کنیم تنها 0/007 گونه جدید مشاهده می‌شود و به عبارتی در کلیه شهرستان‌های واقع در اقلیم معتدل گونه‌های گیاهی مشابهی کشت و کار می‌گردد، ولی مشاهده

همچنین بیشترین و کمترین مقدار این شاخص را شهرستان‌های اصفهان و آران و بیدگل دارا بودند. در بین محصولات زراعی بیشترین شاخص تنوع زیستی شانون- وینر در گیاهان علوفه‌ای و کمترین آن در گیاهان جالیزی بود. در بین شهرستان‌های مختلف استان نیز بیشترین تنوع شانون- وینر در محصولات زراعی متعلق به شهرستان‌های خمینی‌شهر (2/285)، فلاورجان (2/242)، کاشان (2/339) و نجف‌آباد (2/15) و کمترین میزان این صفت متعلق به شهرستان خور و بیابانک با میانگین 1/448 می‌باشد. به لحاظ تنوع آلفا و بتا نیز بین شهرستان‌های مختلف استان مشاهده شد که اقلیم معتدل و خشک سرد بیشترین میزان تنوع آلفا و شهرستان‌های واقع در اقلیم بیابانی گرم کمترین میزان این شاخص را شامل شدند همچنین اقلیم بیابانی معتدل و اقلیم معتدل به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار تنوع بتا را نشان دادند.

کشت محصولات باغی در سطح استان را به خود اختصاص دادند. همچنین سمیرم و برخوار و میمه به ترتیب بیشترین و کمترین سطح زیر کشت محصولات باغی را به خود اختصاص دادند. بیش از 50 درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی متعلق به غلات بود. شهرستان‌های کاشان، لنجان، و نطنز با 17 گونه گیاهی، بیشترین و آران و بیدگل با سه گونه گیاهی کمترین غنای گونه‌ای محصولات باغی استان را در برداشتند. بیشترین و کمترین شاخص یکنواختی محصولات باغی به ترتیب مربوط به شهرستان‌های اصفهان (0/83) و سمیرم (0/192) بود. بیشترین شاخص یکنواختی محصولات زراعی در محدوده 0/7 تا 0/8 بود و در شهرستان‌های فلاورجان، خمینی‌شهر، کاشان، نائین و نجف‌آباد مشاهده شد. کمترین میزان آن در شهرستان اصفهان (0/513) بود. شاخص تنوع زیستی شانون- وینر برای محصولات باغی در درختان معتدله بیش از دو برابر گرمسیری است.

منابع

- Alizade, A., Kamali, G.A., Moosavi, F., and Mosavi, M. 2002. Weather and Climatology. In: Astan, Q.R. (Eds.), Publications. Ferdowsi University of Mashhad, Tehran, Iran. (In Persian)
- Almekinders, C., Fresco, L., and Struik, P. 1995. The need to study and manage variation in agro-ecosystems. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43: 127-142.
- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31.
- Anonymouse. 2013. Weather and Climatology Organization. <http://www.irimo.ir/>. [Accessed May 2014]. (In Persian)
- Anonymous. 2014. <http://ostan-es.ir/Default.aspx?tabid=303>. [Accessed May 2014]. (In Persian)
- Bajwa, M.A. 1995. Wheat research and production in Pakistan. In: Villarel, L. (Eds.) *Wheats for more tropical environments*. Proceedings of the International Symposium, CIMMYT, Mexico 68-72.
- Benton, T.G., Vickery, J.A., and Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key. *Trends in Ecology and Evolution* 18(4): 182-188.
- Conway, G.R. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24: 95-117.
- Ejtehadi, H., Sepehry, A., and Akkafi, H.R. 2008. *Methods of Measuring Biodiversity*. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran pp. 2014. (In Persian)
- Isfahan Ministry of Agriculture. 2014. <http://agri-es.ir>. [Accessed Jun 2014]. (In Persian)
- Gliessman, S. 1992. Agroecology in the tropics: Achieving a balance between land use and preservation. *Environmental Management* 16: 681-689.
- Gliessman, S.R. 1995. Sustainable agriculture: An agroecological perspective. *Advances in Plant Pathology* 11: 45-57.
- Gosselin, F. 2006. An assessment of the dependence of evenness indices on species richness. *Journal of Theoretical Biology* 242: 591-597.
- Hilton-Taylor, C. 2000. 2000 IUCN Red list of threatened species, IUCN, Gland, Switzerland.
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Nadjafi, F. 2004a. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2: 215-208. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Asgharipoor, M.R., and Khodashenas, A. 2004b. Biodiversity of fruits and vegetable in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2: 79-89. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Jahanbin, G.H., and Zarea, A. 2004c. Diversity of crop cultivars in Iran. *Desert*

Journal 9: 49-67. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizadeh, Y. 2011. Meta analysis of agrobiodiversity in Iran. *Journal of Agroecology* 2: 1-16. (In Persian with English Summary)

Maguran, A.E. 1996. *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman and Hall pp. 184.

MAJ (Ministry of Agriculture of the IR of Iran). Planning and Economics Department, Statistics Bank of Iranian Agriculture; <http://www.maj.ir>; 2014. [Accessed May 2014]

Meng, E.C., Smale, M., Rozelle, S., Ruifa, H., and Huang, J. 1999. The cost of wheat diversity in China. *American Agricultural Economic Association Annual Meeting*, August 8-11, Nashville, Tennessee.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Mazaheri, D. 2005. Diversity of crop species in Iran. *Desert* 10: 33-50. (In Persian with English Summary)

Oldfield, M.L., and Alcorn, J.B. 1987. Conservation of traditional agroecosystems. *Bioscience* 37: 199 -208.

Picasso, V.D., Brummer, E.C., Liebman, M., Dixon, P.M., and Wilsey, B.J. 2008. Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies. *Crop Science* 48: 331-342.

Preston, F.W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology* 43: 185-215. Shannon, C.E., and Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois, Urbana p. 149.

Young-Mathews, A., Cullman, S.W., Sanchez-Moreno, S., Ogeen, A.T., Ferris, H., Hollander, A.D., and Jackson, L.E. 2010. Plant-soil biodiversity relationships and nutrient retention in agricultural riparian zones of the Sacramento Valley, California. *Agroforestry Systems* 80: 41-60.

Yunlong, C., and Smit, B. 1994. Sustainability in agriculture: A general review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49: 299 -307.

Assessing Biodiversity of Agronomical and Horticultural Productions of Isfahan Province

N. Pourghasemian¹ and R. Moradi^{1*}

Submitted: 22-07-2014

Accepted: 29-10-2014

Pourghasemian, N., and Moradi, R. 2016. Assessing Biodiversity of Agronomical and Horticultural Productions of Isfahan Province. *Journal of Agroecology* 8(2): 212-226.

Introduction

Agricultural biodiversity has spatial, temporal and scale dimensions especially at agro-ecosystem levels. These agro-ecosystems that are used for agriculture are determined by three sets of factors: the genetic resources (biodiversity), the physical environment and the human management practices. Most agricultural areas can be returned to their natural landscape after subsequent generations. Studies on spatial patterns of species diversity are fundamental to biological conservation. Agricultural biodiversity is essential to satisfy basic human needs for food and livelihood security and it is actively managed by farmers and many components need human interference (Maguran, 1996).

FAO estimates that 75% of crop varieties have been lost during the last 100 years. One third of the 6,500 domestic livestock races are endangered. The genetic erosion of crops and livestock threatens food security.

Plant diversity is usually evaluated by many indexes of which Shannon index is the most important ones. This index in agroecosystem rarely exists. Koocheki et al. (2004) and Nassiri Mahallati et al. (2005) in comprehensive surveys evaluated agrobiodiversity of agricultural systems at species variety and cropping systems for Iran and they found that the diversity at all levels have been declining due to introduction of new agricultural technology. In consideration to the lack of studies, this study was conducted in order to evaluate the biodiversity of agronomical and horticultural productions in Isfahan province and to assess relation of biodiversity and climate.

Materials and methods

This study was performed for Isfahan province in 2014. For this purpose, 24 regions of the province were selected. Planting area, species richness, species evenness and alpha and beta diversity of different agronomical and horticultural productions were determined. The information about agronomical and horticultural planting area for different regions of Isfahan was gathered. Agronomical crops were classified to seven groups; cereal, pulses, vegetable, forage, industrial crops and medicinal plants and horticultural plant classified into 2 groups; temperate and tropical fruits. The Shannon index was calculated based on the cultivated area as equation 1. For determination of distribution condition of the crops we used from evenness index. Alpha and beta diversity was calculated by species richness-area equation for different climate of province.

Results and discussion

The result showed that tropical fruits (76.2%) and cereal (59.36%) showed the highest planting area and medicinal plants (1.09%) were included the lowest planting area in Isfahan province. Semirom and Borkharomeymeh regions had the highest and lowest horticultural planting area, respectively. The highest planting area of agronomical products was observed in Isfahan and the lowest amount of the trait was gained in Khorobiabanak. The highest species richness in horticultural plants was in Kashan, Lenjan and Natanz (17 species) regions and the lowest was obtained in Aranobidgol (with three species) regions, respectively. This condition was in line with climate of the regions. Ardestan and Isfahan regions were contained the highest (29 species) and Khorobiabanak had the lowest (11 species) species richness of agronomical plants. The highest and lowest species evenness of horticultural productions was gained in Isfahan (0.83) and Semirom (0.192), respectively. Felavarjan, Khomeinishahr, Kashan, Nain and Najafabad regions had the highest and Isfahan region was contained the lowest species evenness of agronomical productions. Many study demonstrated that there is a positive and high correlation between species evenness and diversity. This condition was true for our study. The forage and vine crop showed the highest (0.929) and lowest (0.442) Shannon indices, respectively.

1- Assistance Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

(* - Corresponding author Email: r.moradi@uk.ac.ir)

The lowest and highest alpha diversity were observed in moderate and desert-hot climates, respectively. It because that the planted crop in moderate climate was higher than desert-hot climate. Desert-moderate climate was obtained the highest beta diversity.

Conclusion

The results showed that tropical fruits and cereal were content the main planting area and medicinal plants were included the lowest planting area of Isfahan. The highest species richness in horticultural plants was in Kashan, Lenjan and Natanz regions. Ardestan and Isfahan regions were contained the highest and Khorobiabanak had the lowest species richness of agronomical plants. The highest and lowest species evenness of horticultural productions was gained in Isfahan and Semirom, respectively. The lowest and highest alpha diversity was observed in moderate and desert-hot climates, respectively. Desert-moderate climate was obtained the highest beta diversity.

Keywords: Alpha diversity, Beta diversity, Evenness index, Richness index, Shannon index

References

- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Jahanbin, G.H., and Zarae, A. 2004. Diversity of crop cultivars in Iran. Desert Journal 9: 49-67. (In Persian with English Summary)
- Maguran, A.E. 1996. Ecological Diversity and its Measurement. Chapman and Hall p. 184.
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Mazaheri, D. 2005. Diversity of crop species in Iran. Desert Journal 10: 33-50. (In Persian with English Summary)