

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 پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۹

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 رولو 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 ضیبه‌های دیگر در سطح بالاتری قرار داشت. همچنین نتایج دارنگاره طبقه‌بندی خوشه‌ای و نمودار PCA نشان داد که نتایج شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱ گانه در چهار گروه قابل تفکیک است. در بررسی ابر نقاط شاخص‌های اجتماع‌پذیری در امتداد دو محور اول PCA که به ترتیب 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

طبقه‌بندی پوشش گیاهی به‌عنوان یک اصل کلیدی مطرح

مفهوم گونه‌های معرف (Diagnostic species) در است (Chytry et al., 2002). گونه‌هایی به‌عنوان گونه

پژوهشگران علوم گیاهی قرار گرفته است (Tichy & Chytrý, 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 Zarezadeh و Naqinezhad (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 TPFی 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) به منظور تعیین تعداد بهینه گروه‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است.

در تعیین گونه‌های معرف علاوه بر 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 طبقه‌بندی شده وجود دارد (Chytrý *et al.*, 2002; De Cáceres *et al.*, 2008; De Cáceres & Legendre, 2009). اگرچه برخی از این شاخص‌ها بین پژوهشگران داخل کشور به طور کامل شناخته شده و مورد استفاده است، اما تعداد زیادی از این شاخص‌ها از نظر پژوهشگران داخلی دور مانده است. شاخص‌هایی مانند U و مشتقات آنها براساس مقایسه فراوانی مشاهده شده با فراوانی قابل انتظار، در مورد این‌که وقوع یک گونه در یک گروه به طور تصادفی بوده است یا خیر، تصمیم‌گیری می‌کند. همچنین روش قدیمی مربع کای برای ارزیابی میزان تعلقه نسبت احتمال را ارائه می‌دهد. پژوهش پیش‌رو در نظر دارد تا با معرفی این شاخص‌ها، کیفیت آنها را در تعیین میزان وفاداری (Assignment) هر یک از قطعات نمونه به گروه‌های اکولوژیک به دست آمده از داده‌های پوشش گیاهی سه رویشگاه بزرگ شمشاد

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 به منظور تعیین میزان اجتماع‌پذیری گونه‌های گیاهی به گروه‌ها یا جوامع گیاهی از قبل طبقه‌بندی شده و شناخت گونه‌های معرف مطرح شده است که از میان آنها، شاخص‌های همبستگی به همراه ضریب ارزش (Indicator value) نسبت به روش‌های دیگر کاربرد بیشتری دارند (Chytrý *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 (Chytrý *et al.*, 2002). در مقابل، ضریب ارزش مقادیر منفی ندارد و در محاسبه این ضریب برای هر یک 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 بر مبنای اطلاعات وفور یا درصد تاج‌پوشش گونه‌ها در پژوهش‌های داخل کشور نیز به دفعات استفاده شده است (Esmailzadeh *et al.*, 2007, 2010; Eshaghi, 2012; 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 (Bruehlheide, 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 به طور گسترده مورد استفاده

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) بر مبنای سطوح قطع ۵۰-۷۵-۱۰۰-۲۵-۱۲/۵-۵-۲/۵-۱- (صفر) 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، N_p = تعداد قطعه‌نمونه در هر گروه مورد نظر، n = فراوانی گونه مورد نظر در کل گروه‌ها، n_p = فراوانی گونه مورد نظر در گروه مورد نظر

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

هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) شامل جنگل حفاظت‌شده سی‌سنگان نوشهر، جنگل حفاظت‌شده خیبوس 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 بر مبنای 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 $30^{\circ} 33' 36''$ تا $30^{\circ} 35' 36''$ عرض شمالی و $51^{\circ} 47' 00''$ تا $51^{\circ} 49' 30''$ طول شرقی و محدوده ارتفاعی ۲۶- تا ۱۲۵ متر از سطح دریا)، جنگل حفاظت‌شده خیبوس (واقع در $36^{\circ} 17' 55''$ تا $36^{\circ} 20' 50''$ عرض شمالی و $53^{\circ} 15' 45''$ تا $53^{\circ} 41' 55''$ طول شرقی و محدوده ارتفاعی ۴۰۰ تا ۹۰۰ متر از سطح دریا) و جنگل‌های فریم سوادکوه (واقع در $36^{\circ} 15' 55''$ تا $36^{\circ} 11' 55''$ عرض شمالی و $53^{\circ} 27' 22''$ تا $53^{\circ} 27' 22''$ 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

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

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

توجه: علاوه بر شاخص‌های مذکور، سه شاخص U فوق هندسی اصلاح‌شده ($u_{hyp.adj}$)، U دوجمله‌ای a اصلاح‌شده ($u_{a.adj}$) و U دوجمله‌ای b اصلاح‌شده ($u_{b.adj}$) 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} ، $u_{bin.A}$ و $u_{bin.B}$ نیز قابل محاسبه است. در هر یک از سه شاخص جدید به جای مقدار عددی u_{hyp} از $u_{hyp.adj}$ استفاده می‌شود.

می‌دهد. بیشترین مقدار TFVI برای هر قطعه نمونه در هر گروه بیان‌گر تعلقه آن قطعه نمونه به گروه مزبور است و بر این اساس یک طبقه‌بندی جدید (به‌ازای هر یک از شاخص‌های مزبور) ارائه می‌شود، بنابراین با استفاده از مدل TFVI برای هر شاخص اجتماع‌پذیری جدول ۲، یک طبقه‌بندی انجام شد.

مدل مجموع شاخص تعلقه (TFVI)

مدل TFVI با الگوبرداری از مدل TPF (Esmailzadeh & Asadi, 2014) توسعه پیدا کرد. این مدل که براساس مقادیر تعلقه شاخص‌های مورد بررسی (جدول ۲) و درصد تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی هر یک از قطعات نمونه برای هر گروه محاسبه می‌شود (رابطه ۱)، میزان اجتماع‌پذیری قطعات نمونه به گروه‌های اکولوژیک (قطعه نمونه - گروه) را ارائه

$$\text{رابطه (۱)} \quad TFVI_{k,j} = \sum_{j \in i(k)} (A_i \times C_j)$$

گروه j و C_j درصد تاج‌پوشش گونه i در قطعه نمونه k.

که در آن: A_i شاخص اجتماع‌پذیری هر گونه i در هر

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

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

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

$$G = 2 \sum f(o)_i \cdot \ln \left[\frac{f(o)_i}{f(e)_i} \right] \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن: $f(o)_i$ فراوانی مشاهده‌شده و $f(e)_i$ فراوانی

مورد انتظار است.

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 فلورستیک گروه‌های گیاهی یک منطقه را از نظر 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).

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

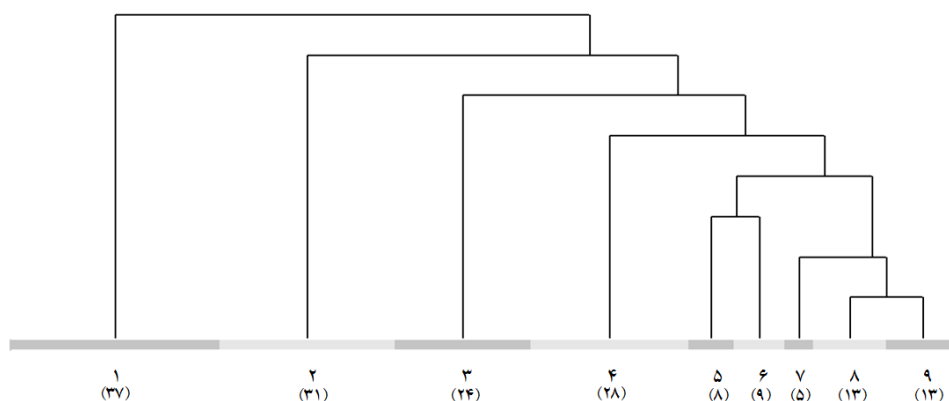
$$T_{jk} = \frac{\sum_i \phi_{ij} \times \phi_{ik}}{\sum_i \phi_{ij}^2} \quad \text{رابطه (۳)}$$

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).

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 TWINSpan اصلاح شده نشان می‌دهد. پس از تعیین گروه گونه‌های اکولوژیک، گروه‌بندی مدل مجموع شاخص وفاداری براساس هر یک 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 اصلاح شده (اعداد داخل پرانتز، تعداد قطعات نمونه گروه‌هاست).

از این نظر دو ضریب اجتماع‌پذیری UbinB و UbinB-adj در درجه بعدی اهمیت قرار داشتند. دو ضریب اجتماع‌پذیری UbinB و UbinB-adj به دلیل 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

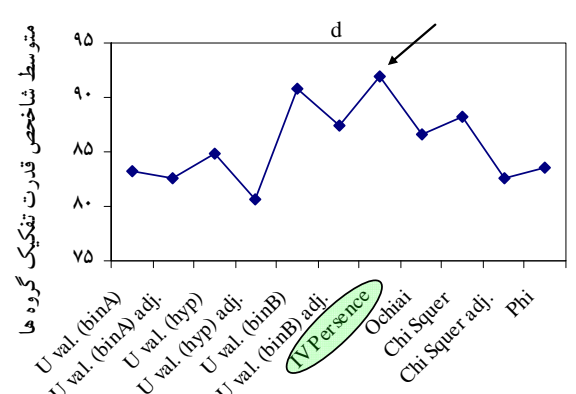
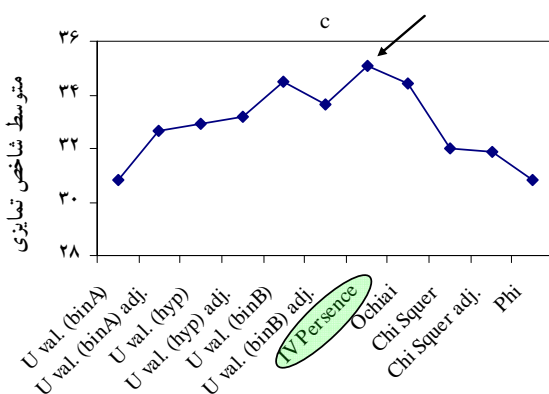
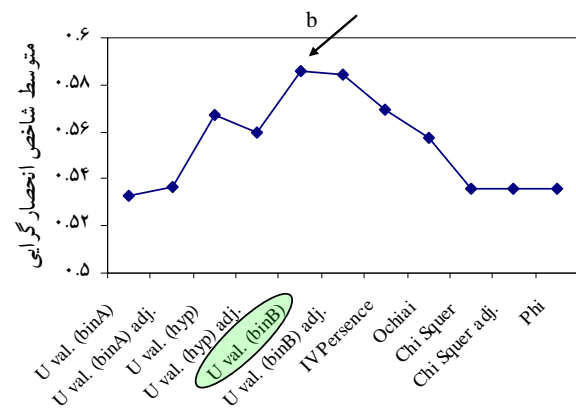
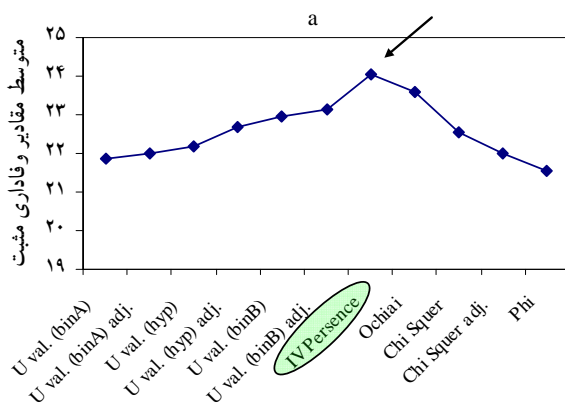
روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری

بررسی روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری بر مبنای رتبه مقادیر وفاداری هر یک از گونه‌ها در هر گروه به‌ازای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از نتایج دارنگاره تحلیل خوشه‌ای انجام شد. برای این منظور ابتدا برای هر یک از گروه‌ها، گونه‌های گیاهی بر مبنای مقادیر شاخص اجتماع‌پذیری، رتبه‌دهی و مرتب شدند. سپس مقادیر رتبه‌ها با بهره‌گیری از روش نسبی‌سازی با مجموع (Relativization by sum) (به‌دست‌آمده از تقسیم مقدار رتبه هر گونه به مجموع رتبه‌های آن گونه) استاندارد شدند. در نهایت با بهره‌گیری از روش خوشه‌ای و براساس ضریب فاصله اقلیدسی نسبی (Relative Euclidean) و خوشه‌بندی به روش اتصال میانگین (Group average) طبقه‌بندی (گروه‌بندی) شاخص‌ها انجام شد. روابط شاخص‌های مزبور براساس نتایج دارنگاره طبقه‌بندی خوشه‌ای و دارنگاره

شکل ۲ نمودار روند تغییرات شاخص‌های چهارگانه ارزیابی کیفیت در گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI به‌ازای هر یک از شاخص‌های اجتماع‌پذیری ۱۱ گانه را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI براساس دو ضریب ارزش و اوچیایی (Ochiai) از نقطه نظر شاخص متوسط مقادیر وفاداری مثبت (با مقدار عددی ۲۴) نسبت به گروه‌بندی‌های دیگر در اولویت بودند و

در درجه اول اهمیت باشد، بنابراین می‌توان اذعان داشت که از نقطه نظر چهار شاخص ارزیابی کیفیت گروه‌بندی استفاده از ضرایب اجتماع‌پذیری ضریب ارزش سبب می‌شود تا کیفیت گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI در بیشترین مقدار باشد.

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 (به ترتیب با مقادیر عددی ۰/۸۳۵ و ۰/۹۲) به‌دست بیاید و از این نظر شاخص اجتماع‌پذیری ارزش نسبت به ضرایب اجتماع‌پذیری دیگر

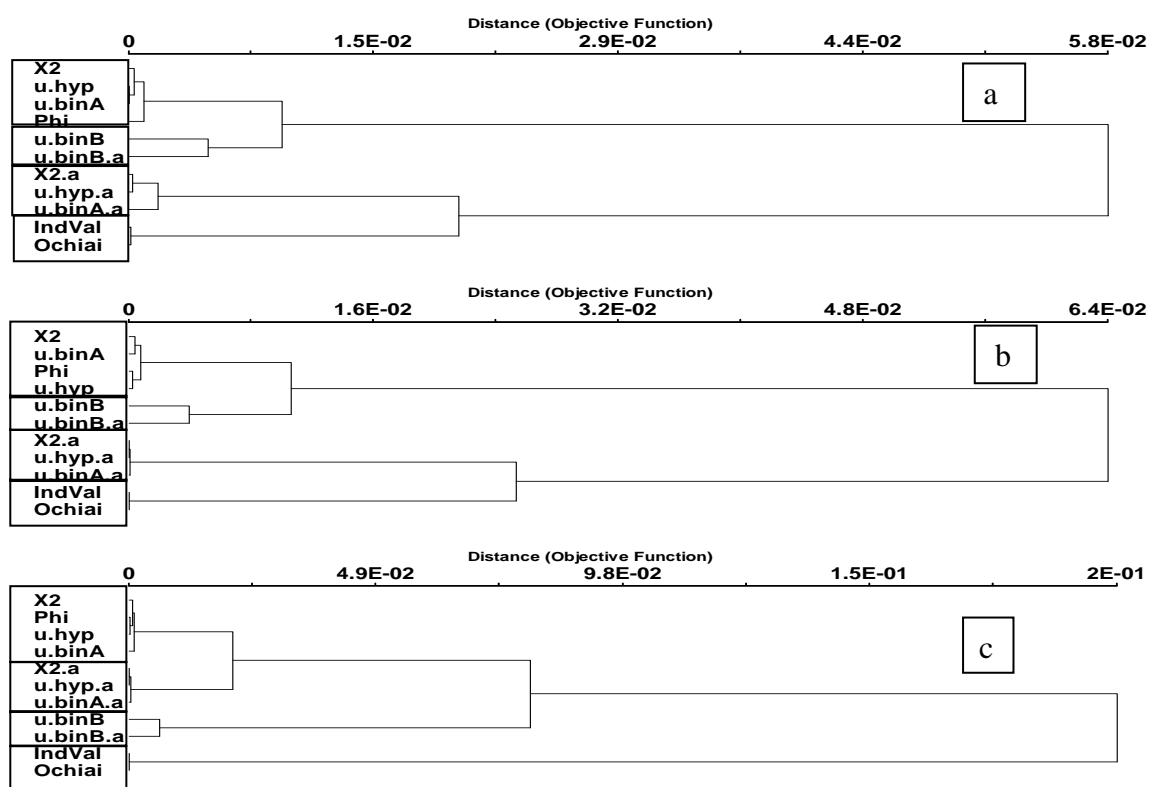


شکل ۲- نمودار روند تغییرات مقادیر متوسط شاخص‌های وفاداری مثبت (a)، انحصارگرایی (b)، تمایزی (c) و شاخص قدرت تفکیک گروه‌ها (d) در

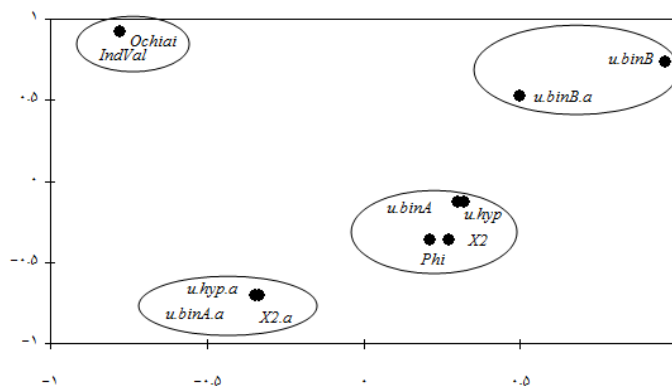
گروه‌های به‌دست‌آمده از مدل TFVI

طبقه‌بندی کرد. گروه اول مشتمل بر دو شاخص IndVal و Ochiai بود. این دو شاخص در هر یک از سه دارنگاره خوشه‌بندی و نمودار PCA در یک گروه با کمترین فاصله قرار داشتند، اما با شاخص‌های دیگر بیشترین فاصله را داشتند.

در بررسی روابط بین شاخص‌های اجتماع‌پذیری بر مبنای رتبه مقادیر وفاداری هر یک 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 ۱۱ گانه مزبور را می‌توان در چهار گروه متمایز



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



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

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

نتایج دارنگاره طبقه‌بندی به‌همراه نمودار PCA نیز نشان داد که دو شاخص UbinB و UbinB-adj به‌دلیل ارابه مقادیر مشابه در قالب یک گروه هستند و سه شاخص X^2 ، adj، UbinA-adj و U_{hyp} adj که همگی به‌عنوان

PCA که در بررسی الگوی توزیع شاخص‌های اجتماع‌پذیری به منظور بررسی تشابه آنها مد نظر قرار گرفتند، به ترتیب 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).

نمودار PCA در حد واسط شاخص‌های U(binB)-UbinB و 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

جدول ۳- نتایج تحلیل PCA بر مبنای رتبه مقادیر وفاداری هریک از گونه‌ها در گروه‌های به دست آمده از مدل TFVI

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

بحث

شاخص‌ها) و از معیارهای متوسط مقادیر وفاداری مثبت، انحصاری، تمایزی و قدرت تفکیک گونه‌های معرف که همگی مشتق شده از معیار تعلقه فی می‌باشند به عنوان معیارهای چهارگانه ارزیابی کیفیت طبقه‌بندی مورد توجه قرار گرفتند. بر اساس نظر Dalle (۱۹۸۸)، معیار استاندارد و قابل اجرایی برای ارزیابی کیفیت گروه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی وجود ندارد، اما در سال‌های اخیر طبق نظر پژوهشگران پوشش گیاهی اروپایی، معیار وفاداری و شاخص‌های مشتق شده از آن که مفهوم اصلی و پایه مکتب زوریخ - مونپلیه هستند، می‌توانند در ارزیابی گروه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرند (Botta-Dukat *et al.*, 2005). از این رو از این شاخص‌ها که همگی بر اساس معیار تعلقه عمل می‌کنند، برای ارزیابی گروه‌های به دست آمده استفاده شد.

انطباق زیاد (۸۲ درصدی) گروه‌های به دست آمده از مدل TFVI بر مبنای ضریب اجتماع‌پذیری اوچیای با گروه‌های اکولوژیکی در منطقه، دلالت بر هم‌سویی مناسب گروه‌بندی به دست آمده از مدل TVFI و کاربرد مؤثر مفهوم معیار وفاداری گونه‌ها در تفکیک و تمایز گروه گونه‌های اکولوژیک دارد. در تحقیق Asadi و Esmailzadeh (۲۰۱۴) نیز که برای ارزیابی کیفیت نتایج طبقه‌بندی گروه‌های گیاهی جنگل حفاظت شده خیوس بر اساس شاخص اجتماع‌پذیری فی و مدل TPFII انجام شد، انطباق گروه‌های اکولوژیک به دست آمده از روش‌های TWINSpan معمولی و

نتایج طبقه‌بندی سه رویشگاه مهم شمشاد در جنگل‌های جلگه‌ای (سی سنگان) پایین‌بند (خیبوس) و میان‌بند (فریم) ناحیه هیرکانی با استفاده از روش TWINSpan اصلاح شده بر اساس اطلاعات ۱۶۸ رولوه، مؤید این نکته بود که در این روش برخلاف روش TWINSpan معمولی (Hill *et al.*, 1975) از طبقه‌بندی تحمیلی خوشه‌ها (طبقه‌بندی به طور دودویی) جلوگیری شد و خوشه‌ها فقط بر اساس میزان ناهمگنی خود در سطوح بعدی به گروه‌های کوچک‌تر تفکیک شدند. بر این اساس گروه‌های اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب با ۳۷، ۳۱، ۲۴ و ۲۸ قطعه نمونه 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 به عنوان اعضای یک گروه محسوب شدند، هرچند که از نظر تعداد قطعه نمونه، 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 اصلاح شده مبنی بر اجتناب از طبقه‌بندی تحمیلی گروه‌ها در سطوح بالای طبقه‌بندی را نشان می‌دهد (Agir *et al.*, 2014).

در ارزیابی شاخص‌های مختلف اجتماع‌پذیری بر اساس نتایج گروه‌بندی به دست آمده از مدل TFVI (به‌ازای هریک از

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 بر مبنای رتبه مقادیر وفاداری گونه‌های گیاهی سه گروه اول منطقه (جدول ۲) نشان داد که مقادیر وفاداری دو معیار ضریب ارزش و اوجیای مشابه هم است و از این نظر با شاخص‌های دیگر کاملاً متفاوت است. شاخص اوجیای برابر است با حد شاخص اجتماع‌پذیری فی، زمانی که تعداد قطعات نمونه زیادی (بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی بزرگ) در دسترس باشد (De Cáceres *et al.*, 2008). مقادیر ضریب تعلقه فی یا فرم‌های اصلاح‌شده آن که در تعیین گونه‌های معرف به‌طور گسترده استفاده می‌شوند، (Tichy & Chytrý, 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، در صورتی که 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 اوجیای و ضریب ارزش نسبت به شاخص تعلقه فی و شاخص‌های دیگر همبستگی تعلقه در پژوهش پیش‌رو مؤید آن است که انتخاب شاخص تعلقه اوجیای 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

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 ارائه داد. البته آنچه نتایج پژوهش پیش‌رو را از مطالعه Asadi و Esmailzadeh (۲۰۱۴) و Dai و همکاران (۲۰۰۶) متمایز کرده است، استفاده از ۱۱ معیار اجتماع‌پذیری در شاخص تشابه قطعه‌نمونه - گروه TFVI بود، در حالی که در دو مطالعه پیشین به ترتیب 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 بر مبنای داده‌های حضور- غیاب نسبت به شاخص‌های دیگر از نظر معیارهای چهارگانه ارزیابی کیفیت همواره در سطح بالاتری قرار دارد. بنابراین نتایج پژوهش پیش‌رو تصریح می‌کند که استفاده از ضریب ارزش بر مبنای داده‌های کیفی حضور- غیاب در برآورد میزان وفاداری گونه‌ها به‌منظور تعیین گونه‌های معرف گروه‌های گیاهی نسبت به شاخص‌های دیگر در اولویت است، از این‌رو استفاده از آن برای پژوهشگران علوم گیاهی توصیه می‌شود. همچنین استفاده از معیار ارزش به‌دلیل این‌که با ارائه میزان وفاداری گونه‌ها به هر یک از گروه‌ها، فراوانی گونه‌ها را نیز ارائه می‌دهد، در مقایسه 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

- 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., Wisser 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.

- 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.
 - 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 Vegetation 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

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

H. Asadi¹, S.M. Hosseini², O. Esmailzadeh^{3*}, Y. Asri⁴ and H. Zare⁵

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.