

کاربرد روش ترکیب گونه‌های معرف در طبقه‌بندی پوشش گیاهی

حامد اسدی^۱، امید اسماعیل‌زاده^{۱*}، سید محسن حسینی^۱، یونس عصری^۲ و حبیب زارع^۳
^۱ گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
^۲ بخش گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران
^۳ باغ گیاه‌شناسی شمال کشور، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، نوشهر، ایران

چکیده

پژوهش حاضر در نظر دارد کاربرد روش ترکیب گونه‌های معرف را در طبقه‌بندی بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی بزرگ بررسی کند. برای این منظور، از بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی شمشاد در استان‌های گلستان و مازندران مشتمل بر ۴۴۲ رولوه و ۸۹ گونه استفاده شد. برای اجرای روش ترکیب گونه‌های معرف، نخست طبقه‌بندی اولیه توسط روش TWINSpan اصلاح شده انجام شد و با اجرای آنالیز تعلقه فی در گروه‌های حاصل از سطح قطع دوم این طبقه‌بندی، پنج گونه که دارای بالاترین مقدار تعلقه بودند، انتخاب شد. سپس، با بررسی وقوع مشترک هر یک از این پنج گونه توسط آنالیز اجتماع‌پذیری فی با دیگر گونه‌های بانک اطلاعاتی، گروه گونه‌های گیاهی تشکیل شد. در پایان، با استفاده از فرمول نویسی گروه گونه‌های مزبور (معروف به فرمول‌های منطقی) و با تخصیص ۳۷۹ رولوه به فرمول‌های مزبور، تعداد ۲۱ اجتماع گیاهی در بانک اطلاعاتی شمشاد شناسایی شد که متعلق به تعداد شش واریانت، ۱۷ زیرجامعه، ۱۱ جامعه، چهار اتحادیه، یک رده و یک راسته گیاهی است. همچنین، تعداد ۶۳ رولوه که توسط فرمول‌های منطقی به هیچ کدام از اجتماعات گیاهی اختصاص نیافتند، توسط شاخص اجتماع‌پذیری FPI به اجتماع گیاهی که دارای بیشترین مقدار این شاخص بودند، اختصاص یافت. به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر تصریح می‌کند که با توجه به انطباق ۹۱ درصدی دو روش طبقه‌بندی براون-بلانکه و ترکیب گونه‌های معرف، می‌توان روش ترکیبی را به عنوان جایگزین مناسب روش مبتنی بر تجربه براون-بلانکه برای طبقه‌بندی بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی بزرگ به متخصصان پوشش گیاهی داخل کشور پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: روش ترکیب گونه‌های معرف، روش براون-بلانکه، طبقه‌بندی پوشش گیاهی، شاخص تعلقه فی، بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی، شمشاد

Caceres et al., 2015). اهمیت این امر در علوم

مقدمه

پوشش گیاهی به حدی است که بدون طبقه‌بندی پوشش گیاهی شناخت مناسبی از ویژگی‌های آن

نیاز بشر به طبقه‌بندی محیط اطراف خود به منظور

ملموس تر کردن آن امری اجتناب‌ناپذیر است (De

* oesmailzadeh@modares.ac.ir

این رو، از آن بجای یک روش علمی به عنوان یک هنر یاد می کنند (Austin and Smith, 1989). امروزه با توسعه علوم رایانه و در نتیجه بهره گیری از روش های عددی چندمتغیره در فرآیندهای طبقه بندی پوشش گیاهی (مانند روش های خوشه ای و TWINSpan) تلاش برای کاهش عامل ذهنیت (یا تجربه که در روش سنتز جدولی براون-بلانکه مطرح است) در توصیف پوشش گیاهی به منظور درک هر چه صحیح تر روابط پوشش گیاهی و عوامل محیطی با استفاده از معیارهای واضح و روشن مطرح هست (Grabherr et al., 2003). البته آنچه کاربرد روش طبقه بندی مبتنی بر تجربه براون-بلانکه را نسبت با روش های عددی طبقه بندی پوشش گیاهی برجسته تر می سازد، این است که در روش براون-بلانکه هر گونه اشکال یا پیچیدگی در فرآیند طبقه بندی بر اساس تجربه محقق (آگاهی که محقق در مورد رفتار گونه ها نسبت به تغییرات خصوصیات محیطی رویشگاه دارد) قابل رفع است، اما چنین قابلیتی در روش های عددی وجود ندارد. ضمن این که نتایج طبقه بندی عددی در مقیاس های بزرگ بدون اتکا به دانش تجربی با خطا همراه است (Dengler et al., 2008).

برای دوری از این مشکلات، به تازگی طبقه بندی نظارت شده (supervised classification) از اهمیت نسبی بالایی برخوردار شده است. روش ترکیب گونه های معرف (cocktail) (Bruehlheide and Jandt, 1995) یکی از روش های طبقه بندی نظارت شده است که تقلیدی از روش براون-بلانکه است و به منظور احیای آن شکل گرفته است (Douda, 2008). توسعه روش ترکیب گونه های معرف و در نتیجه حذف عامل محدودیت اثر تجربه محقق در نتیجه فرآیند طبقه بندی

حاصل نمی شود (Daubenmire, 1968). از این رو، طبقه بندی پوشش گیاهی یکی از موضوعات مهم بوم شناسی گیاهی است که بر اساس آن، گروه های گیاهی مشتمل بر گیاهانی با سرشت و نیازهای مشابه اکولوژیک که در طبیعت کنار هم مستقل هستند شناسایی و تفکیک می شوند (Witte, 2002). هدف اولیه طبقه بندی پوشش گیاهی، خلاصه کردن تغییرات (مکانی و زمانی) آن در تعداد محدودی واحدها یا اجتماعات گیاهی (plant communities) است (De Caceres et al., 2015). اما به طور کلی، طبقه بندی پوشش گیاهی با سه هدف عمده انجام می شود: ۱- تعیین و نام گذاری واحدهای متمایز از پوشش گیاهی یک منطقه به منظور شناخت مناسب از الگوی تغییرات ترکیب پوشش گیاهی یک رویشگاه؛ ۲- پیش بینی بسیاری از ویژگی های رویشگاه (ترکیب گونه ای، شرایط رویشگاه و فرآیندهای اکولوژیک) از طریق اختصاص دادن گروه های گیاهی به واحدهای پوشش گیاهی و ۳- تعیین الگوی وقوع مشترک گونه ها به منظور پیش بینی دامنه اکولوژیک انتشار آنها (Dengler et al., 2008).

روش طبقه بندی براون-بلانکه (Braun-Blanquet, 1964) که معروف ترین و پرکاربردترین روش طبقه بندی پوشش گیاهی به شمار می رود، با ارایه یک چارچوب مشخص و با کمک تجربه متخصص، به دنبال بهترین ترکیب گروه های گیاهی به منظور طبقه بندی پوشش گیاهی است. این روش به دلیل مشکلات اشتباه در نمونه برداری (عدم رعایت اصل توده معرف) و عدم شفافیت فرآیند طبقه بندی (عدم قانونمندی و شفافیت) همواره مورد انتقاد قرار داشته است (Dengler et al., 2008; Rolecek, 2007). از

یک سو برای انجام تحلیل‌های آماری کاربرد دارد و از سوی دیگر، به عنوان یک منبع داده فلورستیک برای مطالعات تغییرات ترکیب پوشش گیاهی طی زمان‌های مختلف کاربرد دارد. همچنین، این اطلاعات می‌تواند برای اهداف دیگری مانند تعیین متغیرهای مهم محیطی، برآورد آشیان اکولوژیک گونه‌ها، ارزیابی ضرایب معرف النبرگ، تهیه نقشه پراکنش برای هر گونه و مدل‌سازی پتانسیل گسترش گونه‌ها و رویشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. از این رو، استفاده روش ترکیب گونه‌های معرف در طبقه‌بندی پایگاه‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، پژوهش حاضر در نظر دارد ضمن معرفی اجزای این روش طبقه‌بندی، کاربرد آن را در طبقه‌بندی بانک اطلاعاتی جنگل‌های شمشاد هیرکانی (*Buxus hyrcana* Pojark.) در استان‌های گلستان و مازندران بررسی کند.

مواد و روش‌ها

بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی: طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ رویشگاه‌های مهم شمشاد هیرکانی از منطقه حفاظت شده چشمه بلبل بندرگز استان گلستان به عنوان شرقی‌ترین ناحیه پراکنش این گونه در جنگل‌های هیرکانی تا جنگل‌های لیره سر تنکابن در استان مازندران نمونه‌برداری شد (شکل ۱). این رویشگاه‌ها در محدوده ارتفاعی ۵۰ متر از سطح دریا (پارک جنگلی سی‌سنگان) تا ۱۷۵۰ متر از سطح دریا (جنگل‌های فریم سوادکوه) و به عنوان مرتفع‌ترین رویشگاه شمشاد در جنگل‌های هیرکانی، قرار دارند. به طور کلی، در رویشگاه‌های مزبور، تعداد ۴۴۲ رولوه (۴۰۰ مترمربعی) با روش براون-بلانکه (Braun-Blanquet, 1964) و با رعایت اصل توده معرف

و ارایه نتایج آن به صورت توابع عددی سبب گردید تا نتایج حاصل از آن، ضمن دقت بالا در سطوح بین‌المللی (به دلیل قابلیت تکراری که دارند) نیز قابل ارایه باشد (Bruehlheide and Chytry, 2000). این در حالی است که کیفیت نتایج روش سنتز جدولی براون-بلانکه به دلیل تأثیرپذیری از میزان تجربه محقق متفاوت است و بنابراین تنها در سطوح منطقه‌ای و یا ملی قابلیت ارایه دارند. البته این روش به دلیل استفاده از معیار حضور-غیاب گونه‌های گیاهی در فرآیند طبقه‌بندی (که به عنوان مهم‌ترین معیار در فرآیند طبقه‌بندی جوامع گیاهی با روش سنتز جدولی براون-بلانکه مطرح است) و نیز تشابه اصول پردازش داده‌ها در این روش با روش براون-بلانکه (Bruehlheide, 2000؛ Boublik, 2010)، امکان ارایه نتایج مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی که قبلاً توسط محققان باتجربه انجام شده است را به صورت توابع عددی فراهم می‌سازد (Koci et al., 2003). از این رو، روش طبقه‌بندی ترکیبی طی دو دهه اخیر به منظور معرفی اجتماعات گیاهی در سطح رویشگاه‌ها در مقیاس‌های بزرگ ملی و بین‌المللی مدنظر محققان علوم پوشش گیاهی قرار گرفته است (Bruehlheide, 2000؛ Rolecek, 2007؛ Silc and Carni, 2007؛ Douda, 2008؛ Simonova, 2008؛ Hegedusova؛ Boublik, 2010؛ Li et al., 2012؛ Landucci et al., 2012؛ Li et al., 2015؛ Douda et al., 2016).

نیاز به ایجاد پایگاه اطلاعاتی پوشش گیاهی در مقیاس‌های بزرگ (در نواحی رویشی مختلف و یا در سطوح پراکنش گونه‌ها) و طبقه‌بندی آنها به منظور شناخت تنوع جوامع گیاهی، در ایران نیز احساس می‌شود. چنین مجموعه الکترونیکی از داده‌های اولیه از

نمونه برداری در هر رویشگاه ترکیبی از دو روش خطی و انتخابی بود (Esmailzadeh *et al.*, 2011). در هر یک از رولوه‌ها فهرست کلیه گونه‌های گیاهی به همراه درصد تاج پوشش آنها بر اساس مقیاس وان درمارل با اندکی تغییر (۰: غایب، ۱: ۱-۰، ۲: ۲-۵، ۳: ۳-۵، ۴: ۴-۱۲/۵، ۵: ۵-۲۵/۵، ۶: ۶-۵۰، ۷: ۷-۵۰ و ۸: ۷۵-۱۰۰ درصد) ثبت شد. در نهایت، بانک اطلاعاتی شمشاد هیرکانی در استان‌های گلستان و مازندران با ۴۴۲ پلات و ۸۹ گونه تشکیل شد.

برداشت شد. مهم‌ترین نکته در روش براون-بلانکه پراکنش مناسب رولوه‌ها (قطعات نمونه) و تعیین صحیح آنها است. برای این منظور ترانسکت‌هایی با فواصل ۴۰۰ متر به عنوان خطوط مبنا در امتداد شیب تغییرات ارتفاع از سطح دریا (عمود بر خطوط منحنی میزان) در نظر گرفته شد و رولوه‌ها با در نظر گرفتن هر گونه تغییر احتمالی در پوشش گیاهی منطقه و با تأکید بر اصل توده معرف (Asti, 1995) در هر رویشگاه پیاده شد. بنابراین، طراحی شبکه



شکل ۱- رویشگاه‌های شمشاد موجود در دو استان گلستان و مازندران مطالعه شده به منظور تهیه بانک اطلاعاتی شمشاد هیرکانی

طور معمول، گونه‌هایی که حضور مشترک در قطعات نمونه یکسان دارند، دارای نیازهای رویشگاهی مشابه و در نتیجه آن پراکنش مشابه هستند. مفهوم گروه گونه‌های گیاهی در روش ترکیبی اشاره به اصل اجتماع‌پذیری گونه‌ها دارد (Doing, 1969) و مشابه مفهوم گونه‌های معرف برای واحدهای پوشش گیاهی در جامعه‌شناسی گیاهی است. به بیان دیگر، گروه گونه گیاهی مشتمل بر گونه‌هایی است که در قطعات نمونه با

روش طبقه‌بندی ترکیب گونه‌های معرف یا
روش ترکیبی (cocktail): فرآیند طبقه‌بندی ترکیب گونه‌های معرف با پیدا کردن گروهی از گونه‌های گیاهی (گروه گونه‌های جامعه‌شناختی) که در قطعات نمونه بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی تمایل به حضور مشترک دارند، آغاز می‌شود. هر چه بانک اطلاعاتی بزرگ‌تر و شامل رویشگاه‌های بیشتری باشد، تعیین گروه گونه‌های گیاهی با دقت بیشتری انجام می‌شود. به

تفکیک می‌شوند. در تخصیص قطعات نمونه به یک اجتماع گیاهی، هر قطعه نمونه‌ای که حداقل نیمی از گونه‌های یک گروه گونه‌جامعه‌شناختی را شامل شود به آن اجتماع گیاهی مزبور تعلق می‌یابد (Koci *et al.*, 2003). در ادامه، به منظور تعیین اجتماعات گیاهی در یک سطح طبقه‌بندی، می‌توان اقدام به اجرای مجدد کلیه مراحل بالا در هر یک از جوامع مزبور کرد. بدین صورت تمامی اجتماعات گیاهی بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی شناسایی می‌شوند.

مرحله نهایی روش طبقه‌بندی ترکیبی، معرفی عددی اجتماعات گیاهی به‌دست‌آمده در مراحل قبلی با استفاده از فرمول‌های منطقی (logical formula) است. هر فرمول منطقی از تعدادی شرایط عضویت (membership condition) تشکیل شده است که توسط عملگرهای منطقی (logical operator) باهم ترکیب می‌شوند. هر شرایط عضویت هم از اصطلاحاتی (terms) تشکیل شده است که توسط عملگرهای رابطه‌ای (relational operators) به هم مرتبط می‌شوند. اصطلاحاتی که در شرایط عضویت به کار گرفته می‌شود، معمولاً شامل نام گونه‌ها، حد آستانه درصد تاج‌پوشش گونه‌ها و گروه گونه‌های جامعه‌شناختی است. در مطالعه حاضر، به منظور اجرای طبقه‌بندی ترکیبی و معرفی عددی جوامع گیاهی شمشاد از نرم‌افزار Juice ویرایش ۷/۰/۱۶۰ (Tichy, 2002) و شاخص اجتماع‌پذیری (تعلقه) فی تعدیل شده (Tichy and Chytry, 2006) استفاده شد. در زیر نمونه‌ای از فرمول منطقی به‌دست‌آمده برای یکی از جوامع گیاهی رویشگاه‌های شمشاد در استان‌های مازندران و گلستان به منظور معرفی علایم و جزییات آن (جدول ۱) به عنوان مثال ارائه می‌شود:

خصوصیات رویشگاهی مشابه حضور مشترک دارند و در نتیجه پراکنش آنها مشابه است. از این رو، می‌توان از آنها به عنوان گونه‌های معرف یک اجتماع گیاهی خاص قلمداد کرد.

به منظور ایجاد یک گروه گیاهی جامعه‌شناختی، نخست چند گونه تفریقی (differential species) اولیه از بانک اطلاعاتی انتخاب می‌شود. تعیین گونه‌های تفریقی اولیه بر اساس تجربه و تخصص محقق، مطالعات انجام شده قبلی در آن منطقه و یا نتایج تحلیل گونه معرف که بر مبنای نتایج یک طبقه‌بندی اولیه شکل گرفته است، انجام می‌شود. در پژوهش حاضر، نتایج روش TWINSpan اصلاح‌شده (Rolecek *et al.*, 2009) به عنوان طبقه‌بندی اولیه مدنظر قرار گرفت.

پس از تعیین گونه‌های تفریقی اولیه، درصد وقوع مشترک آنها با ترکیب گیاهی منطقه با بهره‌گیری از روش‌های عددی اجتماع‌پذیری مانند ضریب تعلقه فی (TPFIM) (Chytry *et al.*, 2002) بررسی شده است و بر این اساس گونه‌های گیاهی که با همدیگر (به طور معمول چهار یا پنج گونه) در یک سری از قطعات نمونه وقوع می‌یابند، به عنوان گروه گونه‌های جامعه‌شناختی معرفی می‌شوند (Bruehlheide and Chytry, 2000؛ Koci *et al.*, 2003). به دیگر سخن، با محاسبه درصد اجتماع‌پذیری، گونه‌هایی که پراکنش مشابهی با گونه‌های تفریقی اولیه دارند، شناسایی می‌شوند. در نهایت، تخصیص قطعات نمونه (رولوه‌ها) به هر یک از گروه گونه‌های جامعه‌شناختی (بر مبنای حضور-غیاب گروه گونه‌های جامعه‌شناختی در هر یک از قطعات نمونه) بررسی شده (Willner, 2011) و بر این اساس اجتماعات گیاهی متمایز از یکدیگر

GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30> (((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR< Zelkova carpinifolia

جدول ۱- معرفی علائم و جزییات فرمول‌های منطقی جوامع گیاهی در نرم‌افزار Juice

توضیحات	علائم	نوع علائم
هر دو شرایط عضویت باید باهم اتفاق بیفتند	AND	عملگرهای منطقی
حداقل یکی از دو شرایط عضویت باید اتفاق بیفتند	OR	
شرایط عضویت نباید اتفاق بیفتند	NOT	
بیشتر از	GR	عملگرهای رابطه‌ای
برابر با	EQ	
بیشتر یا مساوی با	GE	
برای تشکیل یک شرایط ضویت از این علائم استفاده می‌شود	< >	شرایط عضویت
برای تشکیل گروهی از شرایط عضویت از این علائم استفاده می‌شود. هر سه نوع علائم عملکرد یکسانی دارند و تفاوتی باهم ندارند.	{ } یا () یا [] یا {}	گروهی از شرایط عضویت

شاخص اجتماع‌پذیری است که در مطالعات زیادی استفاده شده است (Douda, Boublik et al., 2007؛ Janisova et al., 2010؛ Boublik, 2010؛ 2008؛ Rodriguez-Rojo et al., Landucci et al., 2013؛ 2014). در پژوهش حاضر، به منظور از اختصاص رولوه‌های به‌اشتباه طبقه‌بندی‌شده از شاخص اجتماع‌پذیری FPMI استفاده شد (جدول ۲). بالاترین مقدار عددی شاخص FPMI هر یک از رولوه‌ها در هر یک از اجتماعات گیاهی تعیین شده در منطقه بیانگر اختصاص آن رولوه‌ها به اجتماعات گیاهی مزبور است. در پایان، با بهره‌گیری از جدول توافقی، میزان انطباق نتایج حاصل از روش ترکیبی طبقه‌بندی جوامع گیاهی شمشاد هیرکانی با نتایج روش سنتز جدول براون-بلانکه ارزیابی شد. طبقه‌بندی جوامع گیاهی با روش سنتز جدولی براون-بلانکه بر مبنای نتایج اولیه TWINSpan اصلاح‌شده و با تکیه بر نتایج اجتماع‌پذیری گونه-گروه حاصل از روش تعلقه فی اصلاح‌شده در محیط نرم‌افزار Juice انجام شد.

معمولاً پس از اجرای طبقه‌بندی ترکیبی و اختصاص رولوه‌ها به جوامع گیاهی تعیین شده توسط فرمول‌های منطقی، ممکن است تعدادی از رولوه‌ها به هیچ‌یک از جوامع گیاهی تعیین شده اختصاص پیدا نیابد و یا به بیشتر از یک جامعه گیاهی اختصاص یابند. رولوه‌های مزبور که به آنها رولوه‌های اشتباه طبقه‌بندی‌شده (misclassified releve) اطلاق می‌شود معمولاً با استفاده از یکی از شاخص‌های اجتماع‌پذیری (تشابه) قطعه نمونه-گروه، به یکی از جوامع گیاهی اختصاص پیدا خواهند کرد (Koci et al., 2003). شاخص‌های اجتماع‌پذیری قطعه نمونه-گروه متعددی در این زمینه وجود دارد که می‌توان به شاخص مجموع ارزش معرف (TIV, Total Indicator Value) (Dai et al., 2006)، شاخص تلفیقی فراوانی-تعلقه مثبت (FPMI, Frequency-Positive Fidelity Index) (Tichy, 2005) و شاخص مجموع تعلقه فی (TPFI, Total Phi Fidelity Index) (Esmailzadeh and Asadi, 2014) اشاره کرد. از میان آنها، FPMI پرکاربردترین

جدول ۲- اجزای شاخص تلفیقی فراوانی - تعلقه مثبت

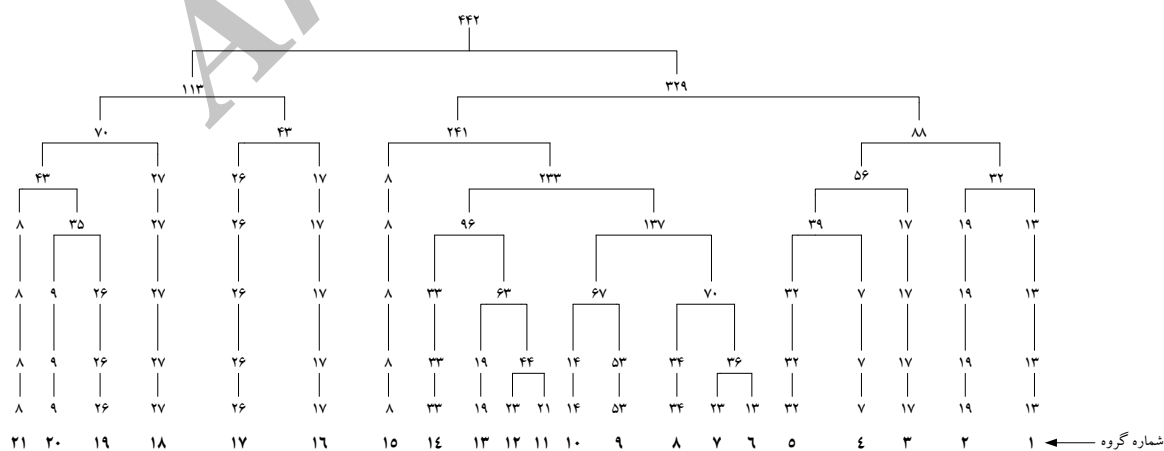
شاخص	فرمول	توضیحات
فراوانی نسبی	$FQI = 100 \times \left(\frac{\sum_{i \in R} FQ_i}{\sum_{i \in C} FQ_i} \right)$	$\sum_{i \in R} FQ_i$ = مجموع فراوانی یا پایایی نسبی ترکیب گیاهی موجود که در هر رولوه (R) حضور دارند؛ $\sum_{i \in C} FQ_i$ = مجموع مقادیر فراوانی یا پایایی نسبی کلیه گونه‌هایی که در هر گروه گیاهی (C) حضور دارند. دامنه این شاخص از ۰ تا ۱۰۰ است.
تعلقه مثبت	$PFDI = 100 \times \left(\frac{\sum_{i \in R} FD_i}{\sum_{i \in C} FD_i} \right)$	روش محاسبه این شاخص کاملاً شبیه روش محاسبه شاخص فراوانی است با این تفاوت که به جای مقادیر فراوانی از مقادیر مثبت ضرایب تعلقه فی استفاده می‌شود. دامنه این شاخص از ۰ تا ۱۰۰ است.
تلفیقی فراوانی - تعلقه مثبت	$FPFI = 100 \times (FQI + PFDI)/2$	این شاخص میانگین دو شاخص فراوانی و تعلقه مثبت را ارایه می‌دهد. دامنه این شاخص از ۰ تا ۱۰۰ است.

نتایج

تعیین اجتماعات گیاهی با روش براون- بلانکه:

به منظور طبقه‌بندی جوامع گیاهی رویشگاه‌های شمشاد با استفاده از روش سلسله مراتبی براون- بلانکه، نتایج طبقه‌بندی حاصل از TWINSpan اصلاح شده (شکل ۲) به عنوان طبقه‌بندی اولیه وارد جدول سنتز براون- بلانکه شد. در روش سنتز جدولی براون- بلانکه، با جابه‌جایی قطعات نمونه‌ای که دارای گونه‌های معرف

مشابه بودند، گروه‌های جامعه‌شناختی یا سین تاکسون‌ها شکل گرفتند. بدین ترتیب، تعداد ۲۱ اجتماع گیاهی بر اساس حضور و مرتب‌سازی گونه‌های معرف در تابلوی جامعه‌شناسی براون- بلانکه شناسایی و تفکیک شد. تابلوی جامعه‌شناختی براون- بلانکه در پژوهش حاضر ارایه نشده است و فقط از ماتریس رولوه- اجتماع گیاهی حاصل از آن برای مقایسه با نتایج روش ترکیبی استفاده شد.



شکل ۲- دارنگاره طبقه‌بندی TWINSpan اصلاح شده بانک اطلاعاتی شمشاد در استان‌های گلستان و مازندران

تعیین اجتماعات گیاهی با روش ترکیبی: بر

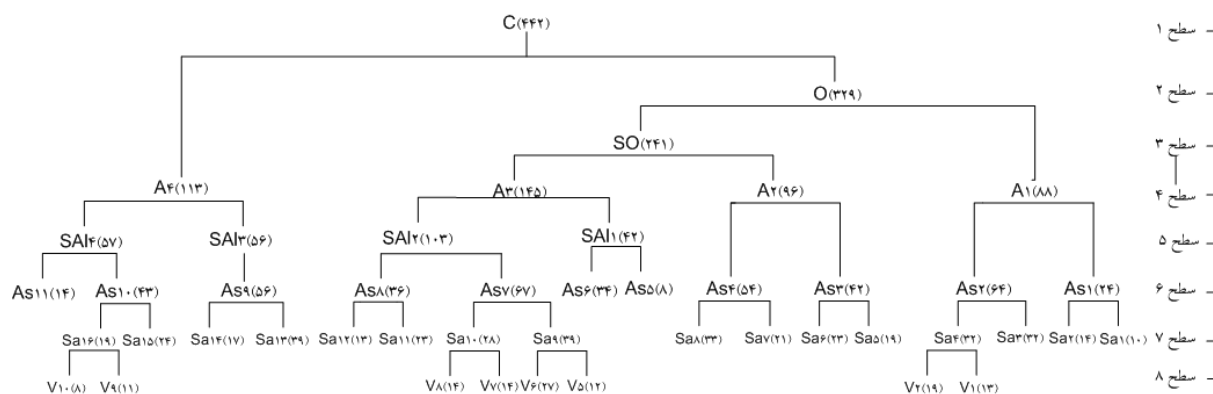
اساس طبقه‌بندی عددی اولیه TWINSpan اصلاح شده، گروه‌های اولیه شناسایی شد و گونه‌های معرف چهار گروه سطح قطع دوم توسط شاخص تعلقه فی شناسایی شد. سپس، از میان گونه‌های مزبور پنج گونه *Taxus baccata*, *Zelkova carpinifolia*, *Fagus orientalis* که دارای بالاترین مقدار تعلقه بودند به عنوان گونه‌های تفریقی اولیه برای شناسایی گروه گونه‌های جامعه شناختی بانک اطلاعاتی شمشاد انتخاب شدند. سپس، هر کدام از گونه‌های مزبور، جداگانه وارد تحلیل اجتماع‌پذیری فی شد تا گونه‌هایی که با آنها دارای بالاترین وقوع مشترک و وفاداری هستند شناسایی شوند. نتایج حاصل از تحلیل اجتماع‌پذیری در جدول ۳ ارائه شده است. هر چه مقدار عددی شاخص اجتماع‌پذیری فی گونه‌های جدول ۳ بیشتر باشد، نشان‌دهنده تمایل وقوع مشترک بالاتر گونه‌های مزبور با گونه‌های تفریقی اولیه و در نتیجه کیفیت بهتر آنها در اجرای طبقه‌بندی ترکیبی است. گونه‌های ارائه شده در جدول ۳ به عنوان گروه گونه‌های جامعه‌شناختی مدنظر قرار گرفتند. در روش ترکیبی بر مبنای وقوع (حضور-غیاب) گروه گونه‌های جامعه‌شناختی مزبور و با بهره‌گیری از توابع اشتراک و اجتماع تعداد ۲۳ اجتماع

گیاهی طبقه‌بندی شد. شکل ۳ و جدول ۴ به ترتیب دارنگاره طبقه‌بندی سلسله مراتبی و تابع‌نویسی جوامع گیاهی روش ترکیبی را نشان می‌دهد. البته در نتیجه اجرای توابع روش ترکیبی تعداد ۶۳ رولوه بانک اطلاعاتی شمشاد توسط روش ترکیبی به هیچ کدام از اجتماعات گیاهی جدول ۳ اختصاص نیافت یا به بیشتر از یک اجتماع گیاهی اختصاص یافت. رولوه‌های مزبور (۶۳ رولوه) به عنوان رولوه‌های طبقه‌بندی نشده تلقی شدند و توسط شاخص اجتماع‌پذیری قطعه‌نمونه-گروه FPFI به اجتماع گیاهی که دارای بیشترین مقدار این شاخص بودند اختصاص یافتند. همان طور که در دارنگاره طبقه‌بندی روش ترکیبی مشخص است، تعداد ۲۳ اجتماع گیاهی شناسایی شده از بانک اطلاعاتی رویشگاه شمشاد هیرکانی در استان‌های گلستان و مازندران در قالب تعداد ۸ سطح سلسله مراتبی به منظور انجام مطالعات تکمیلی سین تاکسونومیک در آینده قابل ارائه است.

بررسی عضویت‌پذیری مشابه رولوه‌ها در جوامع گیاهی حاصل از دو روش طبقه‌بندی ترکیبی با سنتز جدولی براون-بلانکه نشان داد که ۴۰۱ رولوه از مجموع ۴۴۲ رولوه بانک اطلاعاتی به طور مشابه در دو روش مزبور طبقه‌بندی شدند، از این رو انطباق بین این دو روش ۹۱ درصد ارزیابی شد.

جدول ۳- گروه گونه‌های جامعه‌شناختی بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی شمشاد هیرکانی به منظور اجرای روش طبقه‌بندی ترکیبی

گونه‌ها (مرتب‌شده بر اساس مقدار تعلقه فی)	مقدار تعلقه	گونه‌های تفریقی اولیه
<i>Celtis australis</i> , <i>Quercus castaneifolia</i> , <i>Cornus australis</i> , <i>Ficus carica</i>	۵۸-۱۱	<i>Zelkova carpinifolia</i>
<i>Prunus laurocerasus</i> , <i>Euonymus europaeus</i> , <i>Ilex spinigera</i> , <i>Tilia rubra</i>	۵۱-۴۲	<i>Taxus baccata</i>
<i>Hedera pastuchovii</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Pteris cretica</i> , <i>Asplenium scolopendrium</i> , <i>Acer velutinum</i>	۴۴-۲۵	<i>Ruscus hyrcanus</i>
<i>Carpinus betulus</i> , <i>Smilax excels</i> , <i>Ruscus hyrcanus</i> , <i>Carex remota</i>	۳۲-۱۷	<i>Parrotia persica</i>
<i>Dryopteris affinis</i> , <i>Hedera pastuchovii</i> , <i>Polystichum aculeatum</i> , <i>Daphne mezereum</i>	۴۳-۳۳	<i>Fagus orientalis</i>



شکل ۳- نمودار نتایج روش طبقه‌بندی ترکیبی بانک اطلاعاتی شمشاد در استان‌های گلستان و مازندران (C: سطح ۱، O: سطح ۲، SO: سطح ۳، A: سطح ۴، Sa1: سطح ۵، AS: سطح ۶، Sa: سطح ۷، V: سطح ۸).

جدول ۴- طبقه‌بندی سلسله مراتبی و فرمول‌های منطقی اجتماعات گیاهی شمشاد استان‌های گلستان و مازندران با استفاده از روش ترکیبی (C: سطح ۱، O: سطح ۲، SO: سطح ۳، A: سطح ۴، Sa1: سطح ۵، AS: سطح ۶، Sa: سطح ۷، V: سطح ۸)

<Carpinus betulus GR00>OR<Buxus hyrcana GR03>	(C)
(O)	
(<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>)	(SO)
(A1)	
(<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT <Zelkova carpinifolia GR00>	(A1)
<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>	(As1)
(Sa1)	
(<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND(<Fagus orientalis GR00>AND<Ilex spinigera GR00>)	(Sa1)
((<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND(<Fagus orientalis GR00>AND<Ilex spinigera GR00>))AND< Parrotia persica GR00>	(Sa2)
((<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND(<Fagus orientalis GR00>AND<Ilex spinigera GR00>))AND< Daphne mezereum GR00>	(As2)
(<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND<Prunus laurocerasus GR00>	(Sa3)
(((<Taxus baccata GR00>OR< Primula heterochroma GR03>)AND<Prunus laurocerasus GR00>)AND<Smilax excelsa GR00>)AND(<Ruscus hyrcanus GR00>AND<Polystichum aculeatum GR00>)	(Sa4)
((<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND<Prunus laurocerasus GR00>)AND< Smilax excelsa GR00>	(V1)
(((<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>)AND<Prunus laurocerasus GR00>)AND<Smilax excelsa GR00>)AND(<Epimedium pinnatum GR00>OR< Tamus communis GR00>)	

(V۲)

(((<Taxus baccata GR00>OR<Primula heterochroma GR03>))AND< Prunus laurocerasus GR00>)AND< Smilax excelsa GR00>)AND< Diospyros lotus GR00>

(A۲)

((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>)

(As۳)

(((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))NOT(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>)

(Sa۵)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))NOT(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))NOT<Fagus orientalis GR00>

(Sa۶)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))NOT(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))AND<Fagus orientalis GR00>

(As۴)

(((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>)

(Sa۷)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))NOT(<Solanum kieseritzkii GR00>OR<Ulmus glabra GR00>)

(Sa۸)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))AND(<Solanum kieseritzkii GR00>OR<Ulmus glabra GR00>)

(V۳)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))AND(<Solanum kieseritzkii GR00>OR<Ulmus glabra GR00>))NOT(<Carpinus schuschaensis GR00>OR<Tilia rubra GR00>)

(V۴)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Fagus orientalis GR30>OR<Alnus subcordata GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Polystichum woronowii GR00>))AND(<Solanum kieseritzkii GR00>OR<Ulmus glabra GR00>))AND(<Carpinus schuschaensis GR00>OR<Tilia rubra GR00>)

(A۳)

(((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>

(Sa۱)

(((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>)NOT(<Taxus baccata

GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>))NOT(< Acer cappadocicum GR00> OR *Quercus castaneifolia* GR00>))

(As۵)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>))NOT(< Acer cappadocicum GR00> OR *Quercus castaneifolia* GR00>))AND<Gleditsia caspica GR00>

(As۶)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>))NOT(< Acer cappadocicum GR00> OR *Quercus castaneifolia* GR00>)) NOT <Gleditsia caspica GR00>

(Sa۲)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>) AND < Acer cappadocicum GR00> OR <*Quercus castaneifolia* GR00>))

(As۷)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30>))AND(<Tilia rubra GR00>OR<Danae racemosa GR00>))

(Sa۹)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30>))AND(<Tilia rubra GR00>OR<Danae racemosa GR00>)) NOT <*Ficus carica* GR00>))

(V۵)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30>))AND(<Tilia rubra GR00>OR<Danae racemosa GR00>)) NOT <*Ficus carica* GR00>))AND<*Fagus orientalis* GR00>

(V۶)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30>))AND(<Tilia rubra GR00>OR<Danae racemosa GR00>)) NOT <*Ficus carica* GR00>))NOT<*Fagus orientalis* GR00>

(Sa۱۰)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR<Gleditsia caspica GR00>))NOT<Fagus orientalis GR30>))AND(<Tilia rubra GR00>OR<Danae racemosa GR00>)) AND<*Ficus carica* GR00>

(As۸)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia caspica GR00>))NOT< Fagus orientalis GR30>) AND < Acer cappadocicum GR00> OR <*Quercus castaneifolia* GR00>)) AND(<*Quercus castaneifolia* GR00>OR< *Celtis australis* GR00>))

(Sa۱۱)

((((<Ruscus hyrcanus GR00>OR<Diospyros lotus GR00>))NOT(<Taxus baccata GR00>OR<Zelkova carpinifolia GR00>))AND(<Parrotia persica GR00>OR< Gleditsia

caspica GR00>))NOT(<*Fagus orientalis* GR30>) AND (<*Acer cappadocicum* GR00> OR <*Quercus castaneifolia* GR00>)) AND(<*Quercus castaneifolia* GR00>OR< *Celtis australis* GR00>)) AND<*Quercus castaneifolia* GR00>

(Sa۱۲)

((((((<*Ruscus hyrcanus* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))NOT(<*Taxus baccata* GR00>OR<*Zelkova carpinifolia* GR00>))AND(<*Parrotia persica* GR00>OR< *Gleditsia caspica* GR00>))NOT< *Fagus orientalis* GR30>) AND <*Acer cappadocicum* GR00> OR <*Quercus castaneifolia* GR00>))AND(<*Quercus castaneifolia* GR00>OR< *Celtis australis* GR00>)) AND< *Celtis australis* GR00>

(A۴)

((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))

(Sa۱۳)

(((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))AND(< *Acer cappadocicum* GR00> OR <*Hedera pastuchovii* GR00>)

(As۹)

(((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))AND(< *Acer cappadocicum* GR00> OR <*Hedera pastuchovii* GR00>)

(Sa۱۴)

((((((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))AND(< *Acer cappadocicum* GR00> OR <*Hedera pastuchovii* GR00>))AND< *Acer cappadocicum* GR00>

(Sa۱۵)

((((((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))AND(< *Acer cappadocicum* GR00> OR <*Hedera pastuchovii* GR00>))AND<*Hedera pastuchovii* GR00>

(Sa۱۴)

(((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))NOT(< *Acer cappadocicum* GR00> OR <*Hedera pastuchovii* GR00>)

(As۱۰)

((((((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))AND(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>)

(Sa۱۶)

((((((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>)))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))AND(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>)) NOT<*Cornus australis* GR00>

(Fico- *Buxetum cornosetosum australis*) زیر جامعه ال Sa۱۷-

((((((<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>))NOT(<*Pteris cretica*

GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))AND(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>))AND<*Cornus australis* GR00>

(VV)

((((<<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>)NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))AND(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>))AND<*Cornus australis* GR00>)NOT<*Acer cappadocicum* GR00>

(VA)

((((<<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>)NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))AND(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>))AND<*Cornus australis* GR00>)AND<*Acer cappadocicum* GR00>

(As10)

((((<<*Zelkova carpinifolia* GR00>OR<*Celtis australis* GR00>)NOT(<*Pteris cretica* GR00>OR<*Diospyros lotus* GR00>))NOT(<*Acer cappadocicum* GR00>OR<*Hedera pastuchovii* GR00>))NOT(<*Ficus carica* GR00>OR<*Cornus australis* GR00>))

بحث

(*Ruscus hyrcanus*)، کوله‌خاس (*Taxus baccata*)، انجیلی (*Parrotia persica*) و راش (*Fagus orientalis*) و پس از آن تشکیل پنج گروه جامعه‌شناختی و بهره‌گیری از توابع اشتراک و یا اجتماع‌پذیری روش ترکیبی می‌تواند یک طبقه‌بندی مناسب از اجتماعات گیاهی شمشاد هیرکانی را ارائه داد. چون در نتیجه اجرای روش ترکیبی، همه ۲۳ اجتماع گیاهی شمشاد که در نتیجه روش سنتز جدولی براون-بلانکه با تکیه بر گروه‌های گیاهی اولیه حاصل از روش TWINSpan اصلاح شده ایجاد شدند، مورد تأیید قرار گرفتند. البته در این رابطه، روش ترکیبی قادر به طبقه‌بندی مستقیم تعداد ۶۳ رولوه از مجموع ۴۴۲ رولوه نبوده است. رولوه‌های مزبور (۶۳ رولوه باقیمانده) به علت این که سهم گونه‌های تفریقی در آنها نسبت به بقیه رولوه‌ها کمتر بود، توسط توابع روش ترکیبی یا به هیچ گروهی اختصاص پیدا نکردند و یا به چند گروه اختصاص یافتند. به این رولوه‌ها در روش ترکیبی

روش ترکیبی (Bruehlheide and Jandt, 1995) مانند روش براون-بلانکه (Braun-Blanquet, 1964) یک روش طبقه‌بندی مختص مطالعات جامعه‌شناسی گیاهی است و نتایج آن به ارایه و نام‌گذاری اجتماعات گیاهی به همراه معرفی گونه‌های غالب و معرف اجتماعات گیاهی مزبور منجر می‌شود. در واقع، روش ترکیبی به منظور احیای روش براون-بلانکه که در آن طبقه‌بندی پوشش گیاهی برخلاف روش‌های عددی مانند TWINSpan و روش‌های خوشه‌ای بر اساس تجربه متخصص انجام می‌شود، معرفی شد. در واقع، روش ترکیبی با استفاده از تحلیل‌های عددی اجتماع‌پذیری گونه-گروه و قطعه‌نمونه-گروه و فرموله کردن نتایج طبقه‌بندی، در صدد رفع نقایص روش مبتنی بر تجربه براون-بلانکه برآمد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با انتخاب پنج گونه تفریقی اولیه آزاد (*Zelkova carpinifolia*)، سرخدار

رولوه‌های به اشتباه طبقه‌بندی شده می‌گویند. این رولوه‌ها اگرچه با بهره‌گیری از روش FPMI به‌طور غیرمستقیم به گروه‌های اولیه اختصاص یافتند، اما نتایج بررسی انطباق دو روش ترکیبی و روش سنتز جدولی براون- بلانکه نشان داد که بخش اصلی عدم انطباق نتایج این دو روش مربوط به نتایج اختصاص رولوه‌های با استفاده از روش FPMI است. از این رو، نتایج تحقیق حاضر تصریح می‌کند که اگرچه بهره‌گیری از شاخص‌های تشابه در اختصاص رولوه‌های به اشتباه طبقه‌بندی شده در روش ترکیبی امری اجتناب‌ناپذیر است، اما می‌توان در خصوص بهره‌گیری دیگر روش‌های جایگزین نظیر مجموع شاخص تعلقه‌فی (Esmailzadeh and Asadi, 2014) به منظور حصول نتایج مناسب‌تر خوش‌بین بود. به بیان دیگر، برای رفع نقص موجود در روش ترکیبی که همواره در آن تخصیص رولوه‌ها با ترکیب گونه‌های گیاهی معرف فقیر با اشکال همراه است (Koci et al., 2003). در واقع، استفاده از روش مجموع شاخص تعلقه‌فی به دلیل بهره‌گیری از دو معیار اجتماع‌پذیری گونه‌ها (شاخص تعلقه‌فی) و درصد تاج‌پوشش گونه‌ها می‌تواند نسبت به روش FPMI که در آن فقط به معیار تعلقه‌گونه‌ها توجه می‌شود، نتایج دقیق‌تری ارائه نماید.

نتایج تحقیق حاضر نیز کیفیت مناسب گونه‌های تفریقی حاصل از روش ترکیبی در تفکیک و تمایز اجتماعات گیاهی در رویشگاه‌های شمشاد در استان‌های گلستان و مازندران را تبیین می‌سازد. همان‌طور که در نتایج جدول طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی اجتماعات گیاهی شمشاد استان‌های گلستان و مازندران با استفاده از روش ترکیبی مشخص است، بر مبنای پنج گونه تفریقی اولیه آزاد، سرخدار، انجیلی، راش و کوله‌خاس می‌توان

تفکیک و طبقه‌بندی چهار اتحادیه متمایز شمشاد هیرکانی را ارائه داد. همچنین، بهره‌گیری از نتایج تحلیل اجتماع‌پذیری گونه‌های مزبور با تعداد ۱۹ گونه گیاهی دیگر (جدول ۳) از میان ۸۹ گونه موجود در بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی شمشاد سبب شد تا ۸۵ درصد (۳۷۹ رولوه از ۴۴۲ رولوه) از رولوه‌های بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی مورد مطالعه یک انطباق ۱۰۰ درصدی را با نتایج طبقه‌بندی براون- بلانکه ارائه دهند. اساس کار طبقه‌بندی ۸۵ درصد از رولوه‌های بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی شمشاد توسط روش ترکیبی مشابه روش براون- بلانکه و به صورت شناسایی گروه گونه‌های جامعه‌شناختی و مرزبندی آنها در بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی بر اساس پراکنش گونه‌های تفریقی (differential species) است. شناسایی این گروه‌ها در روش براون- بلانکه به صورت ذهنی و مبتنی بر تجربه متخصص و از میان گونه‌هایی با درجه پایایی متوسط تا کم (۶۰ تا ۱۰ درصد) (Asri, 1995)؛ (Esmailzadeh et al., 2013) انجام می‌گیرد، اما در روش ترکیبی بر اساس شاخص عددی اجتماع‌پذیری فی تعیین می‌شود. استفاده از شاخص تعلقه‌فی در روش ترکیبی در شناسایی گونه‌های تفریقی بانک اطلاعاتی، به دلیل این که این شاخص وضعیت اجتماع‌پذیری هر گونه گیاهی را بر مبنای فراوانی نسبی آن گونه در هر گروه گیاهی ارائه می‌کند (Esmailzadeh and Asadi, 2014) و همچنین یک روش عددی به شمار می‌رود و درک دقیق‌تری از ترجیحات گونه‌های تفریقی را فراهم می‌سازد (Tsiripidis et al., 2007) (به دلیل ارائه ترجیحات نسبی مثبت (تمایل حضور) یا منفی (عدم تمایل حضور) گونه‌ها در گروه گیاهی بانک اطلاعاتی پوشش گیاهی (Tichy and Chytry, 2006)، نسبت به

می‌توان رولوه‌های مشابه از نظر ترکیب پوشش گیاهی که در چندین بانک اطلاعاتی مختلف قرار دارد را در یک گروه قرار داد (Landucci *et al.*, 2015). این مسأله برای شناسایی جوامع گیاهی مشابه در مناطق و یا کشورهای مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پایان، با توجه میزان انطباق ۹۱ درصدی دو روش طبقه‌بندی براون- بلانکه و ترکیبی و همچنین مزیت‌های یادشده روش ترکیبی در پژوهش حاضر، می‌توان روش مزبور را به عنوان جایگزین مناسب روش کارآمد طبقه‌بندی براون- بلانکه برای طبقه‌بندی بانک‌های اطلاعاتی پوشش گیاهی بزرگ به متخصصان پوشش گیاهی داخل کشور معرفی کرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از زحمات ارزشمند جناب آقای مهندس بهروز محمدی ناظر مسؤول شرکت چوب فریم و آقای مهندس رضا شیخ‌پور کارشناس شرکت چوب کاغذ مازندران (دفتر آمل) به خاطر فراهم ساختن امکان نمونه‌برداری از جنگل‌های شمشاد در دو حوزه فریم و غرب هراز، کمال تشکر و امتنان را دارند.

روش ذهنی براون- بلانکه از مزیت بیشتری برخوردار است. ضمن این که انتخاب گونه‌های تفریقی به صورت ذهنی در روش براون- بلانکه در بانک‌های اطلاعاتی بزرگ پوشش گیاهی همواره با مشکلات و اشتباهاتی همراه است (Bruehlheide and Chytry, 2000).

یکی دیگر از مزیت‌های استفاده از روش ترکیبی در طبقه‌بندی پوشش گیاهی، یکسان‌سازی نتایج آن با ارایه تعریف اجتماعات گیاهی توسط فرمول‌های منطقی است. یکسان‌سازی و وضوح بیشتر نتایج روش‌های مختلف طبقه‌بندی از دغدغه‌های مهم متخصصان پوشش گیاهی است (De Caceres and Wiser, 2012). اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که بخواهیم نتایج طبقه‌بندی رویشگاه‌های مشابه را در سطح ناحیه و یا کشورهای مختلف با هم مقایسه کنیم. فرمول‌های منطقی مزبور توسط ترکیب گروه گونه‌های جامعه‌شناختی توسط ربط‌دهنده‌های AND، OR و NOT به دست می‌آید. پس از تعریف یک فرمول منطقی برای یک اجتماع گیاهی، می‌توان تقریباً کلیه رولوه‌های آن اجتماع گیاهی را در بانک اطلاعاتی فراخوانی کرد و در یک گروه قرار داد. مهم‌ترین مزیت ارایه فرمول‌های منطقی این است که

منابع

- Asri, Y. (1995) Phytosociology. Payame Noor University, Tehran (in Persian).
- Austin, M. P. and Smith, T. M. (1989) A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83(1-2): 35-47.
- Boublik, K. (2010) Formalized classification of the vegetation of *Abies alba*-dominated forests in the Czech Republic. *Biologia* 65(5): 822-831.
- Boublik, K., Petrik, P., Sadlo, J., Hedl, R., Willner, W., Cerny, T. and Kolbek, J. (2007) Calcicolous beech forests and related vegetation in the Czech Republic: a comparison of formalized classifications. *Perslia* 79(2): 141-161.
- Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
- Bruehlheide, H. (2000) A new measure of fidelity and its application to defining species groups. *Journal of Vegetation Science* 11(2): 167-178.

- Bruehlheide, H. and Chytry, M. (2000) Towards unification of national vegetation classifications: A comparison of two methods for analysis of large data sets. *Journal of Vegetation Science* 11(2): 295-306.
- Bruehlheide, H. and Jandt, U. (1995) Survey of limestone grassland by statistically formed groups of differential species. *Colloques Phytosociologiques* 23: 319-338.
- 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): 49- 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.
- Daubenmire, R. (1968) *Plant communities: a textbook of plant synecology*. Harper and Row, New York.
- De Caceres, M. and Wiser, S. K. (2012) Towards consistency in vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 23(2): 387-393.
- De Caceres, M., Chytry, M., Agrillo, E., Attorre, F., Botta-Dukat, Z., Capelo, J. and Feoli, E. (2015) A comparative framework for broad-scale plot-based vegetation classification. *Applied Vegetation Science* 18(4): 543-560.
- Dengler, J., Chytry, M. and Ewald, J. (2008) Phytosociology. In: *Encyclopedia of ecology*. (Eds. Jorgensen, S. E. and Fath, B. D.) 2767-2779. Elsevier, Amsterdam.
- Doing, H. (1969) Sociological species groups. *Acta Botanica Neerlandica* 18(2): 398-400.
- Douda, J. (2008) Formalized classification of the vegetation of alder carr and floodplain forests in the Czech Republic. *Preslia* 80(2): 199-224.
- Douda, J., Boublik, K., Slezak, M., Biurrun, I., Nociar, J., Havrdova, A. and Chytry, M. (2016) Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder carrs. *Applied Vegetation Science* 19(1): 147-163.
- Esmailzadeh, O. and Assadi, H. (2014) Total Phi Fidelity Index (TPFIM) as a New Algorithm in Plant Communities Analysis. *Iranian Journal of Forest* 6(2): 215-232 (in Persian).
- Esmailzadeh, O., Asadi, H. and Ahmadi, A. (2013) Phytosociology of Khybus protected area. *Journal of Wood and Forest Science and Technology* 19 (4): 1-20 (in Persian).
- Esmailzadeh, O., Hosseini, S. M., Tabari, M. and Asadi, H. (2011) Classification system analysis in classification of forest plant communities (Case study: Darkola's beech forest). *Journal of Plant Biology* 7: 11-28 (in Persian).
- Grabherr, G., Reiter, K. and Willner, W. (2003) Towards objectivity in vegetation classification: the example of the Austrian forests. *Plant Ecology* 169(1): 21-34.
- Hegedusova, K., Ruzickova, H., Senko, D. and Zuccarini, P. (2012) Plant communities of the montane mesophilous grasslands (Polygono bistortae-Trisetion flavescens alliance) in central Europe: Formalized classification and syntaxonomical revision. *Plant Biosystems* 146(1): 58-73.
- Janisova, M., Uhliarova, E., Ruzickova, H., Jandt, U., Becker, T. and Dengler, J. (2010) Expert system-based classification of semi-natural grasslands in submontane and montane regions of central Slovakia. *Tuexenia* 30: 375-422.
- Koci, M., Chytry, M. and Tichy, L. (2003) Formalized reproduction of an expert-based phytosociological classification: A case study of subalpine tall-forb vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14(4): 601-610.
- Landucci, F., Gigante, D., Venanzoni, R. and Chytry, M. (2013) Wetland vegetation of the class

- Phragmito-Magno-Caricetea in central Italy. *Phytocoenologia* 43(1-2): 67-102.
- Landucci, F., Tichy, L., Sumberová, K. and Chytry, M. (2015) Formalized classification of species-poor vegetation: a proposal of a consistent protocol for aquatic vegetation. *Journal of Vegetation Science* 26(4): 791-803.
- Li, C. F., Chytry, M., Zeleny, D., Chen, M. Y., Chen, T. Y., Chiou, C. R. and Hsieh, C. F. (2013) Classification of Taiwan forest vegetation. *Applied Vegetation Science* 16(4): 698-719.
- Rodriguez-Rojo, M. P., Fernandez-Gonzalez, F., Tichy, L. and Chytry, M. (2014) Vegetation diversity of mesic grasslands (*Arrhenatheretalia*) in the Iberian Peninsula. *Applied Vegetation Science* 17(4): 780-796.
- Rolecek, J. (2007) Formalized classification of thermophilous oak forests in the Czech Republic: what brings the Cocktail method. *Preslia* 79(1): 1-21.
- 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.
- Silc, U. and Carni, A. (2007) Formalized classification of the weed vegetation of arable land in Slovenia. *Preslia* 79(3): 283-302.
- Simonova, D. (2008) Vegetation of trampled habitats in the Czech Republic: a formalized phytosociological classification. *Phytocoenologia* 38(3): 177-191.
- Tichy, L. (2002) JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451-453.
- Tichy, L. (2005) New similarity indices for the assignment of relevés to the vegetation units of an existing phytosociological classification. *Plant Ecology* 179(1): 67-72.
- 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.
- Tsiripidis, I., Karagiannakidou, V., Alifragis, D. and Athanasiadis, N. (2007) Classification and gradient analysis of the beech forest vegetation of the southern Rodopi (Northeast Greece). *Folia Geobotanica* 42(3): 249-270.
- Willner, W. (2011) Unambiguous assignment of relevés to vegetation units: the example of the Festuco-Brometea and Trifolio-Geranietea sanguinei. *Tuexenia* 31(1): 271-282.
- Witte, J. P. M. (2002) The descriptive capacity of ecological plant species groups. *Plant Ecology* 162(2): 199-213.

Archive of SID

Application of Cocktail method in vegetation classification

Hamed Asadi¹, Omid Esmailzadeh^{1*}, Seyed Mohsen Hosseini¹, Younes Asri² and Habib Zare³

¹ Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Marin Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

² Botany Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

³ Herbarium of Noshahr Botanical Garden, Research Center of Agricultural and Natural Resources of Mazandaran, Noshahr, Iran

Abstract

This study intends to assess the application of Cocktail method in the classification of large vegetation databases. For this purpose, *Buxus hyrcana* dataset consisted of 442 relevés with 89 species were used and by the modified TWINSpan. For running the Cocktail method, first primarily classification was done by modified TWINSpan, and by performing phi analysis in the groups resulted five species were selected which had the highest fidelity value. Then sociological species groups were formed by examining co-occurrence of these 5 species with other species in the database. 21 plant communities belongs to 6 variant, 17 sub associations, 11 associations, 4 alliance, 1 order and 1 class were recognized by assigning 379 relevés to the sociological species groups by using logical formulas. Also, 63 relevés by the logical formula were not assigned to any sociological species groups, by FPF index were assigned to the sociological species groups which had the most index value. According to 91% classification agreement with Braun-Blanquet classification and Cocktail classification, we suggest Cocktail method to vegetation scientists as an efficient alternative of Braun-Blanquet method to classify large vegetation databases.

Key words: Cocktail method, Braun-Blanquet method, Vegetation classification, Phi fidelity index, Vegetation database, *Buxus hyrcana*

* oesmailzadeh@modares.ac.ir