

تعیین تنوع گونه ای گیاهان داروئی مراتع کوهستانی چهارباغ، استان گلستان

بهاره بهمنش^۱، غلامعلی حشمتی^۲، معصومه باغانی^۳

تاریخ دریافت: 86/11/11 - تاریخ پذیرش: 87/4/24

چکیده

حفظ تنوع گونه ای یکی از اهداف مدیریت اکوسیستم است و تنوع گونه ای با خصوصیات اکوسیستم همبستگی دارد. با اندازه گیری تنوع می توان توزیع گونه ها را در محیط بررسی کرد و با تاکید بر پویایی اکوسیستم توصیه های مدیریتی مناسب، ارائه نمود. در این تحقیق به بررسی تنوع گونه ای در مراتع کوهستانی چهارباغ واقع در جنوب گرگان، استان گلستان، پرداخته شده است. در این بررسی با استفاده از 90 پلات یک متر مربعی که به طور سیستماتیک - تصادفی در منطقه مورد مطالعه پیاده گردید، ضمن شناسائی گونه های داروئی، تراکم گونه های مورد نظر در هر پلات ثبت شد. تعلق هر گونه به جنس و خانواده تعیین و فرم رویشی و تیپ بیولوژیک و دوره زندگی آنها مشخص گردید. شاخص های تنوع شانون، سیمپسون و مک اینتاش برای برآورد تنوع گیاهان داروئی منطقه در سطوح تاکسونومیک، فرمهای رویشی، تیپ بیولوژیک و دوره رویشی گیاهان استفاده شدند. نتایج نشان داد تنوع گونه های داروئی در منطقه مورد مطالعه در حد متوسط است و بیشترین توزیع فراوانی مربوط به گونه های *Gallium verum*، *Achillea millefolium* و *Cynodon dactylon* و *Euphorbia rigida* می باشد.

واژه های کلیدی: گیاهان داروئی، تنوع گونه ای، تراکم، مراتع کوهستانی چهارباغ.

مقدمه

مراتع علاوه بر نقشی که به عنوان ارزش حفاظتی، تفرجگاهی، تولید علوفه، محیط زیست، منبع ژنتیکی و غیره دارند، از نظر تولید گیاهان داروئی و صنعتی از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند (6). تعیین میزان تنوع گونه ای در محیط کاربرد داشته، مکانهای با تنوع بیشتر ارزشمندترند (7). خوشبختانه آگاهی عمومی در زمینه استفاده از گیاهان داروئی و نقش آنها در داروسازی بطور روز افزونی در حال افزایش است. گیاهان داروئی نیز جایگاه ویژه ای در درمان بیماریها پیدا کرده است. اگرچه تاکنون تلاشهای زیادی شده است که مناطق با ارزش تنوع زیستی بالا مورد حفاظت قرار گیرند، اما هنوز این مشکل وجود دارد که بدلائل مختلف بعضی از گونه ها و یا بعضی از مناطق مورد توجه واقع نشده است.

نرخ شتابنده انقراض گونه ها و عهدنامه تنوع زیستی¹ برای مطالعات و تحقیقات مربوط به تنوع گونه ای افق جدیدی را گشوده است (14). جامعه علمی همزمان نیازهای جدیدی را به منظور کشف و کمی کردن تنوع زیستی پیش روی محققین قرار داده است (5). دستیابی به پایداری نسبی اکولوژیکی در غالب اکوسیستم های طبیعی یکی از اهداف اساسی در مدیریت این عرصه ها محسوب می شود و یکی از شیوه های اصولی نیل به این پایداری توجه به حفظ و افزایش تنوع گونه ای در اجرای عملیات بیولوژیکی می باشد (4). تنوع گیاهی بطور وسیع در مطالعات پوشش گیاهی

و ارزیابی زیست محیطی به عنوان یکی از شاخص های مهم و سریع در تعیین وضعیت اکوسیستم مورد استفاده قرار می گیرد و از طریق مطالعه آن می توان پویایی جامعه گیاهی را بررسی کرد. با اندازه گیری تنوع می توان توزیع گونه ها را در محیط بررسی کرد و با تاکید بر پویایی اکوسیستم توصیه های مدیریتی مناسب، ارائه نمود (16 و 17). این معیار، ترکیبی است از دو مؤلفه به هم پیوسته، که مؤلفه اول مربوط به تعداد گونه های حاضر در واحد نمونه برداری می باشد که به آن غنای گونه ای اطلاق می شود (12 و 10). دومین مؤلفه، یکنواختی است که به توزیع افراد گونه ها در محیط مربوط می گردد (10 و 3). باغانی (2007)، شاخص های عددی و غیر عددی تنوع را در مراتع کوهستانی زیارت بررسی نمود. آخانی (2000) تنوع گونه های گیاهی پارک ملی گلستان را مورد مطالعه قرار داد.

هدف از تحقیق حاضر بررسی تنوع گونه ای منطقه، در سطوح تاکسونومیک گونه، خانواده و در سطوح فرم رویشی، تیپ بیولوژیکی و دوره رویشی گیاهان در مراتع کوهستانی منطقه چهارباغ گرگان است.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب شهرستان گرگان و در محدوده جغرافیایی 36° تا 41° عرض شمالی و 28° تا 54° طول شرقی واقع شده است. ارتفاع حداکثر این حوزه 3150 متر و حداقل آن 2150 متر می باشد. وسعت این محدوده 4302 هکتار

توجه به اقلیم نمای دومارتن، این منطقه در اقلیم نیمه خشک قرار می گیرد.

است. بارندگی متوسط سالانه حوزه آبخیز چهارباغ 305 میلی متر برآورد شده است و با



شکل 1: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

که وجود داشت، 90 پلات یک متر مربعی بصورت تصادفی در منطقه مورد مطالعه مستقر گردیدند. در هر پلات، تعداد پایه در واحد سطح (تراکم) گیاهان به تفکیک گونه ثبت شد.

جهت بررسی تنوع گونه ای گیاهان داروئی منطقه مورد نظر در سطوح تاکسونومیک گونه، خانواده، فرم رویشی، تیپ بیولوژیکی و دوره رویشی گیاهان، تراکم گونه ها به عنوان متغیر در شاخص ها (شاخص شانون، سیمپسون و مک اینتاش) وارد گردید. داده ها با استفاده از نرم افزار BIO-DAP که توسط توماس¹ (2000) توسعه و تعمیم یافته است، آنالیز شده است. در این تحقیق از 3 شاخص شانون، سیمپسون و مک اینتاش استفاده شد. امکان قضاوت در مورد اینکه کدام شاخص کارایی بیشتری دارد، تقریباً غیر ممکن است. انتخاب هر کدام از روشهای اندازه

نمونه برداری از اواسط خرداد ماه تا اواخر تیر ماه 1385 انجام شد. جهت نمونه برداری از پوشش گیاهی، برآوردی از تعداد واحد نمونه گیری مورد نیاز (N) برای داده های پیوسته از فرمول زیر بدست آمد (8):

$$N = \left(\frac{t_{\alpha} \times CV}{D} \right)^2$$

که در آن:

D = درصد صحت مدنظر می باشد.

t = مقدار t ی استیودنت با n - 1 درجه آزادی در سطح 5 درصد

CV = ضریب تغییرات برابر است با:

$$CV = \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) \times 100$$

که در آن:

S = انحراف معیار داده ها

\bar{X} = میانگین مقادیر نمونه گیری اولیه

ترانسکتهایی شعاعی به تعداد 5 عدد و با زاویه 30 درجه به اطراف زده شد و بر روی هر ترانسکت با توجه به طول آن و محدودیتهایی

گیری تنوع باید براساس اهداف مدیریت باشد بعنوان مثال در صورتیکه هدف مدیریت غلبه یک یا چند گونه در سطح جامعه است، توصیه می شود از شاخص سیمپسون استفاده شود و اگر هدف مدیریت توجه به گونه های نادر باشد بهتر است از شاخص شانون استفاده شود (9).

شاخص شانون به طور جداگانه توسط شانون و وینر¹ در سال 1949 مطرح شده است. در این شاخص فرض شده که افراد از یک جامعه بی نهایت بزرگ به صورت تصادفی نمونه گیری شده اند. همچنین فرض شده است که تمام گونه های موجود در جامعه در نمونه آمده است (10) و از طریق معادله زیر محاسبه می گردد:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

که در آن:

H' = شاخص تنوع شانون

P_i = نسبت فراوانی افراد گونه i در نمونه

S = تعداد گونه می باشد.

شاخص سیمپسون یکی از معروفترین شاخص های ناهمگنی است. این شاخص شدیداً متوجه گونه های غالب در واحد نمونه برداری بوده و گونه های نادر نقش چندانی در تغییر عدد شاخص مزبور نشان نمی دهند. میزان عددی این شاخص بین صفر (تنوع پایین) تا یک تغییر می کند (9). این شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$1-D = 1 - \sum (P_i)^2$$

که در آن:

$1-D$ = شاخص تنوع سیمپسون

مک اینتاش (1967) پیشنهاد کرد که یک جامعه می تواند به عنوان نقطه ای در یک فضای چند بعدی در نظر گرفته شود و فاصله اقلیدسی جامعه از مبدا می تواند به عنوان شاخصی از تنوع استفاده شود. که با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$U = \sqrt{\sum_{i=1}^s n_i^2}$$

که در آن:

U : شاخص تنوع مک اینتاش

n : تعداد گونه i ام

این شاخص فی نفسه یک شاخص غالبیت نیست ولی می توان با استفاده از فراوانی کل (N) یک شاخص تنوع یا غالبیت به شکل زیر تعریف کرد:

$$D = \frac{N-U}{N-\sqrt{N}}$$

شاخص های متفاوتی از یکنواختی در منابع ذکر شده است. معمول ترین روش اینست که نسبت یکی از شاخص های ناهمگنی بر مقدار ماکزیمم خودش بدست آورده شود (10):

$$V' = \frac{D}{D_{max}}$$

که در آن:

V' = شاخص یکنواختی

D = شاخص مشاهده شده از تنوع گونه ای

D_{max} = بیشترین مقداری که تنوع می تواند داشته باشد (با S گونه و N فرد)

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\ln s}$$

که در آن:

E : شاخص یکنواختی شانون

نتایج

لیست فلور منطقه مورد مطالعه در جدول (1) درج شده است. در این منطقه 34 گونه داروئی در پلات های برداشت شده، شناسایی شدند. این گونه ها از 21 خانواده گیاهی (جدول 2) و در 3 فرم رویشی علفی، بوته و درختچه ای (جدول 3) ظاهر شدند. نمودار توزیع رتبه ای فراوانی گونه های داروئی در شکل (3) نشان داده شده است.

$$H' = \text{شاخص تنوع شانون}$$

$$H_{\max} = \text{ماکزیمم شاخص تنوع}$$

$$E_{\frac{1}{D}} = \frac{\sqrt{D}}{S}$$

که در آن :

$$E_{\frac{1}{D}} = \text{شاخص یکنواختی سیمپسون}$$

$$\hat{D} = \text{شاخص تنوع سیمپسون}$$

جدول 1: لیست گیاهان داروئی موجود در منطقه مورد مطالعه

اندام مفید داروئی	عمر رویش	تیپ بیولوژیک	فرم رویشی	خانواده	نام علمی
ریشه	پایا	کاموفیت	بوته	Caryophyllaceae	Acanthophyllum glandulosum
برگ و سرشاخه گلدار	یکساله	تروفیت	علفی	Compositae	Achillea micrantha
برگ و سرشاخه گلدار	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Compositae	Achillea millefolium
پیاز، گل، برگ	پایا	کریپتوفیت	علفی	Liliaceae	Allium rubellum
پیاز، گل، برگ	پایا	کریپتوفیت	علفی	Liliaceae	Allium giganteum
سرشاخه گلدار و برگ	یکساله	تروفیت	علفی	Compositae	Anthemis cotula
سرشاخه گلدار	پایا	کاموفیت	بوته	Compositae	Artemisia siberi
ریشه	پایا	کاموفیت	بوته	Leguminosae	Astragalus gossypinus
ریشه و ساقه، برگ، گل، میوه	پایا	فانروفایت	درختچه	Berberidaceae	Berberis vulgaris
همه قسمتها	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Convulvolaceae	Convulvolus arvens
همه قسمتها	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Geraminaeae	Cynodon dactylon
شیرابه	یکساله	تروفیت	علفی	Euphorbiaceae	Euphorbia rigida
سرشاخه گلدار	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Robiaceae	Gallium verum
سرشاخه گلدار	پایا	همی کریپتوفیت	چوبی	Hypericaceae	Hypericum linirioides
میوه	پایا	فانروفایت	درختچه	Cupressaceae	Juniperus communis
گل	یکساله	تروفیت	علفی	Malvaceae	Malva neglecta
سرشاخه گلدار و برگ	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Labiatae	Marrobbium vulgare
-	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Labiatae	Marrubium astronium
برگ، دانه	دوساله	تروفیت	علفی	Leguminosae	Medicago lupulina
سرشاخه گلدار	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Leguminosae	Medicago sativa
دانه - ریشه	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Zygophyllaceae	Peganum harmala
-	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Labiatae	Phlomis brachyodon
ریزوم و ریشه	پایا	کریپتوفیت	علفی	Rosaceae	Potentilla reptans
سرشاخه گلدار	دوساله	همی کریپتوفیت	علفی	Resedaceae	Reseda lutea
میوه	پایا	کاموفیت	چوبی	Rhamnaceae	Rhamnus palacii
سرشاخه گلدار و برگ	پایا	کاموفیت	بوته	Laminaceae	Rosmarinus officinalis
سرشاخه گلدار	یکساله	تروفیت	علفی	Chenopodiaceae	Salsola kali
سرشاخه گلدار و برگ	یکساله	تروفیت	علفی	Labiatae	Salvia viridis
قسمتهای هوایی گیاه	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Labiatae	Stachy lavandifolia
سرشاخه گلدار	پایا	همی کریپتوفیت	علفی	Labiatae	Teucrium chamaedris
سرشاخه گلدار	پایا	کاموفیت	بوته	Labiatae	Teucrium polium

ادامه جدول 1: لیست گیاهان داروئی موجود در منطقه.....

نام علمی	خانواده	فرم رویشی	تیپ بیولوژیک	عمر رویش	اندام مفید داروئی
<i>Thymus kochianus</i>	Labiatae	بوته	کاموفیت	پایا	سرشاخه گلدار
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	علفی	همی کریپتوفیت	پایا	برگ، ریشه، شیره
<i>Verbascum spiciosum</i>	Scrophulariaceae	علفی	همی کریپتوفیت	دوساله	برگ

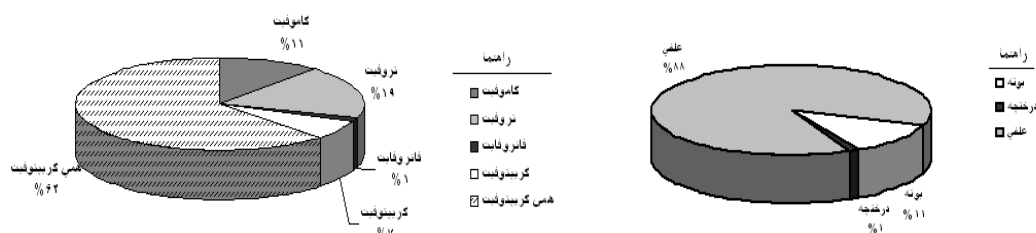
جدول 2: تراکم گونه های داروئی بر اساس خانواده

خانواده	تراکم	خانواده	تراکم
Berberidaceae	7	Leguminosae	122
Caryophyllaceae	7	Liliaceae	71
Chenopodiaceae	3	Malvaceae	14
Compositae	322	Resedaceae	7
Convulvolaceae	28	Rhamnaceae	12
Cupressaceae	10	Robiaceae	259
Euphorbiaceae	104	Rosaceae	26
Geraminaeae	130	Scrophulariaceae	12
Hypericaceae	42	Urticaceae	5
Labiatae	269	Zygophyllaceae	14
Laminaceae	1		

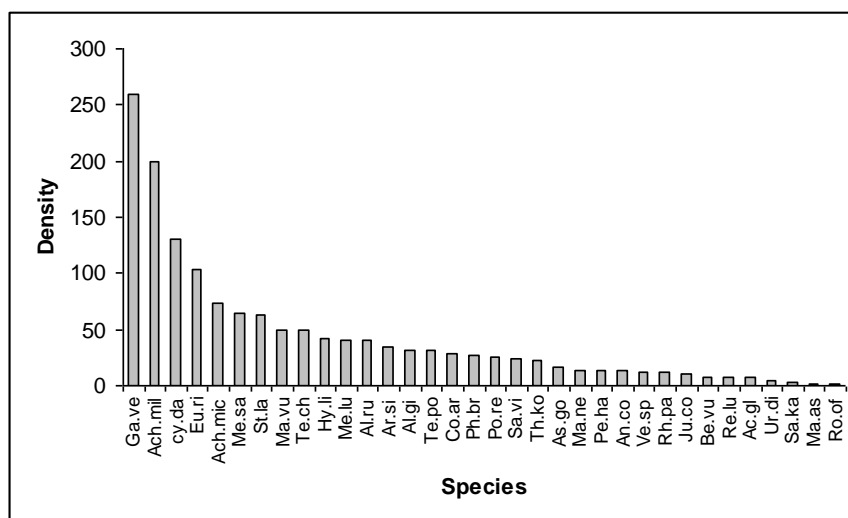
جدول 3: تراکم گونه های داروئی بر اساس تیپ بیولوژیکی، فرم رویشی و دوره رویشی

تیپ بیولوژیکی	درصد پوشش	فرم رویشی	درصد پوشش	دوره رویشی	درصد پوشش
HE	912	علفی	1282	A	232
TH	273	بوته	166	P	1173
CH	166	درختچه	17	Bi	60
CR	97				
PH	17				

CH=کاموفیت، CR=کریپتوفیت، HE=همی کریپتوفیت، PH=فانروفیت، TH=تروفیت، A=یکساله، Bi=دوساله و P=چندساله



شکل 2: نمودار کلوچه ای فرم رویشی و تیپهای بیولوژیک گیاهان داروئی منطقه مورد مطالعه



شکل 3: توزیع رتبه ای فراوانی گونه های داروئی

گیاهی و شاخص یکنواختی برای کلیه سطوح تاکسونومیک و تیپ بیولوژیکی، فرم رویشی و دوره رویشی تعیین شد. نتایج حاصل در جدول (4) نشان داده شده است.

با توجه به شکل (3) منطقه دارای گونه های غالب و نادر کمتری است و افراد با فراوانی متوسط در آن بیشتر می باشند، پس جامعه یکنواختی بیشتری دارد و به عبارت دیگر متنوع می باشد. شاخص های تنوع

جدول 4: نتایج اندازه گیری تنوع گیاهان داروئی بر اساس گونه، خانواده، تیپ بیولوژیکی، فرم رویشی و دوره رویشی

شاخص یکنواختی			شاخص تنوع			گنا	سطح مطالعه
مک اینتاش	سیمپسون	شانون	مک اینتاش	سیمپسون	شانون		
0/871	0/38	0/84	0/741	13/021	2/96	34	گونه
0/805	0/348	0/75	0/646	7/308	2/27	21	خانواده
0/61	0/455	0/67	0/346	2/277	1/09	5	نیپ بیولوژیکی
0/278	0/428	0/38	0/121	1/284	0/42	3	فرم رویشی
0/432	0/49	0/55	0/188	1/498	0/6	3	دوره رویشی

(17/67) می باشد. بدلیل کوهستانی بودن منطقه، گیاهان چند ساله با فرم رویشی علفی بیشتر از سایر فرمها در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. که با مطالعات صباغی و همکاران (2004) مطابقت دارد. همانطور که جدول (4) نشان می دهد، حداکثر شاخص شانون برابر با 2/96 است.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که 34 گونه داروئی، از 21 خانواده گیاهی، در منطقه مورد مطالعه، شناسایی شدند. بیشترین تراکم گونه های داروئی موجود در منطقه به ترتیب مربوط به خانواده Compositae (21/97 درصد)، Labiatae (18/36 درصد) و Robiaceae

تیپ بیولوژیکی، فرم رویشی و دوره رویشی دیده می شود (جدول 3).

در این منطقه تعداد کمی از گونه ها دارای تراکم زیادی می باشد. توزیع فراوانی تراکم گونه های داروئی منطقه بطور غیر یکنواخت کاهش می یابد. که بیشترین تراکم مربوط به گونه های *verum Cynodon Achillea millefolium Gallium dactylon* و *Euphorbia rigida* می باشد (شکل 3). همانگونه که ماگوران (1988)، بیان نمود اگر تعداد گونه هایی با فراوانی متوسط در جامعه بسیار زیاد باشد و تعداد کمی از گونه ها فراوانی خیلی زیاد و یا خیلی کم داشته باشند، جامعه دارای تنوع متوسط می باشد.

مقایسه شاخص های عددی جوامع ما را قادر می سازد که تأثیر آلودگی ها یا دیگر استرس های محیطی در یک جامعه منفرد را به منظور انتخاب بهترین زیستگاه از بین یک گروه مشابه، برای هدف حفاظت تعیین نمائیم. جامعه ای از نظر حفاظت اهمیت دارد که دارای تنوع و غنای بالایی باشد. با توجه به این تحقیق این منطقه بدلیل تنوع نسبتاً خوب در سطوح تاکسونومیک گونه، خانواده و در سطوح فرم رویشی، تیپ بیولوژیکی و دوره رویشی گیاهان و دارا بودن تعداد گونه های نسبتاً مناسب، ارزش حفاظتی دارد. همانگونه که باغانی (2007) در بررسی خود این نتیجه را تأیید می کند.

میزان عددی این شاخص بین صفر تا حدود 4/5 تغییر می کند. اگر فقط یک گونه در واحد نمونه برداری حضور داشته باشد و یا جامعه تحت استرس و تخریب باشد، این شاخص برابر صفر خواهد بود و زمانیکه همه S گونه، تعداد افراد یکسانی داشته باشند و یا جامعه دور از آلودگی و استرس باشد، مقدار آن ماکزیمم است. در واقع، هر چه شاخص شانون کمتر باشد، گویای شرایط سخت جامعه است و زمانیکه هر دو گروه شاخص های یکنواختی و غنا در یک جامعه دارای مقادیر عددی نسبتاً بالایی باشند، این امر حاکی از تنوع گونه ای زیاد در آن عرصه خواهد بود (8)؛ با توجه به این مطلب، منطقه مورد مطالعه دارای شرایط نسبتاً مناسب با تنوع متوسط است. منطقه مورد مطالعه در محدوده ارتفاعی بالای 2000 متر قرار گرفته است و دارای غنای کمتر و یکنواختی بیشتری است در نتیجه تنوع در حد متوسط می باشد، همانگونه که آخانی (2000) و باغانی (2007) در بررسی خود این نتیجه را تأیید می کنند.

هر چه تنوع در هر یک از سطوح تاکسونومیک زیادتر باشد جامعه دارای پایداری بیشتری بوده و استرسهای محیطی کمتر می توانند منجر به آشفستگی در جامعه مورد نظر گردند. عدد تنوع بدست آمده تابعی از غنای سطح تاکسونومیک مورد نظر و یکنواختی بین آن سطح می باشد. این امر بخوبی در نسبت شاخص تنوع شانون و کاهش تدریجی شاخص غنا و شاخص یکنواختی در بین گونه، خانواده،

منابع

1. Akhani.H. 2000. Species diversity in Golestan national park. Collection of paleoecology and biodiversity articles., Pp. 217-237.
2. Baghani, M. 2007. Determination of suitable species diversity model for plant communities (a Case study: mountainous rangeland Ziarat Basin Gorgan, Iran). Thesis M.Sc. Degree in Rangeland. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 110p.
3. Brewer, R., 1994. The Science of Ecology. 2nd Ed. Saunders College publishing. 773p.
4. Haghani, Gh., M.Hojati., 2006. Investigating the species changes in biological activities of desertification. seasonal journal of forest and range, 70:44-51.
5. Hawksworth, D. L., 1995. Biodiversity: Measurement and Estimation. London. Chapman and Hall.140p.
6. Hosseini, S. A., 2001. Medicinal and industrial plants in rangelands of Golestan province. Article abstracts in National conference of Iran medicinal plants. The institute of forest and rangelands researches press. Pp. 127-128.
7. Khatami, S.H., 2003. Statistical experiments in environmental sciences. The environmental protecting organization press.
8. Krebs, C. J., 1998. Ecological methodology. 2nd Ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, California. 620p.
9. Krebs, C. J., 2001. Ecology. Benjamin Cummings Sanfransisco. Fifth Ed. 343-384.
10. Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. By Princeton University Press, New Jersey. 179p.
11. McIntosh, R. P. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology journal., 48: 392-404.
12. Mesdghi.M., 2005. Plant ecology, Jahad daneshgahi of Mashhad press. 187p.
13. Sabaghi, Sh., H.Nazarian., Gh.A. Tahmasbi and M.Akbarzadeh.2004. Introducing the plants using for honeybee and defining their attraction amount in north Damavand city, Pajouhesh and Sazandegi journal., 65: 6-18.
14. Smith, F. D. M., R. M. May, R. Pellew, T. H. Johnson & K. S. Walter, 1993. Scientific Correspondence. Nature, Lond. 364: 494-496.
15. Thomas, G., 2000. BIO-DAP: A program for Ecological Diversity and its measurement. Parks Canada and Fundy National Park.
16. Van der Maarel, E., 1988. Species diversity in plant communities in relation to structure and dynamics in : During, H.J., M.J.A. Werger & H.J. Willems, editors. Diversity and pattern in plant communities. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands. Pp: 1-14.
17. Vogt, K. A., J. G. Gordon., J. P. Wargo., D. J. Vogt., H. Asbjornsen., P. A. Palmiotto., H. J. Clark., J. L. Ohara., W. S. Keeton., T. P. Weynand & E. Witten, 1997. Ecosystems : Balancing science with Management. New York. 470p.