



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

تنوع عملکرد، افزونگی عملکرد و چندعملکردی مفاهیم جدید در اکولوژی و نحوه اندازه گیری آن

در نرم افزار R

محسن فعال آبادی^{۱*}، پژمان طهماسبی^۲، اسماعیل اسدی بروجنی^۲، الهه ظفریان ریگکی^۲، رضا امیدپور^۱

۱- دانشجوی دکترای علوم مرتع دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین-دانشگاه شهرکرد

۲- دانشیار مرتعداری- دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین-دانشگاه شهرکرد

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری- دانشگاه شهرکرد

چکیده:

در حال حاضر نگرانی‌ها برای حفاظت از تنوع زیستی در سراسر جهان رو به افزایش است. این نگرانی‌ها ناشی از کاهش قابل توجه تنوع زیستی در مقیاس‌های مختلف مکانی، زمانی و بیولوژیکی است که موجب حذف عملکردها و خدمات اکوسیستمی ناشی از آن می‌شود. تنوع زیستی معیاری جهت ارزیابی سریع وضعیت اکوسیستم در شرایط کنونی از لحاظ غنای گونه‌ای بوده و از اینرو ارزیابی درستی از وضعیت اکوسیستم را بدست نخواهد داد. بنابراین در مطالعات جدید بجای تنوع گیاهی از تنوع عملکردی استفاده می‌شود، زیرا علاوه بر غنای گونه‌ای به خصوصیات عملکردی گونه‌ها پرداخته و بهتر نمایانگر وضعیت زیستگاهی و ثبات جوامع می‌باشد. افزونگی عملکرد نیز از دیگر مفاهیم جدید در این زمینه بوده که بیانگر حضور گونه‌های با خصوصیات یکسان برای جبران خسارات ناشی از استرس‌های محیطی بوده و به حفظ عملکردهای اکوسیستم منجر می‌شود. همچنین در مطالعات گذشته از بیوماس و تولید زیتوده به عنوان عملکرد اکوسیستم استفاده شده است در صورتیکه عملکرد اکوسیستم شامل مجموعه‌ای از فرایندها بوده که به حفظ پایداری اکوسیستم کمک می‌نماید. بنابراین باید چندین عملکرد به طور همزمان مورد ارزیابی قرار گیرد. در این بین استفاده از نرم افزارهای جدید که قابلیت اندازه‌گیری این مفاهیم جدید را دارا باشد نیز از اهمیت زیاد برخوردار است. با استفاده از نرم افزار R قادر به اندازه‌گیری و مقایسه نتایج در زیستگاه‌های مختلف خواهیم بود.



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

کلمات کلیدی: تنوع زیستی، تنوع عملکردی، افزونگی عملکردی، عملکردچندگانه، نرم افزار R

مقدمه:

در طول ۲۰ سال گذشته پیشرفت‌های زیادی در جهت درک اهمیت کاهش تنوع زیستی بر جوامع انسانی و تاثیر آن بر عملکردهای اکوسیستم صورت گرفته است. مدت کمی پس از برگزاری کنفرانس تنوع زیستی در ریو (۱۹۹۲) علاقمندی زیادی در متخصصین و محققین، در ارتباط با چگونگی کاهش تنوع زیستی و تاثیر آن بر پویایی، عملکردها و خدمات اکوسیستم ایجاد شد. متعاقب آن موسسات علمی و بین‌المللی مختلفی تشکیل گردید و هزاران تحقیق در اکوسیستم‌های مختلف دنیا به ویژه روی نظریه‌های اکولوژیک انجام شد. روند شتابان کاهش تنوع زیستی در دهه‌های اخیر موجب افزایش نگرانی‌ها در زمینه کاهش عملکرد و خدمات اکوسیستمی گردیده است (Deng 2012). افزایش آلودگی‌های محیطی، بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی و تغییرات اقلیم در سطح جهانی موجب ایجاد فشار و در نتیجه کاهش تنوع زیستی گردیده است (Collins 2009). از طرفی، بسیاری از مطالعات تجربی نشان داده‌اند که وجود تنوع زیستی برای حفظ و نگهداری فرآیندهای اکولوژیک در اکوسیستم‌ها ضروری است.

مطالعات مربوط به تنوع زیستی در دهه‌های اخیر بالاخص در ایران روی مولفه‌های تنوع زیستی که شامل غنای گونه‌ای و یکنواختی می‌باشد معطوف شده است در حالی که استفاده از غنای گونه‌ای در ارزیابی خدمات و ارزش‌های اکوسیستمی ممکن است موجب سردرگمی محققان شده و باعث برداشت‌های نادرستی از وضعیت موجود در اکوسیستم گردد. که مثال بارز آن را می‌توان در شرایط هجوم گونه‌های مهاجم به اکوسیستم مشاهده نمود. در این شرایط غنای گونه‌ای جامعه به شدت بالا رفته در حالی که ارزش‌ها و خدمات اکوسیستمی به درجات پایین‌تر نزول می‌یابد. بنابراین باید از روش‌هایی



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

استفاده نمود که علاوه بر غنای گونه‌ای به خصوصیات گونه‌ها نیز توجه نماید. زیرا خصوصیات گونه‌های موجود در جامعه به شدت بر میزان کارکرد و عملکردهای موجود در جامعه تاثیر گذار می‌باشد. در این بین مفاهیم تنوع عملکردی (Functional diversity) مطرح میگردد که در مطالعات چند دهه اخیر در خارج کشور نیز از آنها استفاده می‌شود. از طرفی مبحث مربوط به افزونگی عملکرد (Functional redundancy) به همراه عملکردهای چندگانه (Multifunctional) نیز از مفاهیم جدیدی می‌باشد که در سالهای گذشته به شدت مورد توجه محققین حوزه اکولوژی قرار گرفته است و بخش از مهمی از مطالعات حاضر در دنیا را شامل می‌شود که معرفی و نحوه اندازه گیری آنها در نرم افزار R خواهیم پرداخت.

معرفی مفاهیم و اصطلاحات:

عملکرد اکوسیستم:

عملکرد اکوسیستم، به عنوان نقش گونه‌ها در حفظ فرآیندهای اکوسیستمی بیان می‌گردد. به طوریکه، تغییر در ترکیب و فراوانی نسبی گونه‌ای نشان‌دهنده تأثیرپذیری مستقیم ساختار اکوسیستم از فرایندهای موجود در محیط می‌باشد (Díaz et al. 2007). در اغلب مطالعات از قابلیت تولید (Productivity) به عنوان معیاری کلیدی در بررسی عملکرد اکوسیستم استفاده شده است ولی متأسفانه تعریف دقیقی از آن صورت نگرفته است. Bonham (۲۰۱۳) قابلیت تولید را به عنوان نرخ تولید زیتوده در واحد زمان تعریف می‌کند. همچنین Zhanng و همکاران (۲۰۱۷)، بیان می‌دارند که مقدار زیتوده یا بیوماس در بسیاری از تحقیقات مربوطه به عنوان نماینده میزان قابلیت تولید در اکوسیستم در نظر گرفته می‌شود. زیتوده گیاهی



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

(Biomass) یکی از خدمات اصلی اکوسیستم‌ها بویژه اکوسیستم‌های مرتعی بوده، که متاثر از ویژگی‌های اکوسیستم می‌باشد و به نوبه خود بوسیله عملکردها و فرآیندهای اکوسیستمی تعیین می‌گردد (Costanza, Díaz et al. 2007) و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که عملکرد اکوسیستم وابسته به خصوصیات زیستگاهی، بیولوژیکی و فرایندهای مربوط به آن است و شامل چرخه مواد، جریان انرژی و انتقال اطلاعات بین عملکردهای مختلف می‌باشد. از طرف دیگر، نقش گونه‌های مختلف نیز در عملکردهای اکوسیستم متفاوت می‌باشد. برای مثال گیاهان خانواده گرامینه اهمیت فراوانی در تولید زیتوده دارند هرچند نقش آنها در تثبیت نیتروژن به اندازه اهمیت گیاهان خانواده پروانه آسا (لگومینوز) نمی‌باشد. بنابراین ممکن است در بررسی ارتباط تنوع زیستی با عملکردهای مختلف نتایج متفاوتی به دست آید و اهمیت گونه‌ها به درستی نشان داده نشود. در این راستا باید از روش‌هایی استفاده نمود که همه عملکردهای اکوسیستم را در نظر می‌گیرند. اکثر اکوسیستم‌ها دارای چندین عملکرد به طور همزمان می‌باشند که "چند عملکردی" نامیده می‌شود (Sanderson et al., 2004). به همین جهت، استفاده از روش‌های مبتنی بر چند عملکرد در بررسی ارتباط بین تنوع زیستی و عملکرد اکوسیستم از اهمیت بالایی برخوردار است.

مفهوم تنوع عملکرد:

شواهد علمی نشان می‌دهد که تنوع زیستی صرفاً یک متغیر در جهت پاسخ به تغییرات محیطی نیست، بلکه یک متغیر پیشگو در جهت توضیح خدمات اکوسیستمی برای رفاه جوامع انسانی نیز می‌باشد (Duffy., 2009). تنوع عملکرد یک بخش مهم از تنوع زیستی است اما در حال حاضر تعریف استاندارد از آن وجود ندارد. تنوع عملکرد به عنوان توزیع و

^۲Functional diversity



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

محدوده‌ای از ویژگی‌های عملکردی ارگانسیم‌های حاضر در جامعه و اکوسیستم (Díaz & Cabido., 2001). تعریف می‌شود. همانند تنوع گونه‌ای که از دو مولفه غنا و یکنواختی تشکیل شده است، تنوع عملکرد نیز از مولفه‌های مختلفی شامل غنای عملکرد^۲، یکنواختی عملکرد^۴ و واگرایی عملکرد^۵ تشکیل شده است. غنای عملکرد عبارتست از بخشی از آشپان اکولوژیک که به وسیله گونه‌های موجود اشغال شده است. تنوع عملکرد اغلب ارتباط مثبت و قوی با غنای گونه‌ای دارد. بنابراین در این حالت غنای عملکرد قابلیت جابجایی با غنای گونه‌ای را دارا می‌باشد. از اینرو فرض بر این است که با افزایش تعداد گونه‌ها در سطح منطقه‌ای، به طور تصادفی ارزش و طیف وسیعی از خصوصیات گونه‌ای ظاهر شده و باعث افزایش تنوع عملکرد در اکوسیستم می‌شود. یکنواختی عملکرد، یکنواختی در ویژگی‌های گیاهی (گروه‌های) است که نشان می‌دهد گونه‌ها در تاثیرشان بر عملکرد سیستم چقدر یکنواخت است (توزیع فراوانی عملکرد گونه‌ها در طول بردار منابع غذایی چقدر یکسان است). اگر فرض کنیم دسترسی به منابع غذایی در فضای آشپان اکولوژیک یکنواخت باشد، یکنواختی عملکرد پایین نشان دهنده عدم استفاده از همه آشپان‌های اکولوژیک موجود است. به عبارتی دیگر مقداری از فضای آشپان وجود دارد که به صورت کامل مورد استفاده قرار نگرفته و این امر می‌تواند منجر به افزایش تهاجم گونه‌ای در اکوسیستم شود. واگرایی عملکرد، بیانگر اختلافات آشپانه‌ای گونه‌ها بر روی بردار منابع غذایی است. واگرایی زیاد در عملکرد نشان می‌دهد که گونه‌ها دارای اختلافات آشپانه‌ای زیادی بر روی منابع غذایی هستند و در نتیجه رقابت کمتری شکل می‌گیرد. جوامع با این خصوصیت عملکرد اکوسیستمی را در نتیجه استفاده مناسب از منابع غذایی افزایش می‌دهند (Villegger et

al., 2008)

^۲- Functional richness

^۴- Functional evenness

^۵- Functional divergence



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

جدول ۱- شاخص‌های اندازه‌گیری تنوع و تنوع عملکردی

فرمول	مرجع	علائم اختصاری شاخص‌ها	نام فارسی شاخص‌ها
$S = \text{number of species}$	Magurran. 1988	-	غناى گونه‌ای
$CWM = \sum_{i=1}^S W_i X_i$	Garnier et al. ۲۰۰۴	CWM	میانگین وزنی جامعه
$FAD2 = \sum_{i=1}^S \sum_{j>1}^S ED_{ij}$	Walker et al. ۱۹۹۹	FAD2	ویژگی عملکردی
$Rao = \sum_{i=1}^{S-1} \sum_{j>1}^S d_{ij} W_i W_j$	Rao. 1982.	Q یا Rao یا FD_Q	مربع آنتروپی یا رانو
به صورت حجمی در فضای ویژگی‌ها	Villéger et al. ۲۰۰۸	FRic	غناى عملکردی
$FEve = \frac{\sum_{b=1}^{S-1} \min\left(PEW_b, \frac{1}{S-1}\right) - \frac{1}{S-1}}{1 - \frac{1}{S-1}}$	Mouillot et al. ۲۰۰۵	FEve	یکنواختی عملکردی
به صورت خطی و به حالت چندبعدی	Mason et al. ۲۰۰۳	FDiv	واگرایی عملکردی

تاکنون شاخص‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری تنوع عملکردی ارائه شده است که مهمترین آنها در جدول بالا ارائه شده است .

در حالت کلی دو مکانیسم اصلی برای بررسی ارتباط بین تنوع عملکردی و عملکرد اکوسیستم وجود دارد. اولین مکانیسم

مربوطه "فرضیه تنوع" نامیده می‌شود. تیلمان در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که ارگانسیم‌ها و صفات عملکردی مربوط

به آنها بر عملکرد جامعه به وسیله استفاده تکمیلی از منابع موجود تاثیر گذار می‌باشد. به عنوان مثال یک جامعه با تنوع گونه



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

ای بالا نسبت به یک جامعه با تنوع پایین، میزان هم‌پوشانی کمتری (Tilman., 1997) در استفاده از منابع موجود در محیط دارد و بنابراین نسبت کل منابع موجود در محیط که مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نتیجه عملکرد جامعه با تنوع افزایش می‌یابد (Diaz & Cabido., 2001). Griffin و همکاران (۲۰۰۹)، بیان می‌دارند که افزایش تولید اولیه در جامعه را می‌توان به بوسیله افزایش تولید گونه‌ها در سطح جامعه بیان نمود در حالیکه افزایش تولید در سطح پلات را می‌توان به وسیله تنوع عملکرد نمایان ساخت. مکانیسم دیگر در تعیین تغییرات "فرضیه نسبت زیتموده" می‌باشد. گرایم (۱۹۹۸) دریافت که سهم هر گونه در عملکرد اکوسیستم به میزان تاثیر آن گونه در تولید اولیه اکوسیستم بستگی دارد (Grime, 1998). به عبارت دیگر عملکرد اکوسیستم بیشتر تحت تاثیر گونه‌ها و خصوصیات گونه‌های غالب قرار دارد و گونه‌های با فراوانی کم (گونه‌های نادر) تاثیر بسیار ناچیزی روی عملکرد جامعه دارند (Garnier et al., 2004). این سازگاری با عمل انتخاب طبیعی صورت می‌گیرد. ویژگی‌های اصلی و اساسی برخی از گونه‌ها باعث استفاده بیشتر از منابع موجود نسبت به گونه‌های دیگر در جامعه شده، بنابراین تاثیر این گونه‌ها باعث ایجاد ناهمگنی در عملکرد اکوسیستم می‌شود (Cadotte et al., 2011). بنابراین با اندازه‌گیری صفات عملکردی در جامعه می‌توان سهم گونه‌ها را در عملکرد اکوسیستم تعیین نمود.

"فرضیه تنوع" منعکس کننده تفاوت در صفات عملکردی گونه‌هایی می‌باشد که با استفاده از استراتژی‌های مختلف قادر به استفاده از منابع موجود بوده و معمولاً به وسیله شاخص آنتروپی رائو^۶ (FDQ) محاسبه می‌شود (Rao., 1982) در حالی- که فرضیه "نسبت زیتموده" نشان دهنده خصوصیات وزنی جامعه بود و معمولاً به وسیله میانگین وزنی جامعه^۷ (CWM)

^۶ Rao quadratic entropy

^۷ Community Weighted Mean



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

محاسبه می‌شود (Garnier et al., 2004). این دو نظریه مخالف یکدیگر نبوده بلکه هر دو نشان‌دهنده شکلی از تنوع می‌باشند. اولی نشان دهنده تنوع و شاخص بعدی نشان دهنده ترکیب جامعه می‌باشد

افزونگی عملکرد^۸ مفهوم و روش‌های اندازه‌گیری آن

نظریه افزودنی عملکرد یکی از مهمترین تئوری‌های موجود در ارتباط با تغییرات موجود در عملکرد اکوسیستم، نسبت به نرخ کاهش گونه‌ای می‌باشد (Loreau., 2004). یک فرض اساسی در این نظریه بیان می‌دارد گونه‌هایی که دارای نقش مشابهی در جامعه و اکوسیستم می‌باشند، گونه‌های حشوی (اضافی) نامیده شده و می‌توانند با حداقل تاثیر بر فرایندهای اکوسیستم از جامعه حذف شوند. به عبارت دیگر گونه‌های حشو نقش مهمی در بیمه عملکرد اکوسیستم و اطمینان از قابلیت انعطاف اکوسیستم در مواجهه با اختلالات محیطی را دارا می‌باشند (Walker., 1992,1995). در این میان تعیین رابطه بین تنوع گونه‌ای و تنوع عملکردی یک مفهوم مهم برای پیش‌بینی عواقب و پیامدهای حاصل از آشفته‌گی‌های محیطی یا رژیم‌های مدیریتی بر عملکردهای اکوسیستم را ارائه می‌نماید. با توجه به اهمیت موضوع یکی از مهمترین کاربردهای افزودنی عملکرد در حال حاضر مبحث بیمه اکوسیستم، در جهت حفظ عملکردهای اکوسیستم می‌باشد. به عنوان مثال جوامعی که سطوح بالاتری از افزودنی عملکرد را دارا می‌باشند، مقاومت بیشتری را در مقابل اختلالات محیطی از خود نشان می‌دهند. به طوری که در صورت بروز اختلالات محیطی گونه‌هایی که از لحاظ عملکردی مشابه یکدیگر بوده ولی از لحاظ پاسخ به تغییرات محیطی متفاوت می‌باشند اکوسیستم را در برابر آشفته‌گی‌های موجود حفظ می‌نمایند. این حفظ عملکرد در طولانی مدت نوعی از پایداری بوده که ارتجاع^۹ نامیده می‌شود. به عنوان مثال توانایی اکوسیستم در بازگشت به حالت اولیه، پس از حذف فشارهای مخرب محیطی نوعی از توانایی ارتجاع اکوسیستم می‌باشد (Carpenter et al., 2001). از طرفی افزودنی عملکرد می‌تواند باعث کاهش خسارت ناشی از حذف گونه‌های متعلق به یک گروه عملکردی شود که نتایج آن در آزمایشات مربوط به تاثیر حذف گونه و تاثیر آن بر عملکردهای جامعه به اثبات رسیده است.

^۸- Functional redundancy

^۹-Resilience



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

اندازه‌گیری افزونگی عملکرد:

اندازه‌گیری مقدار افزونگی در جوامع براساس دو روش اصلی صورت می‌گیرد. اولین روش براساس تعداد گونه‌هایی است که دارای افزونگی عملکردی در سطح جامعه می‌باشند. به عنوان مثال گونه‌های کلیدی سهم بیشتری از عملکردها در سطح جامعه را به خود اختصاص می‌دهند در حالی که گونه‌های زیادی (redundant species) نسبت کمتری از سهم عملکردی را به خود اختصاص می‌دهند. (Walker, 1992). روش دوم براساس مطالعات آقای BelloDe و همکاران (۲۰۰۷) بنا شده براساس نظر این محقق افزونگی عملکرد بخشی از تنوع زیستی در سطح جامعه است که به وسیله تنوع عملکردی توضیح داده و بیان نمی‌شود. بنابراین افزونگی عملکردی، اختلاف بین تنوع عملکردی و تنوع گونه‌ای می‌باشد (Bello et al, 2007). که به صورت رابطه (۱) نشان داده می‌شود:

$$FR = SD - FD \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن FR : زیادی عملکرد، SD : تنوع گونه‌ای (برحسب شاخص تنوع جینی-سیمپسون) و FD : تنوع عملکرد برحسب شاخص مربعه آنتروپی راثو. براین اساس تنوع گونه‌ای و شاخص تنوع عملکرد راثو برحسب روابط (۲) و (۳) محاسبه می‌گردند:

$$SD = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Rao = \sum_{i=1}^{S-1} \sum_{j>1}^S d_{ij} P_i P_j \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن P_i : فراوانی نسبی گونه i -ام، d : فاصله بین گونه i و j



هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

مقدار FR بین صفر و ۱ در نوسان است. وقتی که گونه‌ها از لحاظ ویژگی‌ها کاملاً متفاوت باشند در این صورت

$Q = D$ و مقدار $FR = 0$ خواهد بود. ولی هنگامی که تمامی گونه‌ها دارای ویژگی‌های مشترک و یکسان باشند در این

صورت $FR = D$ و $Q = 0$ می‌باشد.

اندازه‌گیری عملکردهای چندگانه:

در حال حاضر روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری چند عملکردی در اکوسیستم وجود دارد که مبنای تمامی روش‌ها تا حدود زیادی براساس چهار رویکرد متفاوت می‌باشد. روش اول: روش میانگین‌گیری عملکرد، روش دوم: استفاده از روش روگشت در اندازه‌گیری، روش سوم: استفاده از روش تک آستانه در اندازه‌گیری چندعملکردی و روش چهارم استفاده از روش آستانه‌های چندگانه در بررسی می‌باشد.

در اندازه‌گیری‌های موجود جهت بررسی و محاسبه تنوع عملکردی از بسته آماری FD استفاده خواهد شد. جهت اندازه‌گیری تنوع عملکردی در این بسته نیاز به اندازه‌گیری ویژگی‌های گیاهی موجود در منطقه مورد بررسی و نیز درصد فراوانی هر یک از گونه‌های موجود در جامعه می‌باشد. همچنین جهت اندازه‌گیری افزونگی عملکردی نیز از بسته آماری SYNCSA و جهت محاسبه رویکردهای موجود در بررسی عملکردهای چندگانه از بسته آماری Multifunc استفاده خواهد شد.



۱. Bonham. Ch. D. 2013. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley & Sons.
۲. Cadotte. M.W. 2011. The new diversity: management gains through insights into the functional diversity of communities. *Journal of Applied Ecology*. 48 (5):1067-1069.
۳. Collins. S.L. 2009. Biodiversity under Global Change. *Science* 326(5958): 1353-54.
۴. De Bello. F. Lepš. J. Lavorel. S. and Moretti. M. 2007. Importance of species abundance for assessment of trait composition: an example based on pollinator communities. *Community Ecology*. 2007; 8(2):163-70.
۵. Deng. H. 2012. A Review of Diversity-Stability Relationship of Soil Microbial Community: What Do We Not Know?" *Journal of Environmental Sciences* 24(6): 1027-35.
۶. Díaz. S. and Cabido. M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*. 16 (11) 646-655.
۷. Diaz. S. and et al. 2007b. Plant trait responses to grazing: a global synthesis. *Global Change Biology* 13:313-341.
۸. Duffy. J.E. 2009. Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 7. 437-444.
۹. Magurran. A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Chapman and Hall. London.
۱۰. Mason. N.W.H. K. McGillivray. Steel. J.B. and Wilson. J.B. 2003. An index of functional diversity. *Journal of Vegetation Science*. 14 (4): 571-578.
۱۱. Mouillot. D. Mason. N.W. Dumay. O. and Wilson. J.B. 2005. Functional regularity: a neglected aspect of functional diversity. *Oecologia* 142:353-359.
۱۲. Rao. C.R. 1982. Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach. *Theoretical Population Biology* 21: 24-43.
۱۳. Tilman. D. J. Knops. Wedin. D. Reich. P. M. Ritchie. And Siemann. E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277(5330) :1300-1302.
۱۴. Vileger. S. Mason. N.W.H. and Mouillot. D. 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89 (8): 2290-2301.
۱۵. Walker. BH. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation biology* 1992; 6(1):18-23.

هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷



۱۶. Zhang. Q. Buyantuev. A. Yonghong. L.F. Jiang. L. Niu. J. Ding. Y. Kang. S. and Ma. Wenjing. 2017. Functional Dominance rather than Taxonomic Diversity and Functional Diversity Mainly Affects Community Aboveground Biomass in the Inner Mongolia Grassland. Ecology and Evolution 7(5): 1605–15.

Functional diversity, functional redundancy, and multi-functional New concepts in ecology and how it measures in R software

Mohsen Faal feizabadi*¹, Pejman Tahmasebi², Esmaiel asadi², Elahe zafarian³, Reza omidi pour¹

هفتمین کنفرانس ملی مرتع و مرتعداری ایران

۱۸-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

Email: Mohsen.faal@stu.sku.ac.ir



1- Ph.D. student of Rangeland Management, Faculty of Natural resource and Earth Science, Shahrekord University.

2- Associate Prof. Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural resource and Earth Science, Shahrekord University

۳- Graduated Master in rangeland Science, Shahrekord university

Abstract

Currently, concerns for the conservation of biodiversity worldwide is on the rise. These concerns are due to a significant reduction in biodiversity at a different of spatial, temporal and biological scales, which eliminates the functions and ecosystem services that result from it. Biodiversity is a criterion for the rapid assessment of the status of the ecosystem in the present situation in terms of richness and therefore does not provide a proper assessment of the ecosystem's status. Therefore, in new studies, instead of plant diversity, functional diversity is used, because it also provides some kind of functional characteristics of the species and better reflects the habitat status and stability of the communities. Functional Redundancy is another new concept in this regard, which indicates the presence of species with the same characteristics to compensate for the environmental stresses and lead to the maintenance of ecosystem functions. In the past, biomass and plant production have also been used as ecosystem functions, while ecosystem functions include a set of processes that help maintain ecosystem stability. Therefore, multiple function must be evaluated simultaneously. however, the use of new software that can measure these new concepts is also important. By Using R software, we can measure and compare results in different habitats.

Keyword: Biodiversity, Functional diversity, functional redundancy, Multifunctional diversity, R software