Archive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۴ شماره ۳، صفحه ۴۲۷-۴۱۵، (۱۳۹۵)

ارزیابی شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه در تعیین گونه‌های معرف جوامع گیاهی شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.)

حامد اسدی [۱]، سیدمحسن حسینی [۲]، امید اسماعیل‌زاده [۳*]، یونس عصری [۴] و حبیب زارع [۵]

۱- دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
۲- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
۳*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
پست الکترونیک: oesmailzadeh@modares.ac.ir
۴- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵- استادیار پژوهش، باغ گیاه‌شناسی نوشهر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۹

چکیده

شاخص‌های متعددی برای تعیین میزان اجتماع‌پذیری گونه‌ها به جوامع گیاهی طبقه‌بندی‌شده به‌منظور تعیین گونه‌های معرف وجود دارد. در پژوهش پیش‌رو با معرفی ۱۱ شاخص اجتماع‌پذیری گونه- گروه، کیفیت آنها براساس داده‌های پوشش گیاهی ۱۶۸ رولوه از جوامع گیاهی شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) با توسعه مدل TFVI و بهره‌گیری از چهار معیار عددی مجموع مقادیر اجتماع‌پذیری مثبت، شاخص تمایزی، شاخص انحصارگرایی و شاخص قدرت تفکیک ارزیابی شد. به‌منظور تعیین میزان وفاداری گونه‌ها از نتایج طبقه‌بندی روش TWINSPAN اصلاح‌شده (۹ اجتماع گیاهی) استفاده شد. نتایج نشان داد که گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI با استفاده از ضریب‌های ارزش، UbinB و اوچیای (Ochiai) دارای بیشترین مقادیر معیارهای چهارگانه ارزیابی کیفیت طبقه‌بندی بودند و از این نظر کیفیت آنها نسبت به ضیب‌های دیگر در سطح بالاتری قرار داشت. همچنین نتایج دارنگاره طبقه‌بندی خوشه‌ای و نمودار PCA نشان داد که نتایج شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱گانه در چهار گروه قابل تفکیک است. در بررسی ابر نقاط شاخص‌های اجتماع‌پذیری در امتداد دو محور اول PCA که به‌ترتیب با مقادیر ویژه ۰/۵۵۶ و ۰/۳۶۵ بیشتر از ۹۲ درصد از سهم تغییرات موجود در مقادیر شاخص‌های اجتماع‌پذیری مزبور را تبیین می‌کردند، مشخص شد که مقادیر وفاداری گونه‌ها براساس دو معیار ضریب ارزش و اوچیای مشابه هم بودند و از این نظر با نتایج شاخص‌های دیگر به‌طور کامل متفاوت بودند. به‌طور کلی نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که استفاده از دو شاخص ضریب ارزش شاخص و اوچیای در تعیین گونه‌های معرف جوامع گیاهی نسبت به شاخص‌های اجتماع‌پذیری دیگر در اولویت است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه، طبقه‌بندی پوشش گیاهی، گونه معرف، مدل TFVI.

مقدمه

مفهوم گونه‌های معرف (Diagnostic species) در طبقه‌بندی پوشش گیاهی به‌عنوان یک اصل کلیدی مطرح است (Chytry *et al.*, 2002). گونه‌هایی به‌عنوان گونه

www.SID.ir

Archive of SID

معرف تعیین می‌شوند که: ۱- منعکس‌کننده خصوصیات زنده و غیرزنده محیط پیرامونی باشند، ۲- تغییرات عامل‌های محیطی بر رفتارشان اثرگذار باشد و ۳- حضور و تنوع گونه‌های دیگر یا اجتماعات گیاهی را در آن رویشگاه پیش‌بینی کنند (Niemi & McDonald, 2004). گونه‌های معرف از تجزیه و تحلیل اجتماع‌پذیری بین حضور یا وفور یک گونه با قطعات نمونه گروه‌های گیاهی رویشگاه مورد نظر تعیین می‌شوند (De Cáceres & Legendre, 2009).

تاکنون روش‌های متعددی به‌منظور تعیین میزان اجتماع‌پذیری گونه‌های گیاهی به گروه‌ها یا جوامع گیاهی از قبل طبقه‌بندی‌شده و شناخت گونه‌های معرف مطرح شده است که از میان آنها، شاخص‌های همبستگی به‌همراه ضریب ارزش (Indicator value) نسبت به روش‌های دیگر کاربرد بیشتری دارند (Chytry *et al*., 2002; De Cáceres & Legendre, 2009). شاخص‌های همبستگی، ترجیحات نسبی مثبت یا منفی گونه‌ها به گروه گیاهی هدف را در مقایسه با گروه‌های دیگر آن رویشگاه بررسی می‌کنند (Chytry *et al*., 2002). در مقابل، ضریب ارزش مقادیر منفی ندارد و در محاسبه این ضریب برای هریک از گونه‌ها به گروه هدف، مقادیر فراوانی و وفور آن گونه در همان گروه مورد توجه قرار می‌گیرد و میزان غیبت آن گونه در گروه‌های دیگر مطرح نیست (De Cáceres *et al*., 2010). تعیین گونه‌های معرف با استفاده از معیار ضریب ارزش برمبنای اطلاعات وفور یا درصد تاج‌پوشش گونه‌ها در پژوهش‌های داخل کشور نیز به دفعات استفاده شده است (Esmailzadeh *et al*., 2007, 2010; Eshaghi Rad *et al*., 2007; 2009; Roodi *et al*., 2012)، اما تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر تعیین مقادیر ارزش بر مبنای داده‌های حضور- غیاب گونه‌ها که اندازه‌گیری آنها کمتر تحت تأثیر زمان نمونه‌برداری و یا دقت نمونه بردار قرار داشته و بنابراین برآورد دقیق‌تری از معیار را نسبت به داده‌های وفور/درصد تاج‌پوشش ارائه می‌دهند (Bruelheide, 2000)، در پژوهش‌های داخل کشور ارائه نشده است.

مرور منابع نشان می‌دهد که از میان شاخص‌های مختلف همبستگی که در تعیین میزان اجتماع‌پذیری گونه‌ها مطرح هستند، شاخص فی یا فرم‌های اصلاح‌شده آن به‌طور گسترده مورد استفاده پژوهشگران علوم گیاهی قرار گرفته است (Tichy & Chytry, 2006; Willner *et al*., 2009). در سال‌های اخیر شاخص فی در داخل کشور نیز مورد توجه قرار گرفته است و از آن در تعیین گونه‌های معرف استفاده شده است که در این رابطه می‌توان به مطالعه Naqinezhad و Zarezadeh (۲۰۱۳) در معرفی گونه‌های معرف جنگل‌های جلگه‌ای سی‌سنگان و نور اشاره کرد. Esmailzadeh و Asadi (۲۰۱۴) در پژوهشی با تعیین گونه‌های معرف در گروه‌های گیاهی جنگل حفاظت‌شده خیبوس با استفاده از شاخص فی، با توسعه مدل مجموع ارزش شاخص فی (Total phi fidelity index) یا TPFI کیفیت نتایج طبقه‌بندی TWINSPAN در تعیین گروه گونه‌های اکولوژیک را نیز مورد ارزیابی قرار دادند. این در حالی است که در دهه اخیر استفاده از ضریب ارزش شاخص توسط پژوهشگرانی مانند Basiri و همکاران (۲۰۰۴)، Esmailzadeh و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۱۰)، Eshaghi Rad و همکاران (۲۰۰۷)، Asadi و همکاران (۲۰۱۱) و Roodi و همکاران (۲۰۱۲) در تعیین گونه‌های معرف و Eshaghi Rad و همکاران (۲۰۰۹) به‌منظور تعیین تعداد بهینه گروه‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است.

در تعیین گونه‌های معرف علاوه‌بر شاخص فی و ضریب ارزش، شاخص‌های عددی متنوع دیگری (تعدادی از این شاخص‌ها در جدول ۲ آمده است) نیز در ارزیابی اجتماع‌پذیری گونه‌ها به جوامع گیاهی طبقه‌بندی‌شده وجود دارد (Chytry *et al*., 2002; De Cáceres *et al*., 2008; De Cáceres & Legendre, 2009). اگرچه برخی از این شاخص‌ها بین پژوهشگران داخل کشور به‌طور کامل شناخته‌شده و مورد استفاده است، اما تعداد زیادی از این شاخص‌ها ازنظر پژوهشگران داخلی دور مانده است. شاخص‌هایی مانند U و مشتقات آنها براساس مقایسه فراوانی مشاهده‌شده با فراوانی قابل انتظار، در مورد این‌که وقوع یک گونه در یک گروه به‌طور تصادفی بوده است یا خیر، تصمیم‌گیری می‌کند. همچنین روش قدیمی مربع کای برای ارزیابی میزان تعلقه نسبت احتمال را ارایه می‌دهد. پژوهش پیش‌رو درنظر دارد تا با معرفی این شاخص‌ها، کیفیت آنها را در تعیین میزان وفاداری (Assignment) هریک از قطعات نمونه به گروه‌های اکولوژیک به‌دست‌آمده از داده‌های پوشش گیاهی سه رویشگاه بزرگ شمشاد

www.SID.ir

Archive of SID

هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) شامل جنگل حفاظت‌شده سی‌سنگان نوشهر، جنگل حفاظت‌شده خییوس سوادکوه و جنگل‌های فریم سوادکوه (که نماینده سه دامنه ارتفاعی از جنگل‌های شمشاد در این ناحیه محسوب می‌شوند) ارزیابی کند. همچنین روابط بین این شاخص‌ها را برمبنای فهرست گونه‌های معرف ارایه‌شده توسط هریک از این شاخص‌ها با استفاده از دارنگاره تحلیل خوشه‌ای و نمودار رسته‌بندی تحلیل مؤلفه‌های اصلی یا PCA مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌های پوشش گیاهی مورد استفاده

در این پژوهش از اطلاعات ۱۶۸ قطعه‌نمونه (۴۰۰ متر مربعی) مربوط به سه رویشگاه بزرگ شمشاد هیرکانی استفاده شد. این رویشگاه‌ها شامل جنگل حفاظت‌شده سی‌سنگان (واقع در ″۳۰ ′۳۳ °۳۶ تا ″۳۰ ′۳۵ °۳۶ عرض شمالی و ″۰۰ ′۴۷ °۵۱ تا ″۳۰ ′۴۹ °۵۱ طول شرقی و محدوده ارتفاعی ۲۶- تا ۱۲۵ متر از سطح دریا)، جنگل حفاظت‌شده خییوس (واقع در ″۵۵ ′۱۷ °۳۶ تا ″۵۰ ′۲۰ °۳۶ عرض شمالی و ″۲۰ ′۱ °۵۳ تا ″۱۵ ′۴ °۵۳ طول شرقی و محدوده ارتفاعی ۴۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا) و جنگل‌های فریم سوادکوه (واقع در ″۵ ′۱ °۳۶ تا ″۵ ′۱۱ °۳۶ عرض شمالی و ″۱۵ ′۸ °۵۳ تا ″۲۲ ′۲۷ °۵۳ طول شرقی و محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا) بودند. مطالعه پوشش گیاهی در این قطعات نمونه به‌روش براون- بلانکه معروف به روش رولوه انجام شد. در هر قطعه‌نمونه فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به‌همراه درصد تاج‌پوشش آنها براساس ضرایب فراوانی- غلبه فان‌درمارل ثبت شد (Kent, 2011).

شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه

همه شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه که در این پژوهش ارایه شده‌اند، براساس جدول توافقی ۲×۲ (جدول ۱) محاسبه می‌شوند. شرح کاملی از شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه مورد استفاده در پژوهش پیش‌رو در جدول ۲ آمده است. قبل از بررسی شاخص‌های اجتماع‌پذیری، طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی با بهره‌گیری از روش گونه‌های شاخص دوطرفه اصلاح‌شده (Modified TWINSPAN) برمبنای سطوح قطع ۱۰۰- ۷۵- ۵۰- ۲۵- ۱۲/۵- ۵- ۲/۵- ۱- (صفر) ۰ و شاخص واریانس کل (Total inertia) انجام شد (Rolecek *et al*., 2009). در دارنگاره طبقه‌بندی این روش، سطح قطع هشتم به‌طور تجربی (Dengler *et al*., 2008) به‌عنوان سطح قطع بهینه انتخاب شد که نتیجه آن ایجاد ۹ گروه گیاهی بود. روش طبقه‌بندی TWINSPAN اصلاح‌شده و محاسبه شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه با استفاده از بسته نرم‌افزاری Juice ver. 7 انجام شد (Tichy, 2002). در محاسبه شاخص‌های اجتماع‌پذیری گونه- گروه با استاندارد کردن اندازه همه گروه‌ها به یک اندازه مشابه، وابستگی آنها به اندازه گروه‌های هدف (تعداد قطعه‌نمونه هر گروه) حذف شد (Tichy & Chytry, 2006). این هدف با فعال کردن گزینه استاندارد کردن اندازه همه گروه‌ها به یک اندازه مشابه در بسته نرم‌افزاری Juice ver. 7 محقق شد.

جدول ۱- جدول توافقی فراوانی مشاهده‌شده (**N**= تعداد کل قطعه‌نمونه، $\mathbf{N_p}$= تعداد قطعه‌نمونه در هر گروه مورد نظر، **n**= فراوانی گونه مورد نظر در کل گروه‌ها، $\mathbf{n_p}$= فراوانی گونه مورد نظر در گروه مورد نظر)

	گروه مورد نظر	گروه‌های دیگر
حضور گونه	n_p	$n - n_p$
عدم حضور	$N_p - n_p$	$N - N_p - n + n_p$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- شاخص‌های اجتماع‌پذیری (وفاداری) گونه – گروه (شاخص‌های تعدیل‌نشده)

شاخص	فرمول
شاخص U فوق هندسی (u value Hypergeometric)	$u_{hyp} = \frac{\left(n_p\left(n \times N_p / N\right)\right)}{\sqrt{n \times N_p \times (N-n) \times \left(N-N_p\right) / \left(N^2 \times (N-1)\right)}}$
شاخص U دوجمله‌ای A (u value binomial A) A	$u\ \mathrm{bin.A} = u_{hyp} \times \sqrt{\left(N-N_p\right)/N-1}$
شاخص U دوجمله‌ای B (u value binomial B) B	$u\ \mathrm{bin.B} = u_{hyp} \times \sqrt{(N-n)/N-1}$
شاخص فی (Phi)	$\phi = u_{hyp} / \sqrt{N-1}$
مربع کای (Chi-square)	$X^2 = \frac{N \times \left(N \times n_p - n \times N_p\right)^2}{n \times N_p \times (N-n) \times \left(N-N_p\right)} = u_{hyp}^2 \times N / (N-1)$
مربع کای اصلاح‌شده با ضریب تصحیح یتس (Chi-square adjusted by the Yates correction)	$X^2_{adj} = \frac{N \times \left(\left\lvert N \times n_p - n \times N_p \right\rvert - (N/2)\right)^2}{n \times N_p \times (N-n) \times \left(N-N_p\right)}$
ضریب ارزش (Indicator value index)	$IndVal = A \times B = \frac{n_p \times \left(N-N_p\right)}{n \times N_p - 2n_p \times N_p + n_p \times N} \times \frac{n_p}{N_p}$
ضریب اوچیای (Ochiai index)	$r_o = \lim_{N \to \infty} r_\phi = \sqrt{\frac{n_p}{N_p} \times \frac{n_p}{n}}$

توجه: علاوه‌بر شاخص‌های مذکور، سه شاخص U فوق هندسی اصلاح‌شده $\left(u_{hyp.adj}\right)$، U دوجمله‌ای a اصلاح‌شده $\left(u_{a.adj}\right)$ و U دوجمله‌ای b اصلاح‌شده $\left(u_{b.adj}\right)$ با استفاده از مقادیر عددی شاخص مربع کای اصلاح‌شده (ضریب تصحیح یتس) و تابع $u_{hyp.adj} = \sqrt{X^2_{adj} \times (N-1)/N}$ برای سه شاخص u_{hyp}، $u\,\mathrm{bin.A}$ و $u\,\mathrm{bin.B}$ نیز قابل محاسبه است. در هریک از سه شاخص جدید به‌جای مقدار عددی u_{hyp} از $u_{hyp.adj}$ استفاده می‌شود.

مدل مجموع شاخص تعلقه (TFVI)

مدل TFVI با الگوبرداری از مدل TPFI (Esmailzadeh & Asadi, 2014) توسعه پیدا کرد. این مدل که براساس مقادیر تعلقه شاخص‌های مورد بررسی (جدول ۲) و درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی هریک از قطعات نمونه برای هر گروه محاسبه می‌شود (رابطه ۱)، میزان اجتماع‌پذیری قطعات نمونه به گروه‌های اکولوژیک (قطعه‌نمونه- گروه) را ارایه می‌دهد. بیشترین مقدار TFVI برای هر قطعه‌نمونه در هر گروه بیان‌گر تعلقه آن قطعه‌نمونه به گروه مزبور است و بر این اساس یک طبقه‌بندی جدید (به‌ازای هریک از شاخص‌های مزبور) ارایه می‌شود، بنابراین با استفاده از مدل TFVI برای هر شاخص اجتماع‌پذیری جدول ۲، یک طبقه‌بندی انجام شد.

$$TFVI_{k,j} = \sum_{J \in i(k)} (A_i \times C_i) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن: A_i شاخص اجتماع‌پذیری هر گونه i در هر گروه j و C_i درصد تاج‌پوشش گونه i در قطعه‌نمونه k.

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی کیفیت طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی

طبق نظر Dalle (۱۹۸۸)، معیار مشخص و قابل اجرایی برای ارزیابی کیفیت گروه‌های به‌دست‌آمده از روش‌های طبقه‌بندی وجود ندارد، اما در سال‌های اخیر طبق نظر پژوهشگران پوشش گیاهی اروپایی، معیار وفاداری و شاخص‌های مشتق‌شده از آن که مفهوم اصلی و پایه مکتب زوریخ- مونپولیه هستند، می‌توانند در ارزیابی گروه‌های به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرند (Botta-Dukat *et al.*, 2005). در پژوهش پیش‌رو، کیفیت گروه‌های گیاهی طبقه‌بندی‌شده (توسط مدل TFVI به‌ازای هریک از شاخص‌های اجتماع‌پذیری) براساس معیارهای متوسط مقادیر اجتماع‌پذیری مثبت فی (متوسط مجموع مقادیر مثبت شاخص فی گونه‌ها در گروه‌های به‌دست‌آمده)، شاخص تمایزی (Sharpness)، شاخص انحصارگرایی (Uniqueness) (Chytry & Tichy, 2003) و شاخص قدرت تفکیک گونه‌های معرف (Crispness) (Botta-Dukat *et al.*, 2005) ارزیابی شد. از بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری مورد استفاده، شاخصی که به‌کار بردن آن در مدل TFVI باعث شد که معیارهای ارزیابی مجموع مقادیر اجتماع‌پذیری مثبت فی، تمایزی، انحصارگرایی و شاخص قدرت تفکیک گونه‌های معرف، در گروه‌های به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی مدل، بیشترین مقدار را داشته باشند، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص معرفی شد.

شاخص تمایزی (رابطه ۲)، تعداد گونه‌های معرف در هر گروه گیاهی را نسبت به متوسط غنای گونه‌ای آن گروه ارایه می‌دهد. شاخص انحصارگرایی، تشابه فلورستیکی گروه‌های گیاهی یک منطقه را ازنظر گونه‌های معرف ارزیابی می‌کند. این شاخص در دو مرحله محاسبه می‌شود. ابتدا شاخص تشابه نامتقارن (رابطه ۳) محاسبه می‌شود و سپس شاخص انحصارگرایی (رابطه ۴) برآورد می‌شود. یک اجتماع گیاهی زمانی منحصر است که هیچ‌یک از گونه‌های معرف آن در گروه‌های گیاهی دیگر به‌عنوان گونه معرف مطرح نباشند (Chytry & Tichy, 2003).

رابطه (۲) $$S_j = \frac{1+\sum_i \phi_{ij} \times 100}{R_j}$$

رابطه (۳) $$T_{jk} = \frac{\sum_i \phi_{ij} \times \phi_{ik}}{\sum_i \phi_{ij}^2}$$

رابطه (۴) $$U_j = \frac{1}{\sum_k T_{jk}}$$

که در آنها ϕ_{ij} مقدار شاخص فی گونه i در اجتماع گیاهی j ، R_j میانگین تعداد گونه در اجتماع گیاهی j و ϕ_{ik} تعلقه گونه i در واحد رویشی k است.

شاخص قدرت تفکیک گونه‌های معرف براساس شاخص G (Sokal & Rohlf, 1995) محاسبه می‌شود. شاخص G (رابطه ۵) نیز مانند شاخص‌های دیگر اجتماع‌پذیری گونه- گروه براساس اطلاعات جدول توافقی محاسبه می‌شود (Chytry *et al.*, 2002)، اما این شاخص قابلیت تعیین تعلقه (وفاداری) گونه‌ها به گروه‌های طبقه‌بندی‌شده را ندارد، بلکه براساس میانگین مقادیر G گونه‌های معرف، قدرت تفکیک یک روش طبقه‌بندی را ارایه می‌دهد (Botta-Dukat *et al.*, 2005). با مقایسه نتایج گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI و گروه‌های اکولوژیک منطقه (گروه‌های به‌دست‌آمده از روش TWINSPAN اصلاح‌شده) و براساس عضویت‌پذیری مشابه قطعات نمونه (داده‌های جدول توافقی)، درصد انطباق گروه‌های اکولوژیک منطقه با گروه‌های پیش‌بینی‌شده توسط مدل TFVI (به‌ازای هریک از شاخص‌های اجتماع‌پذیری) تعیین شد (Esmailzadeh & Asadi, 2014).

رابطه (۵) $$G = 2\sum f(o)_i . \ln\left[f(o)_i / f(e)_i \right]$$

که در آن: $f(o)_I$ فراوانی مشاهده‌شده و $f(e)_I$ فراوانی مورد انتظار است.

www.SID.ir

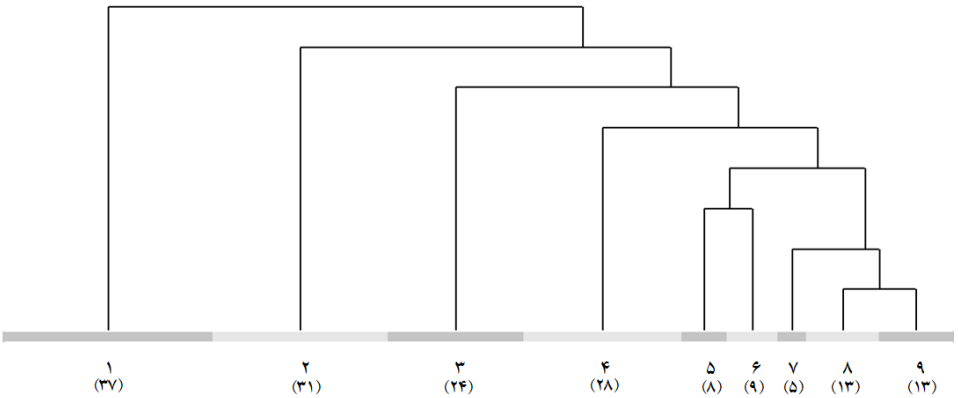
Archive of SID

روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری

بررسی روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری برمبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها در هر گروه به‌ازای هریک از شاخص‌ها با استفاده از نتایج دارنگاره تحلیل خوشه‌ای انجام شد. برای این منظور ابتدا برای هریک از گروه‌ها، گونه‌های گیاهی برمبنای مقادیر شاخص اجتماع‌پذیری، رتبه‌دهی و مرتب شدند. سپس مقادیر رتبه‌ها با بهره‌گیری از روش نسبی‌سازی با مجموع (Relativiazation by sum) (به‌دست‌آمده از تقسیم مقدار رتبه هرگونه به مجموع رتبه‌های آن‌گونه) استاندارد شدند. درنهایت با بهره‌گیری از روش خوشه‌ای و براساس ضریب فاصله اقلیدسی نسبی (Relative Euclidean) و خوشه‌بندی به‌روش اتصال میانگین (Group average) طبقه‌بندی (گروه‌بندی) شاخص‌ها انجام شد. روابط شاخص‌های مزبور براساس نتایج دارنگاره طبقه‌بندی خوشه‌ای و دارنگاره تحلیل PCA تعیین شد (Chytry *et al*., 2002). در پژوهش پیش‌رو تحلیل خوشه‌ای و روش PCA فقط برای سه گروه اول که دربردارنده بیشترین تعداد گونه معرف بودند، انجام شد.

نتایج

شکل ۱ دارنگاره طبقه‌بندی گروه‌های اکولوژیک شمشاد را در سه منطقه مورد بررسی براساس مقادیر درصد تاج‌پوشش گونه‌های ۱۶۸ قطعه‌نمونه با استفاده از روش TWINSPANاصلاح‌شده نشان می‌دهد. پس از تعیین گروه گونه‌های اکولوژیک، گروه‌بندی مدل مجموع شاخص وفاداری براساس هریک شاخص‌های اجتماع‌پذیری (جدول ۲) انجام شد و بر این اساس به‌ازای ۱۱ شاخص اجتماع‌پذیری مورد استفاده، ۱۱ گروه‌بندی انجام شد.



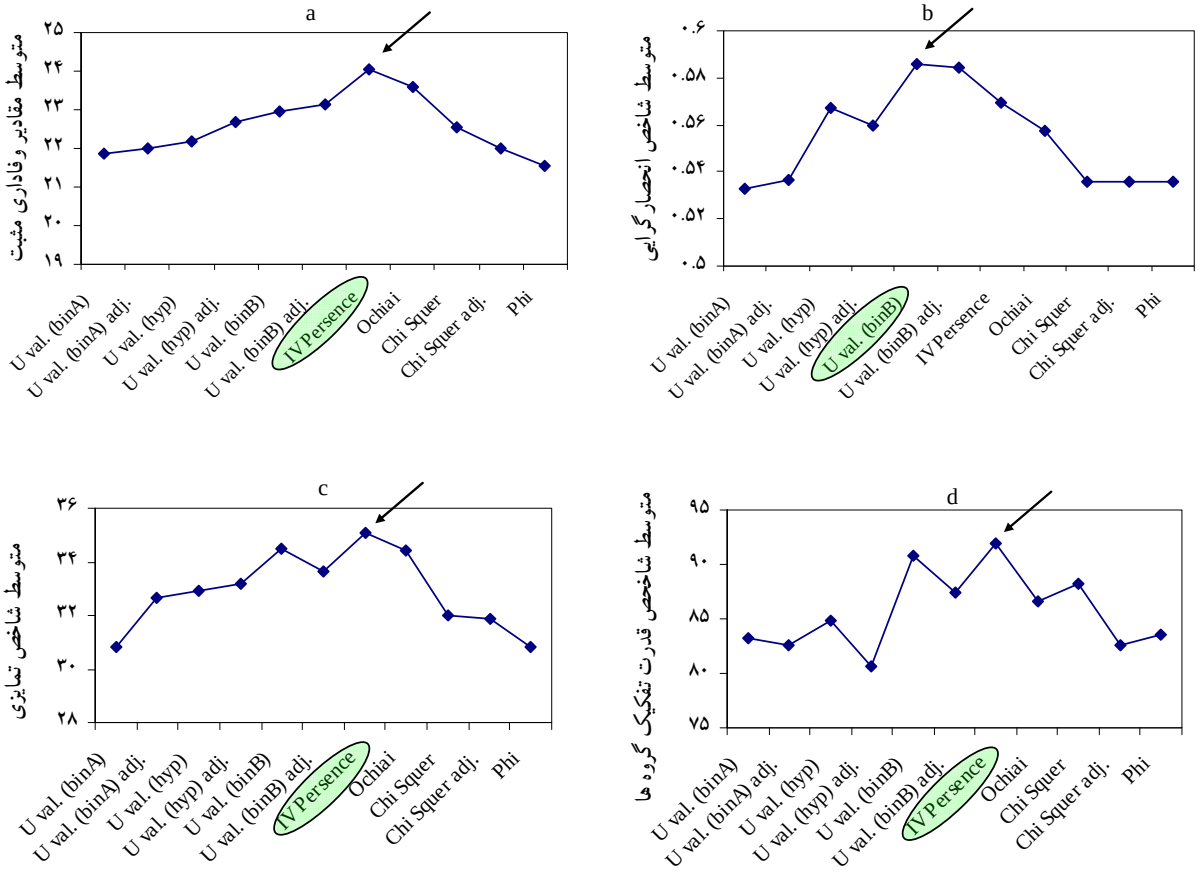
شکل ۱- دارنگاره طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی منطقه با استفاده از روش **TWINSPAN** اصلاح‌شده (اعداد داخل پرانتز، تعداد قطعات نمونه گروه‌هاست.)

شکل ۲ نمودار روند تغییرات شاخص‌های چهارگانه ارزیابی کیفیت در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI به‌ازای هریک از شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱گانه را نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI براساس دو ضریب ارزش و اوچیایی (Ochiai) از نقطه‌نظر شاخص متوسط مقادیر وفاداری مثبت (با مقدار عددی ۲۴) نسبت به گروه‌بندی‌های دیگر در اولویت بودند و از این نظر دو ضریب اجتماع‌پذیری UbinB و UbinB-adj در درجه بعدی اهمیت قرار داشتند. دو ضریب اجتماع‌پذیری UbinB و UbinB-adj به‌دلیل بهره‌مندی از بیشترین مقدار متوسط شاخص انحصارگرایی (مقدار عددی ۰/۵۸) نسبت به ضرایب اجتماع‌پذیری دیگر در اولویت بودند و از این نظر ضریب ارزش (با مقدار عددی ۰/۵۷) در درجه دوم اهمیت قرار داشت. مقایسه مقادیر دو شاخص تمایزی و شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

قدرت تفکیک گروه‌ها در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI نشان داد که کاربرد ضریب اجتماع‌پذیری ارزش در مدل مزبور سبب شده است که بیشترین مقادیر شاخص تمایزی و شاخص قدرت تفکیک گروه‌ها (به‌ترتیب با مقادیر عددی ۳۵/۰۸ و ۹۲) به‌دست بیاید و از این نظر شاخص اجتماع‌پذیری ارزش نسبت به ضرایب اجتماع‌پذیری دیگر در درجه اول اهمیت باشد، بنابراین می‌توان اذعان داشت که از نقطه‌نظر چهار شاخص ارزیابی کیفیت گروه‌بندی استفاده از ضرایب اجتماع‌پذیری ضریب ارزش سبب می‌شود تا کیفیت گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI در بیشترین مقدار باشد.

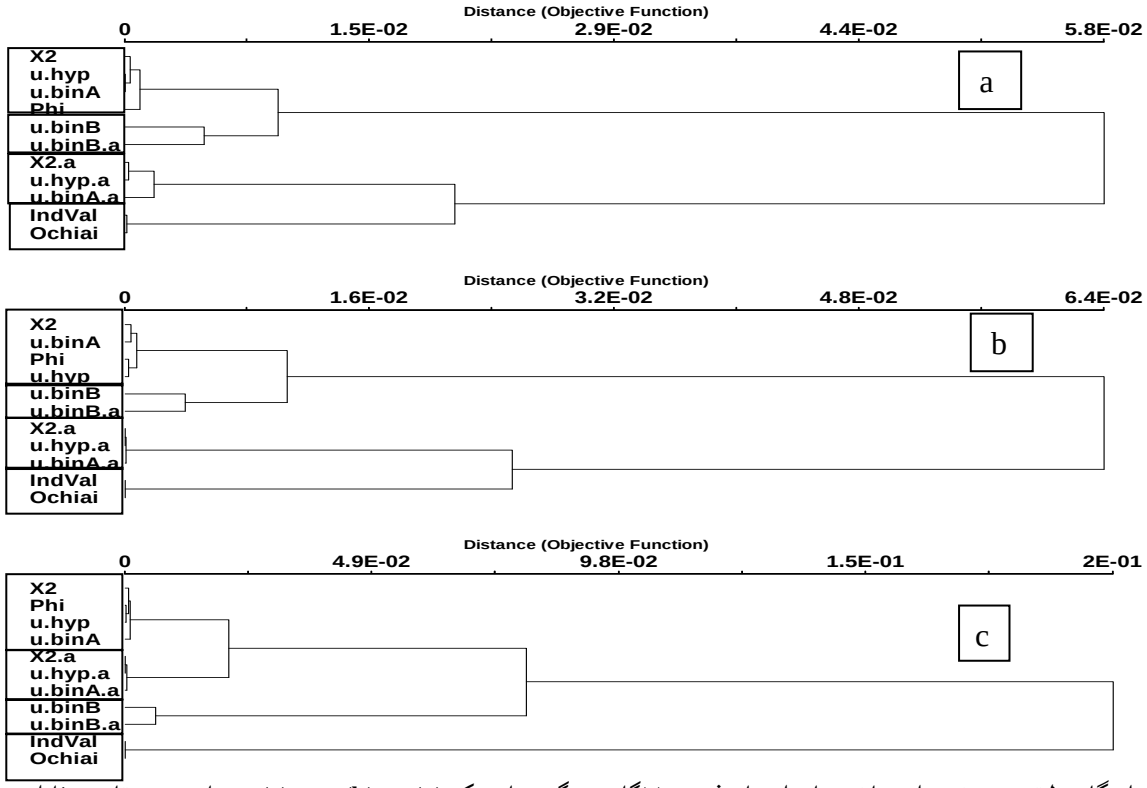


شکل ۲- نمودار روند تغییرات مقادیر متوسط شاخص‌های وفاداری مثبت (a)، انحصارگرایی (b)، تمایزی (c) و شاخص قدرت تفکیک گروه‌ها (d) در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI

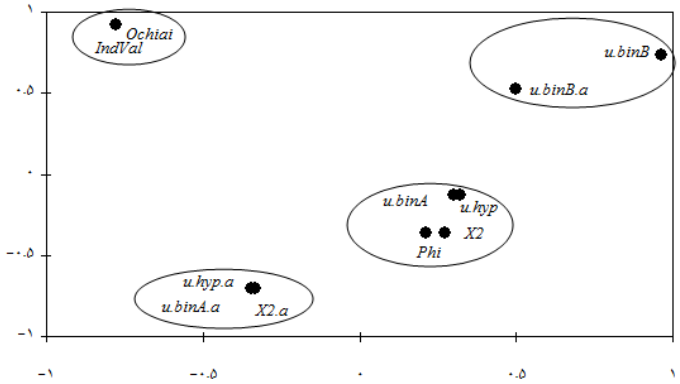
در بررسی روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری برمبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها با استفاده از نتایج دارنگاره طبقه‌بندی به‌روش خوشه‌ای (شکل ۳) و نمودار تحلیل PCA (شکل ۴) در سه گروه اول مشخص شد که شاخص‌های ۱۱گانه مزبور را می‌توان در چهار گروه متمایز طبقه‌بندی کرد. گروه اول مشتمل بر دو شاخص IndVal و Ochiai بود. این دو شاخص در هریک از سه دارنگاره خوشه‌بندی و نمودار PCA در یک گروه با کمترین فاصله قرار داشتند، اما با شاخص‌های دیگر بیشترین فاصله را داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- دارنگاره طبقه‌بندی خوشه‌ای شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱گانه در گروه‌های یک (**a**)، دو (**b**) و سه (**c**) برمبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها در گروه‌های مربوطه (گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل **TFVI**)



شکل ۴- نمودار توزیع شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱گانه با استفاده از روش **PCA** برمبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل **TFVI**

نتایج دارنگاره طبقه‌بندی به‌همراه نمودار PCA نیز نشان داد که دو شاخص UbinB و UbinB-adj به‌دلیل ارایه مقادیر مشابه در قالب یک گروه هستند و سه شاخص X^2-adj، UbinA-adj و U_{hyp}adj که همگی به‌عنوان شاخص‌های اصلاح‌شده معرفی می‌شوند، به‌دلیل مقادیر عددی مشابه در قالب یک گروه دیگر قرار می‌گیرند. در این رابطه چهار شاخص X^2، UbinA، U_{hyp} و Phi نیز در قالب یک گروه معرفی می‌شوند. شاخص‌های مزبور اگرچه در

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار PCA در حد واسط شاخص‌های (UbinB-،U(binB adj و X^2، UbinA، U_{hyp} و Phi قرار داشتند، اما با هریک از شاخص‌های این دو گروه رفتار متمایزی را نشان دادند. این تمایز در دارنگاره خوشه‌بندی (هر سه دارنگاره) نیز قابل مشاهده بود. شایان ذکر است که دو محور اول و دوم تحلیل PCA که در بررسی الگوی توزیع شاخص‌های اجتماع‌پذیری به‌منظور بررسی تشابه آنها مد نظر قرار گرفتند، به‌ترتیب با مقادیر ویژه ۰/۵۵۶ و ۰/۳۶۵ بیشتر از ۹۲ درصد از سهم تغییرات موجود در مقادیر شاخص‌های اجتماع‌پذیری مزبور را تبیین کردند (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تحلیل PCA برمبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI

	محور ۱	محور ۲	محور ۳	محور ۴
مقادیر ویژه	۰/۵۵۶	۰/۳۶۵	۰/۰۶	۰/۰۱۲
آماره Broken-Stick	۰/۶۵۷	۰/۳۸۲	۰/۱۲۷	۰/۰۲۴
درصد تبیین واریانس	۵۵/۶	۳۶/۵	۶	۱/۲
درصد تجمعی تبیین واریانس	۵۵/۶	۹۲/۱	۹۸/۱	۹۹/۳

بحث

نتایج طبقه‌بندی سه رویشگاه مهم شمشاد در جنگل‌های جلگه‌ای (سی‌سنگان) پایین‌بند (خیبوس) و میان‌بند (فریم) ناحیه هیرکانی با استفاده از روش TWINSPAN اصلاح‌شده براساس اطلاعات ۱۶۸ رولوه، مؤید این نکته بود که در این روش برخلاف روش TWINSPAN معمولی (Hill *et al.*, 1975) از طبقه‌بندی تحمیلی خوشه‌ها (طبقه‌بندی به‌طور دودویی) جلوگیری شد و خوشه‌ها فقط براساس میزان ناهمگنی خود در سطوح بعدی به گروه‌های کوچک‌تر تفکیک شدند. بر این اساس گروه‌های اول، دوم، سوم و چهارم به‌ترتیب با ۳۷، ۳۱، ۲۴ و ۲۸ قطعه‌نمونه در دارنگاره طبقه‌بندی (شکل ۱)، بدون تغییر به سطوح بعدی منتقل شدند. این در حالی بود که گروه‌های پنجم، ششم، هفتم، هشتم و نهم در سطح چهارم به‌عنوان اعضای یک گروه محسوب شدند، هرچند که ازنظر تعداد قطعه‌نمونه، از تعداد کمتری نسبت به چهار گروه اول برخوردار بودند، اما در ادامه فرایند طبقه‌بندی، به گروه‌های مجزا تفکیک شدند. این مسأله راهبرد روش TWINSPAN اصلاح‌شده مبنی بر اجتناب از طبقه‌بندی تحمیلی گروه‌ها در سطوح بالای طبقه‌بندی را نشان می‌دهد (Agir *et al.*, 2014).

در ارزیابی شاخص‌های مختلف اجتماع‌پذیری براساس نتایج گروه‌بندی به‌دست‌آمده از مدل TFVI (به‌ازای هریک از شاخص‌ها) و از معیارهای متوسط مقادیر وفاداری مثبت، انحصاری، تمایزی و قدرت تفکیک گونه‌های معرف که همگی مشتق شده از معیار تعلقه فی می‌باشند به‌عنوان معیارهای چهارگانه ارزیابی کیفیت طبقه‌بندی مورد توجه قرار گرفتند. براساس نظر Dalle (۱۹۸۸)، معیار استاندارد و قابل اجرایی برای ارزیابی کیفیت گروه‌های به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی وجود ندارد، اما در سال‌های اخیر طبق نظر پژوهشگران پوشش گیاهی اروپایی، معیار وفاداری و شاخص‌های مشتق‌شده از آن که مفهوم اصلی و پایه مکتب زوریخ– مونپلیه هستند، می‌توانند در ارزیابی گروه‌های به‌دست‌آمده از طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرند (Botta-Dukat *et al.*, 2005). ازاین‌رو از این شاخص‌ها که همگی براساس معیار تعلقه عمل می‌کنند، برای ارزیابی گروه‌های به‌دست‌آمده استفاده شد.

انطباق زیاد (۸۲ درصدی) گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI برمبنای ضریب اجتماع‌پذیری اوچیای با گروه‌های اکولوژیکی در منطقه، دلالت بر هم‌سویی مناسب گروه‌بندی به‌دست‌آمده از مدل TVFI و کاربرد مؤثر مفهوم معیار وفاداری گونه‌ها در تفکیک و تمایز گروه گونه‌های اکولوژیک دارد. در تحقیق Esmailzadeh و Asadi (۲۰۱۴) نیز که برای ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی جنگل حفاظت‌شده خیبوس براساس شاخص اجتماع‌پذیری فی و مدل TPFI انجام شد، انطباق گروه‌های اکولوژیک به‌دست‌آمده از روش‌های TWINSPAN معمولی و

www.SID.ir

Archive of SID

مدل TPFI، ۷۶/۵ درصد برآورد شد و براساس دو معیار ارزیابی ضرایب انحصارگرایی و تمایزی، کیفیت گروه‌بندی مدل TPFI در سطح بالاتری نسبت به روش TWINSPAN ارزیابی شد. Dai و همکاران (۲۰۰۶) نیز با کاربرد ضرایب ارزش شاخص براساس داده‌های وفور و توسعه مدل TIVM بیان کردند که با استفاده از مفهوم گونه‌های معرف می‌توان ارزیابی مناسبی از نتایج طبقه‌بندی گروه‌های به‌دست‌آمده از روش TWINSPAN ارایه داد. البته آن‌چه نتایج پژوهش پیش‌رو را از مطالعه Esmailzadeh و Asadi (۲۰۱۴) و Dai و همکاران (۲۰۰۶) متمایز کرده است، استفاده از ۱۱ معیار اجتماع‌پذیری در شاخص تشابه قطعه‌نمونه- گروه TFVI بود، در حالی‌که در دو مطالعه پیشین به‌ترتیب فقط از روش شاخص تعلقه فی و ضریب ارزش به‌طور جداگانه استفاده شده بود. لازم به ذکر است که در پژوهش پیش‌رو در ارزیابی کیفیت ضرایب اجتماع‌پذیری از چهار معیار متوسط مقادیر وفاداری مثبت، انحصاری، تمایزی و قدرت تفکیک گونه‌های معرف استفاده شد.

در این ارتباط نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که برآورد میزان اجتماع‌پذیری گونه‌ها با استفاده از ضریب ارزش برمبنای داده‌های حضور- غیاب نسبت به شاخص‌های دیگر ازنظر معیارهای چهارگانه ارزیابی کیفیت همواره در سطح بالاتری قرار دارد. بنابراین نتایج پژوهش پیش‌رو تصریح می‌کند که استفاده از ضریب ارزش برمبنای داده‌های کیفی حضور- غیاب در برآورد میزان وفاداری گونه‌ها به‌منظور تعیین گونه‌های معرف گروه‌های گیاهی نسبت به شاخص‌های دیگر در اولویت است، ازاین‌رو استفاده از آن برای پژوهشگران علوم گیاهی توصیه می‌شود. همچنین استفاده از معیار ارزش به‌دلیل این‌که با ارایه میزان وفاداری گونه‌ها به هریک از گروه‌ها، فراوانی گونه‌ها را نیز ارایه می‌دهد، درمقایسه با روش‌هایی که ماهیت همبستگی دارند، برای تعیین گونه‌های معرف مانند شاخص تعلقه فی در اولویت است (De Cáceres *et al.*, 2010). زیرا در محاسبه میزان وفاداری گونه‌ها به یک گروه گیاهی با استفاده از ضریب ارزش، فقط مقادیر فراوانی گونه‌ها در همان گروه مورد توجه قرار می‌گیرد و میزان غیبت گونه‌ها در گروه‌های دیگر مطرح نیست. این در حالی است که در محاسبه مقادیر ضریب تعلقه با استفاده از روش‌های همبستگی، نسبت میزان غیاب گونه‌ها در گروه‌های دیگر نیز مطرح است، از این‌رو بیشتر بودن مقادیر وفاداری گونه‌ها در یک گروه نمی‌تواند گویای بیشتر بودن میزان فراوانی گونه‌ها در همان گروه باشد. این ویژگی سبب می‌شود تا در فرآیند تعیین گونه‌های معرف، استفاده از ضریب ارزش (نسبت به شاخص‌های دیگر این حوزه) مورد استقبال تعداد زیادی از پژوهشگران قرار گیرد (De Cáceres *et al.*, 2012).

نتایج تحلیل خوشه‌ای به‌همراه تحلیل مؤلفه‌های اصلی برمبنای رتبه مقادیر وفاداری گونه‌های گیاهی سه گروه اول منطقه (جدول ۲) نشان داد که مقادیر وفاداری دو معیار ضریب ارزش و اوچیای مشابه هم است و از این نظر با شاخص‌های دیگر کاملاً متفاوت است. شاخص اوچیای برابر است با حد شاخص اجتماع‌پذیری فی، زمانی‌که تعداد قطعات نمونه زیادی (بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی بزرگ) دردسترس باشد (De Cáceres *et al.*, 2008). مقادیر ضریب تعلقه فی یا فرم‌های اصلاح‌شده آن که در تعیین گونه‌های معرف به‌طور گسترده استفاده می‌شوند، (Tichy & Chytry, 2006; Willner *et al.*, 2009; Lotter *et al.*, 2013) نسبت به اندازه بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی حساس هستند. به‌طور کلی با افزایش تعداد قطعات نمونه بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی، باید بر تعداد گونه‌های معرف افزوده شود، درصورتی‌که تغییرات مقادیر فی گونه‌ها با افزایش قطعات نمونه چندان مشهود نیست و باعث افزایش قابل توجه تعداد گونه‌های معرف نمی‌شود و از کیفیت نتایج آن کاسته می‌شود (De Cáceres *et al.*, 2008). بهتر بودن کیفیت نتایج دو شاخص اوچیای و ضریب ارزش نسبت به شاخص تعلقه فی و شاخص‌های دیگر همبستگی تعلقه در پژوهش پیش‌رو مؤید آن است که انتخاب شاخص تعلقه اوچیای نیز مانند معیار ضریب ارزش شاخص می‌تواند در تعیین گونه‌های معرف جوامع گیاهی در اولویت باشد.

References

- Agir, S.U., Kutbay, H.G., Karaer, F. and Surmen, B., 2014. The classification of coastal dune vegetation in Central Black Sea Region of Turkey by numerical methods and EU habitat types. Rendiconti Lincei, 25(4): 453-460.
- Asadi, H., Hosseini, S.M. and Esmailzadeh, O., 2011. Introduction of Khybus plant communities and their relation to physiographical factors and biodiversity

www.SID.ir

Archive of SID

and Fath, B.D. (Eds.). Encyclopedia of Ecology (Vol. 4). Elsevier, Oxford, 4156p.
- Eshaghi Rad, J., Zahedi Amiri, Gh., Marvi Mohajer, M.R., Asadi, M. and Mattaji, A., 2007. Evaluation and comparison of species diversity in Fagetum orientalis, Carpino-Fagetum orientalis and Querco-Carpinetum betulii communities (Case study: Namkhaneh and Gorazbon Districts-Noshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 14(4): 326-337 (In Persian).
- Eshaghi Rad, J., Zahedi Amiri, Gh. and Mataji, A., 2009. Determination of optimum number of ecological groups in vegetation classification (Case study: Kheiroudkenar forests). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 16(3): 455-466 (In Persian).
- Esmailzadeh, O. and Assadi, H., 2014. Total Phi Fidelity Index (TPFI) as a new algorithm in plant communities analysis. Iranian Journal of Forest, 6(2): 215-232 (In Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., Mesdaghi, M., Tabari, M. and Mohammadi, J., 2010. Can soil seed bank floristic data describe above ground vegetation plant communities?. Environmental Sciences, 7(2): 41-62 (In Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M. and Tabari, M., 2007. A phytosociological study of English yew (Taxus baccata L.) in Afratakhteh reserve. Pajouhesh & Sazandegi, 74(1): 17-24 (In Persian).
- Hill, M.O., Bunce, R.G.H. and Shaw, M.W., 1975. Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. The Journal of Ecology, 63(2): 597-613.
- Kent, M., 2011. Vegetation Description and Data Analysis: A Practical Approach. John Wiley and Sons, Chichester, 428p.
- Luther ‐ Mosebach J., Dengler J., Schmiedel U., Rower I. U., Labitzky T., Grongroft A., 2012. A First Formal Classification of the Hardeveld Vegetation in Namaqualand, South Africa,.Applied Vegetation Science, 15(3): 401-431.
- Naqinezhad, A. and Zarezadeh, S., 2013. Phytosociological survey of Noor and Sisangan lowland Hyrcanian forests Mazandaran Province. Iranian Journal of Plant Biology, 5(16): 103-121 (In Persian).
indices. Iranian Journal of Natural of Resources, 64(2): 107-127 (In Persian).
- Basiri, R., Karami, P., Akbarinia, M. and Hosseini, S.M., 2004. Determination of ecological species groups by Angelo-American approach case study: Ghamisheleh, Marivan. Journal of Environmental Studies, 30(36): 89-98 (In Persian).
- Botta-Dukat, Z., Chytry, M., Hajkova, P. and Havlova, M., 2005. Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. Preslia, 77(1): 89-111.
- Bruelheide, H., 2000. A new measure of fidelity and its application to defining species groups. Journal of Vegetation Science, 11(2): 167-178.
- Chytry, M. and Tichy, L., 2003. Diagnostic, Constant and Dominant Species of Vegetation Classes and Alliances of the Czech Republic: A Statistical Revision. Masaryk University Press, Brno, 230p.
- Chytry, M., Tichy, L., Holt, J. and Botta-Dukat, Z., 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. Journal of Vegetation Science, 13(1): 79-90.
- Dai, X, Page, B. and Duffy, K.J., 2006. Indicator value analysis as a group prediction technique in community classification. South African Journal of Botany, 72(4): 589-596.
- Dalle M.B., 1988. Knowing when to stop: Cluster concept – concept cluster. Coenoses, 1: 11-31.
- De Cáceres, M., Font, X. and Oliva, F., 2008. Assessing species diagnostic value in large data sets: a comparison between phi coefficient and Ochiai index. Journal of Vegetation Science, 19(6): 779-788.
- De Cáceres, M. and Legendre, P., 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. Ecology, 90(12): 3566-3574.
- De Cáceres, M., Legendre, P. and Moretti, M., 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. Oikos, 119(10): 1674-1684.
- De Cáceres M., Legendre P., Wiser S. K., Brotons L. 2012. Using species combinations in indicator value analyses. Methods in Ecology and Evolution, 3(6): 973-982.
- Dengler J., Chytry M. and Ewald J., 2008. Phytosociology: 2767-2779. In: Jorgensen, S.E.

www.SID.ir

Archive of SID

- Niemi, G.J. and McDonald, M.E., 2004. Application of ecological indicators. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 35: 89-111.
- Rolecek, J., Tichy, L., Zeleny, D. and Chytry, M., 2009. Modified TWINSPAN classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. Journal of Vagatation Science, 20(4): 596-602.
- Roodi, Z., Jalilvand, H. and Esmailzadeh, O., 2012. Identification of ecological plant species groups of Sisangan Reserve Buxus hyrcana forest park and studying their relationship with soil properties. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 19(2): 1-21 (In Persian).
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J., 1995. Biometry. Freeman and Company, New York, 887p.
- Tichy, L. and Chytry, M., 2006. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. Journal of Vegetation Science, 17(6): 809-818.
- Tichy, L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13(3): 451-453.
- Willner, W., Tichy, L. and Chytry, M., 2009. Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species. Journal of Vegetation Science, 20(1): 130-137.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of statistical fidelity indices in determination diagnostic species in Hyrcanin Box tree (*Buxus hyrcana* Pojark.) communities

H. Asadi [1], S.M. Hosseini [2], O. Esmailzadeh [3*], Y. Asri [4] and H. Zare [5]

1- Ph.D. Student Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

2- Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

3*- Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran. E-mail: oesmailzadeh@modares.ac.ir

4- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

5- Assistant Prof., Nowshahr Botanical Garden, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Nowshahr, Iran

Received: 09.05.2015 Accepted: 09.01.2016

Abstract

There are several available indices to assess the group associations between species and sites in order to identify diagnostic species. In this study, we introduced 11 indices of species-site groups and evaluated their quality by means of a TFVI model and four numerical criteria, including average positive fidelity, sharpness, uniqueness and crispness based on of 168 releve of *Buxus hyrcana* habitats. We used a modified TWINSPAN classification of 168 releve (Nine vegetation community/site groups) to determine the species fidelity value. The results showed that new classification obtained from assigning releve using TFVI model based on IndVal, UbinB and Ochiai indices returned the highest values of the fourfold criteria in evaluating classification quality. Moreover, they achieved higher qualities compared to other indices. Also results of cluster analysis and PCA diagram showed that 11 species-site groups' association indices can be divided into four groups. The scatter plot of association indices along two first axes in PCA (eigenvalues 0.556 and 0.365, respectively) explained 92% of total variation, and species fidelity values based on IndVal and Ochiai indices were similar and noticeably different with other indices. Finally, the results of this study revealed that IndVal and Ochiai indices have the most priority in determining diagnostic species of vegetation communities compared to the other examined association indices.

Keywords: Association indices of species-site groups, diagnostic species, TFVI model, vegetation classification.

www.SID.ir