Archive of SID

فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸

۶۱-۷۴

اثرهای چرای دام و جنگل‌کاری بر تنوع کارکرد (مطالعه موردی: منطقه چشمه دلاو، خراسان شمالی)

محبت نداف[۱]* و رضا امیدی‌پور[۲]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
[۲] گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۵

نداف، م. و ر. امیدی‌پور. ۱۳۹۸. اثرات چرای دام و جنگل‌کاری بر تنوع کارکرد (مطالعه موردی: منطقه چشمه دلاو، خراسان شمالی). فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۴): ۷۴-۶۱.

سابقه و هدف: تنوع زیستی تنها شامل تعداد و وفور گونه‌ها نیست، بلکه گوناگونی در کارکردهای هر گونه را شامل می‌شود که بوسیله سنجه‌های تنوع کارکرد اندازه‌گیری می‌شود. از سویی دیگر، تغییرکاربری زمین‌ها و چرای دام دو مورد از مهمترین عامل‌ها تاثیرگذار بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم هستند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر جنگل‌کاری و چرای دام بر سنجه‌های تنوع کارکرد در منطقه چشمه دلاو در غرب استان خراسان شمالی انجام شد.

مواد و روش ها: برای اندازه‌گیری تنوع کارکرد از سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی (میانگین وزنی جامعه) و مبتنی بر چند ویژگی (غنای کارکرد ، یکنواختی کارکرد ، واگرایی کارکرد ، پراکنش کارکرد و سنجه تنوع کارکرد رائو) در بسته آماری "FD" در نرم افزار "R.۳.۳.۱" استفاده گردید. برای مقایسه تنوع در تیمارهای مورد مطالعه از تجزیه واریانس یکطرفه و آزمون تکمیلی دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که چرای دام به همراه جنگل‌کاری دارای اثرهای مختلفی بر روی سنجه‌های تنوع کارکردی است. بر اساس نتایج، غنای کارکردی و سنجه تنوع کارکرد رائو و همچنین سنجه‌های میانگین وزنی ارتفاع و فرم زیستی تروفیت در منطقه‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بیشترین مقادیر سنجه غنای کارکردی، تنوع کارکردی رائو و میانگین وزنی ارتفاع مربوط به منطقه‌های تحت چرای دام بود. این نتیجه نشان می‌دهد برای کاهش رقابت بین گیاهان و به حداکثر رسیدن کارکرد در یک اکوسیستم، وجود حداقلی از تنش (چرا) لازم است. همچنین بیشتر بودن سنجه میانگین وزنی ارتفاع در کاربری تحت چرا تایید کننده وجود ارتباط مثبت بین غنای کارکرد و سنجه میانگین وزنی است. از طرفی دیگر، بیشترین مقدار سنجه میانگین وزنی فرم رویشی تروفیت در کاربری عدم چرا–جنگل‌کاری مشاهده شد که در ارتباط با شرایط نامساعد محیطی از قبیل رقابت بالا (بدلیل نبود چرای دام) و مداخلات انسانی (جنگل‌کاری) بود.

نتیجه گیری: استفاده از سنجه‌های تنوع کارکرد به عنوان سنجه‌ای از تنوع زیستی که افزون بر اینکه فروانی گونه‌ها، ویژگی‌های کارکردی آن ها را نیز مد نظر قرار می‌دهد، ابزارهای مفیدی در بررسی تاثیر عامل‌های مختلف بر تنوع زیستی و کارکرد اکوسیستم‌های نیز می‌باشند.

واژه های کلیدی: تغییرکاربری، تنوع زیستی، غنای کارکردی، تنوع کارکردی رائو.

* Corresponding Author: *Email Address*.m_nadaf@pnu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییر کاربری زمین‌ها یکی از مهمترین عامل‌های تخریب اکوسیستم و کاهش تنوع زیستی در دنیاست (Nelson *et al*., 2006; Edwards *et al*., 2014) که بدلیل افزایش رو به رشد جمعیت بشر، زیستگاه‌های بیشتری توسط این گونه از فعالیت انسانی تخریب خواهد شد.(Morris, 2010) از طرفی دیگر، چرای دام یکی از مهمترین عامل‌هایی است که موجب ایجاد تغییرهایی در ویژگی‌هایی از قبیل تنوع، ترکیب، زیتوده و همچنین عنصرهای غذایی اکوسیستم‌ها می‌شود (Carmona *et al*., 2012). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که چرای دام بر ویژگی‌های کارکردی از قبیل ارتفاع گیاه، مقدار ماده خشک برگ، زمان آغاز گلدهی، فرم رویشی و زیستی و همچنین وزن بذر تاثیرگذار می‌باشد (Peco *et al*., 2012).

یکی از مهمترین تاثیرهای آشفتگی‌های محیطی بر تنوع زیستی، تغییر کاربری زمین‌ها یا چرای دام می‌باشد که بطور معمول با اندازه‌گیری سنجه‌های مرسوم و کلاسیک تنوع گونه‌ای (از قبیل غنای گونه‌ای، سنجه شانون، سنجه سیمپسون) بررسی می‌شود، ولی این سنجه‌ها، تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های گیاهان و آشیان‌های اکولوژیک آن ها را مورد توجه قرار نمی‌دهند (Cardinale *et al*., 2012). بعبارت دیگر، سنجه‌های مرسوم تنها به محاسبه تنوع بر اساس حضور و عدم حضور و فراوانی گیاهان می‌پردازند و توجهی به ویژگی‌های کارکردی گیاهان ندارند (Edwards *et al*., 2014). برای نمونه، تغییر شرایط محیطی که پس از ایجاد آشفتگی (برای مثال تغییر کاربری زمین‌ها) رخ می‌دهد می‌تواند بعنوان فیلتر محیطی قلمداد شود که تنها برخی از گونه‌ها که دارای ویژگی‌های خاصی هستند، می‌توانند در برابر آن مقاومت کنند (Fauset *et al*., 2012). بنابراین، در چنین شرایطی استفاده از سنجه‌های مرسوم تنوع گونه‌ای برای بررسی تاثیرهای این قبیل آشفتگی‌های محیطی که تنها فراوانی و حضور گونه‌ها را مد نظر قرار می‌دهند، موجب عدم آشکارشدن تاثیرهای واقعی عامل‌های و آشفتگی‌های محیطی و درک نکردن صحیح دلایل کاهش تنوع زیستی خواهد شد (Mouillot *et al*., 2013). بهمین دلیل، محققان در تحقیق‌های خود از گروهی از سنجه‌های تنوع به نام تنوع کارکرد[1] استفاده می‌کنند. سنجه‌های تنوع کارکرد به دنبال کمی کردن تفاوت‌ها و اختلافات ویژگی‌های کارکردی گیاهان در جامعه‌های مختلف هستند (Tilman, 2001). بر اساس تعریفی دیگر، تنوع کارکرد بصورت ارزش، محدوده، توزیع و فراوانی نسبی ویژگی‌های کارکردی موجودات زنده در یک جامعه تعریف می‌شود (Hooper *et al*., 2005).

تاکنون تحقیق‌های معدودی به بررسی تاثیر تخریب ناشی از چرای دام و جنگل‌کاری بر تنوع کارکرد پرداخته که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌گردد. در بررسی تاثیر چرای دام و جنگل‌کاری بر سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی،(2012) .et al Katovai نشان دادند که کمترین مقدار غنای گونه‌ای در منطقه‌های جنگل‌کاری و چرا شده وجود داشت در حالی که سنجه‌های تنوع کارکردی بیشترین مقدار را در جنگل‌های اولیه و ثانویه در مقایسه با منطقه‌های جنگل‌کاری و چراشده داشتند. در تحقیق دیگر، Lohbeck .et al (2012) در ارزیابی تغییرهای تنوع و تنوع کارکردی در منطقه‌های جنگلی با توالی گیاهی مختلف نشان دادند که سنجه‌های غنا و تنوع گونه‌ای پیش‌بینی کننده های مناسبی برای تنوع کارکردی هستند. همچنین Baraloto *et al*. (2012) در تحقیقی با بررسی تاثیر برداشت چوب (جنگل‌زدائی) بر سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی، هیچ اختلافی بین سنجه‌های غنای گونه‌ای و غنای کارکردی بین رویشگاه‌های مختلف مشاهده نکردند در حالی که یکنواختی گونه‌ای و یکنواختی کارکردی در منطقه‌های برداشت چوب بیشتر بود. در ایران هم تحقیقات محدودی در زمینه تنوع کارکرد به انجام رسیده است. برای نمونه، Omidipour *et al*., (2019) در تحقیقی به بررسی ارتباط سنجه های تنوع و تنوع کارکردی و کارکرد اکوسیستم در تولید زیتوده رو زمینی در مرتع‌های استپی سرد در چهارمحال و بختیاری پرداختند و نشان دادند که سنجه‌های تنوع گونه، تنوع کارکرد تک ویژگی و تنوع کارکرد چند ویژگی به‌ترتیب ۶۷، ۵۵ و ۵۲ درصد از تغییرهای کل کارکرد اکوسیستم را توجیه نمودند.Jafarian *et al*., (2018) به بررسی تاثیر شدت های چرایی دام بر تغییرهای سنجه های تنوع گونه ای و تنوع کار کردی گونه های گیاهی در مرتع بلبان آباد، استان فارس پرداختند و

www.SID.ir

Archive of SID

نشان دادند که تنوع کار کردی گونه های گیاهی با افزایش شدت چرا در منطقه کاهش می یابد. همچنین Akkafi *et al.*, (2017) به ارزیابی تنوع کار کردی گیاهی بر اساس تعیین گروه های کار کردی در محدوده منطقه‌های امن پارک ملی قمیشلو، استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان دادند که سنجه های تنوع کار کردی اطلاعات مفیدی نسبت به کارکردهای مختلف اکوسیستم فراهم می کنند. تحقیق حاضر در صدد است تا با رویکردی جدید و بهره‌گیری از سنجه‌های تنوع کارکرد، تاثیرهای جدا و متقابل فعالیت‌های جنگل‌کاری و چرای دام در قالب چهار کاربری جنگل‌کاری، عدم چرا، عدم چرا -جنگل‌کاری، چرا - جنگل‌کاری و چرای دام را بر تنوع گیاهی مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه چشمه دلاو با مساحت ۸۱/۳۶۳۷ هکتار در غرب شهرستان مانه و سملقان در استان خراسان شمالی واقع شده است. فاصله محدوده مورد مطالعه از مرکز استان (بجنورد) و مرکز شهرستان (آشخانه) بترتیب ۷۰ و ۲۷ کیلومتر می‌باشد. منطقه از نظر مختصات جغرافیایی در حدفاصل طول جغرافیایی ″۰۰ ′۳۵ °۵۶ تا ″۳۰ ′۴۲ °۵۶ شرقی و عرض جغرافیایی ″۰۰ ′۲۴ °۳۷ تا ″۳۰ ′۲۷ °۳۷ شمالی واقع شده است. میانگین ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۴۱۵ متر از سطح دریای آزاد و متوسط بارش سالانه آن ۵۵۹ میلی‌متر می‌باشد. میانگین بیشترین دما ۲۲/۱ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه و میانگین کمترین دما ۰/۱ درجه سانتی‌گراد در بهمن‌ماه است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مطالعه بترتیب از نوع زریک[۲] و مزیک[۳] می باشد .(Anonymous, 2015)

جمع آوری داده ها

در این مطالعه برای نمونه‌برداری از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد. مساحت واحدهای نمونه برداری مطابق اندازه واحد نمونه برداری پیشنهادی برای مطالعه پوشش های علفی یک مترمربع، پوشش‌های درختچه‌ای ۲۵ مترمربع و برای پوشش‌های درختی ۱۰۰ مترمربع انتخاب شد (Kent, 2012). در سطح منطقه مورد مطالعه ۲۳۰ واحد نمونه برداری برداشت شد. در هر پلات فهرست گونه های گیاهی به همراه درصد پوشش آن ها جمع آوری و در فرم برداشت صحرایی یادداشت شدند.

برای اندازه‌گیری سنجه‌های تنوع کارکرد، افزون بر داده‌های درصد پوشش گونه‌ای، ویژگی‌های کارکردی گیاهان بیان‌شده نیز مورد نیاز می‌باشد که باید بر اساس روش‌های استاندارد موجود اندازه‌گیری شوند (Pla *et al*., 2011; Esler and Rebelo, 2014). اولین مرحله در اندازه‌گیری ویژگی‌های کارکردی گیاهان انتخاب گیاهان برای اندازه‌گیری صفات کارکردی است. با توجه به اینکه انتخاب و اندازه‌گیری ویژگی‌های تمام گیاهان امکان پذیر نیست، بنابراین انتخاب گیاهان باید بصورتی باشد که در مجموع حدود ۸۰ درصد ترکیب جامعه گیاهی را شامل شوند (Perez-Harguinde-guy *et al*., 2013). لیست گونه های غالب منطقه در جدول (۱) آمده است.

پس از انتخاب گونه‌های مورد نظر، مرحله دوم، انتخاب افراد از گونه‌های مورد بررسی است. مرحله سوم در اندازه‌گیری ویژگی‌های کارکردی گیاهان، تعیین صفات مورد اندازه‌گیری است. بطور کلی هیچ روش دقیقی یا منبع مشخصی برای تعیین صفات وجود ندارد. روش معمول، انتخاب صفات گیاهی بر اساس سوال‌های و هدف‌های تحقیق و همچنین در دسترس بودن ابزارهای لازم برای اندازه‌گیری متفاوت است. همچنین منبع‌های موجود (Katovai *et al*., 2012; Lohbeck *et al*., 2012; Baraloto *et al*., 2012) نیز راهنمای بسیار مناسبی برای تعیین و انتخاب صفت‌های مورد اندازه‌گیری می‌باشند.

برای اندازه‌گیری هر ویژگی کارکردی گیاهی (ویژگی‌های کمی)، بطور معمول ۲۰ تکرار از ۱۰ پایه گیاهی انتخاب و اندازه‌گیری می‌گردد (Perez-Harguindeguy *et al*., 2013; Tahmasebi *et al*., 2017). ویژگی‌های کارکردی گونه‌های غالب در هر منطقه نیز بر اساس اصل‌های پیشنهادی توسط Pérez-Harguindeguy *et al.* (2013) انجام گرفت. فهرست ویژگی های کارکردی مورد مطالعه در جدول (۲) آمده است.

آنالیز داده ها

در این تحقیق برای اندازه‌گیری تنوع کارکردی از ویژگی‌های کمی (سنجه سطح ویژه برگ، وزن خشک برگ و ارتفاع گیاه)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- لیست گونه‌های غالب منطقه
Table 1. Dominanat species list

تیره Family	نام علمی گونه Scientific name
Apiaceae	*Prangos latiloba* Korovin.
Asteraceae	*Artemisia kopetdaghensis* "Krasch., Popov & Lincz. ex Poljakov"
Asteraceae	*Inula peacockiana* (Aitch. & Hemsl.) Korovin
Asteraceae	*Serratula latifolia* Boiss.
Berberidaceae	*Berberis integerrima* Bunge
Caprifoliaceae	*Lonicera bracteolaris* Boiss. & Buhse
Caryophyllaceae	*Acanthophyllum pachystegium* Rech.f.
Cistaceae	*Fumana procumbens* (Dunal) Gren. & Godr.
Convolvulaceae	*Convolvulus calvertii* Boiss.
Convolvulaceae	*Convolvulus dorycnium* L.
Cupressaceae	*Juniperus polycarpus* K.Koch var.*turcomanica* (B.Fedtsch.) R.P.Adams
Ephedraceae	*Ephedra intermedia* Schrenk & C.A.Mey.
Fabaceae	*Astragalus verus* Olivier
Fabaceae	*Colutea porphyrogramma* Rech.f.
Hypericaceae	*Hypericum perforatum* L.
Lamiaceae	*Phlomis cancellata* Bunge
Lamiaceae	*Perovskia abrotanoides* Kar.
Lamiaceae	*Teucrium polium* L.
Liliaceae	*Fritillaria raddeana Regel*
Poaceae	*Aegilops tauschii* Coss.
Poaceae	*Aegilops triuncialis* L.
Poaceae	*Avena sativa* L.
Poaceae	*Bromus danthoniae* Trin.
Poaceae	*Bromus tectorum* L.
Poacea	*Boissiera squarrosa (Sol.) Nevski*
Poaceae	*Echinaria capitata* (L.) Desf.
Poaceae	*Poa bulbosa L.*
Poaceae	*Stipa barbata* Desf.
Poaceae	*Taeniatherum crinitum*(Schreb)Nevski
Rhamnaceae	*Paliurus spina-christi* Mill.
Rosaceae	*Prunus microcarpa* C.A.Mey.
Rosaceae	*Prunus pseudoprostrata* (Pojark.) Rech.f.
Sapindaceae	*Acer monspessulanum* L.subsp.turcomanicum (Pojark.)Rech.f.
Scrophulariaceae	*Verbascum cheiranthifolium* Boiss.
Xanthorrhoeaceae	*Eremurus kopetdaghensis* M. Pop. ex B. Fedtsch.
Xanthorrhoeaceae	*Eremurus spectabilis* M.Bieb.

و کیفی (فرم زیستی) استفاده شد. محاسبه سنجه‌های تنوع کارکرد بر اساس بسته آماری ویژه تنوع کارکرد "FD"، Lalibert" (Lalibert *et al.* 2014) در نرم افزار "R" (R Core Team, ۲۰۱۶.3.3.1) صورت گرفت. بسته آماری "FD" سنجه‌های مختلف تنوع کارکرد را با استفاده از سنجه فاصله‌ای گاوور محاسبه می‌کند (Lalibert *et al.*, 2014). سنجه‌های تنوع کارکرد مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: سنجه‌های میانگین وزنی جامعه برای هر کدام از ویژگی‌های گیاهی، سنجه مربع آنتروپی یا رائو، سنجه غنای کارکردی، سنجه یکنواختی کارکردی، سنجه واگرایی کارکردی و سنجه پراکنش کارکردی.

پس از محاسبه سنجه‌های تنوع کارکرد مبتنی بر چند ویژگی (برای همه ویژگی‌ها بصورت همزمان) و مبتنی بر یک ویژگی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- ویژگی‌های کارکردی مورد بررسی
Table 2.The studied functional traits

ویژگی مورد بررسی aseThe characteristic of the studied c		اهمیت اکولوژیک importance Ecological
ویژگی‌های کمی Quantitative traits	سطح ویژه برگ SLA (mm^2/mgr)	قدرت رقابت، تولید زیتوده اکوسیستم Power of competition, Biomass production of ecosystem
	وزن خشک برگ LDW (mgr)	میزان تولید زیتوده اکوسیستم Biomass production of ecosystem
	ارتفاع Height (cm)	قدرت رقابت ، رقابت در کسب نور Power of competition, Competition for light acquisition
ویژگی کیفی Qualitative traits	فرم زیستی (Life form) ۱. فانروفیت Phanerophytes ۲. کامیفیت Chamaephytes ۳. کریپتوفیت (ژئوفیت) (Cryptophytes (Geophytes ۴.همی کریپتوفیت Hemicryptophytes ۵. تروفیت Therophytes	سازگاری با شرایط نامساعد محیطی Adaptation to adverse environmental condition

(برای هر ویژگی بصورت جدا)، نرمال بودن و همگنی واریانس نتایج به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف Dodge (2008) و لیون Schultz (1983) انجام شد. بررسی تاثیر تیمارهای مورد مطالعه (جنگل‌کاری، عدم چرا، عدم چرا -جنگل‌کاری، چرا - جنگل‌کاری و چرای دام) بر سنجه‌های تنوع کارکرد با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون تکمیلی دانکن انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل آماری در نرم افزار SPSS var. ۲۱ و ترسیم نمودار در نرم افزار Excel 2016 انجام گرفت.

نتایج و بحث

فعالیت‌های انسانی در قرن اخیر مساحت وسیعی از زمین‌های سطح کره زمین را تغییر داده است که سبب ایجاد تغییرهای مهمی در محیط زیست شده و ساختار و کارکرد اکوسیستم‌ها را تغییر داده است (Xia *et al*., 2016). از سویی دیگر، یکی از مهمترین مشکل‌های در قرن اخیر تغییر کاربری زمین‌ها و اثرهای آن بر اکوسیستم‌های طبیعی است (Carvalho *et al*., 2016; Gossner *et al*., 2016). تحقیقات نشان داده است که تغییر کاربری زمین‌ها می‌تواند تاثیرهای منفی زیادی بر خدمات و کارکردهای اکوسیستم بگذارد. در این راستا، Allan *et al*. (2015) در تحقیقی گزارش نمودند که که تغییر کاربری زمین‌ها بواسطه کاهش تنوع زیستی، موجب تغییر اکوسیستم خواهد شد و بر رفاه جوامع انسانی تاثیرهای منفی خواهد گذاشت. همچنین تغییر کاربری زمین‌ها می‌تواند تاثیرهای بسزایی بر محیط زیست داشته باشد (Asselen and Verburg, 2013). برای نمونه، تغییر کاربری زمین، موجب کاهش تنوع زیستی، آلودگی آب و خاک، هدر رفت خاک، سله بستن خاک، افزایش تراکم خاک و همچنین تغییر چرخه‌های مواد غذایی و هیدرولوژیکی گردد. هرچند برخی تحقیق‌ها تاثیرهای مثبت تغییرهای کاربری زمین‌های هدفمند را بر برخی خدمات و سرویس‌های اکوسیستم‌ها نشان داده‌اند، ولی بدلیل بیان کارکردها و خدمات

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت در هر اکوسیستم، تغییر کاربری زمین‌ها هزینه تخریبی بیشتری خواهد داشت. بویژه اینکه تغییر کاربری زمین‌ها و تشدید روند آن، موجب کاهش تنوع زیستی خواهد شد (Allan *et al*., 2014)، که این امر موجب تهدید آن دسته از خدماتی اکوسیستمی که وابسته به تنوع زیستی هستند می‌شود (Isbell *et al*., 2011; Cardinale *et al*., 2012). بنابراین بررسی و مقایسه سنجه‌های تنوع کارکرد در کاربرهای مختلف می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در راستای آگاهی بهتر از نوع تغییرهای و تأثیرهای آن ها در اختیار محققان و برنامه‌ریزان قرار داده و زمینه مدیریت بهتر و اصولی را فراهم نماید.

بررسی سنجه‌های تنوع کارکرد مبتنی بر چندویژگی

مشابه با سایر تحقیقات انجام گرفته در زمینه تأثیر تغییر کاربری زمین‌ها بر تنوع زیستی (Katovai et al., 2012) نتایج این تحقیق نشان داد که سنجه‌های تنوع کارکردی بصورت معنی‌داری ($P\text{-value} < ۰/۰۵$) تحت تاثیر نوع کاربری قرار دارند. نتایج تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که تیمارهای مورد مطالعه اثرهای مختلفی بر سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی برچند ویژگی دارند. سنجه غنای کارکردی ($F\text{-value} = ۰/۰۰۰$; $P\text{-value} = ۹/۲۵$) و سنجه کارکردی رائو ($F\text{-value} = ۰/۰۵۰$; $P\text{-value} = ۲/۶۴$) بصورت معنی‌داری ($P\text{-value} < ۰/۰۵$) تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشتند، در حالی که بین مقادیر سنجه‌های تنوع کارکردی در سنجه‌های یکنواختی کارکردی ($F\text{-value} = ۰/۴۶$; $P\text{-value} = ۰/۷۰۹$) و پراکندگی کارکردی ($F\text{-value} = ۰/۲۰$; $P\text{-value} = ۱/۵۶$) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مقادیر سنجه واگرائی کارکردی تا حدودی تحت تاثیر تیمار مورد مطالعه قرار داشت ($P\text{-value} = ۰/۰۶۳$; $F\text{-val-ue} = ۲/۴۷$). نتایج مربوط به آنالیز تجزیه واریانس سنجه تنوع کارکردی در جدول ۳ نشان داده شده است.

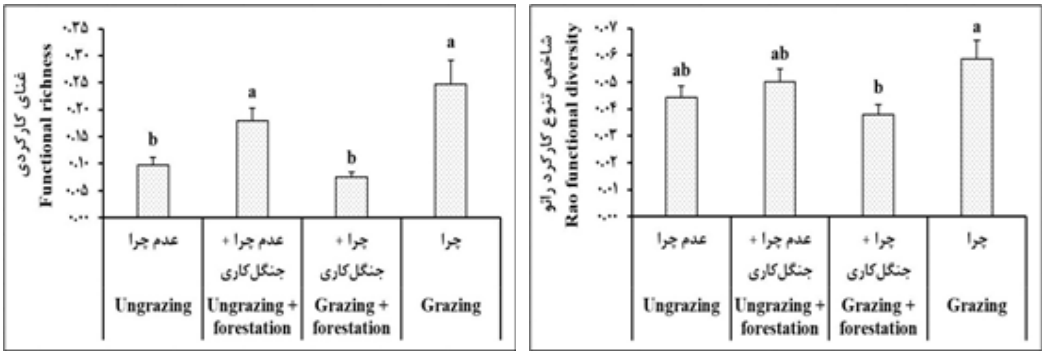
جدول ۳- تجزیه واریانس سنجه‌های تنوع کارکرد
Table 3. Analysis of variance for functional diversity indices

P-value	F-value	سنجه تنوع کارکرد Functional diversity index	دسته‌بندی Category
0.000	9.246	غنای کارکرد Functional richness	سنجه‌های مبتنی بر چند ویژگی Multi traits-based indices
0.709	0.462	یکنواختی کارکرد Functional evenness	
0.063	2.475	واگرائی کارکرد Functional divergence	
0.20	1.558	پراکندگی کارکرد Functional dispersion	
0.050	2.639	سنجه رائو Rao index	
0.073	2.357	میانگین وزنی وزن خشک برگ CWM of leaf dry weight	سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی (کمی) Single traits-based (quantitative) indices
0.540	0.721	میانگین وزنی سنجه سطح ویژه برگ CWM of SLA	
0.040	2.825	میانگین وزنی ارتفاع CWM of height	
0.672	0.515	میانگین وزنی فرم زیستی کامیفیت CWM of Chamaephytes	سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی (کیفی) Single traits-based (qualitative) indices
0.074	2.347	میانگین وزنی فرم زیستی کریپتوفیت CWM of Cryptophytes	
0.905	0.187	میانگین وزنی فرم زیستی همی‌کریپتوفیت CWM of Hemicryptophytes	
0.065	2.442	میانگین وزنی فرم زیستی فانروفیت CWM of Phanerophytes	
0.024	3.205	میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت CWM of Therophytes	

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین غنای کارکردی در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار غنای کارکردی مربوط به منطقه تحت چرای دام (۰/۲۵) و منطقه عدم چرا - جنگل‌کاری (۰/۱۸) بوده و این دو گروه با منطقه‌های عدم چرا (۰/۱۰) و چرا - جنگل‌کاری (۰/۰۷) اختلاف معنی‌داری (*P-value* <۰/۰۵) دارند (شکل ۱). همچنین مقایسه میانگین مقادیر سنجه تنوع کارکردی رائو نشان داد که بیشترین مقدار آن در منطقه چرای دام (۰/۰۵۸) و کمترین مقدار آن در منطقه تحت تیمار چرا - جنگل‌کاری (۰/۰۳۷) وجود داشت در حالی که بین مقادیر سنجه بیان شده در منطقه‌های عدم چرا (۰/۰۴۴) و عدم چرا - جنگل‌کاری (۰/۰۵۰) با دو تیمار قبل اختلاف معنی‌داری (*P-value* >۰/۰۵) وجود ندارد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر چند ویژگی تحت تاثیر چرا و جنگل‌کاری؛ غنای کارکردی (سمت چپ) و سنجه تنوع کارکردی رائو (سمت راست).

Fig. 1- Comparison of the mean of multiple-based functional diversity indices affected by grazing and forestation; Functional richness (on the left) and Rao functional diversity index (on the right)

نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه سنجه‌های غنای کارکردی و سنجه تنوع کارکردی رائو تحت تاثیر نوع کاربری قرار دارند به صورتی که بیشترین میزان آن ها در منطقه چرای دام مشاهده شد. بر خلاف تحقیق حاضر Katovai *et al.* (2012)، گزارش نمودند که در مقایسه با منطقه‌های دارای جنگل‌های اولیه و ثانویه، کمترین مقدار غنای کارکرد در منطقه‌های تحت چرای دام و درخت‌کاری شده وجود دارد. وجود اختلاف در مقادیر تنوع کارکرد در کاربری‌های مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های کارکردی گیاهان در منطقه‌های مورد مطالعه باشد که در مطالعات گذشته نیز مورد تاکید قرار گرفته است (Mayfield *et al.*, 2010). همچنین Lohbeck *et al.* (2012) نیز بر تغییر سنجه‌های تنوع گونه‌ای و تنوع کارکردی در طی مرحله‌های مختلف توالی گیاهی تأکید کردند.

از طرفی دیگر، کمترین مقدار غنای کارکرد و سنجه تنوع کارکردی رائو مربوطه به کاربری چرا - جنگل‌کاری بود (شکل ۱). تاکنون بسیاری از تحقیق‌های به اثبات رسانده‌اند که برای بیشترشدن تنوع، وجود آشفتگی محیطی لازم است (Erfanzadeh *et al.*, 2015; Heydari *et al.*, 2017). زیرا در صورت نبود وجود آشفتگی، میزان رقابت بین گیاهان برای کسب منبع‌های غذایی افزایش خواهد یافت. بعبارت دیگر، افزایش میزان رقابت منجر به غالب شدن گروه اندکی از گیاهان است که موجب حذف بسیاری از گیاهان موجود در هر منطقه می‌شوند. همچنین با در نظر گرفتن این امر که غنای کارکردی عبارت است بخشی از آشیان اکولوژیک که به وسیله گونه های موجود اشغال شده است (Mason *et al.*, 2005)، و دارای ارتباط مستقیمی با غنای گونه‌ای است (Tilman, 2001)، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که برای حفظ تنوع کارکرد در اکوسیستم، همیشه فعالیت های اصلاحی مناسب نیست. زیرا نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تنوع کارکردی در منطقه‌های تحت چرای دام دارای تنوع کارکردی بیشتری بودند. از طرفی دیگر، جنگل‌کاری بدلیل برداشت قسمتی از پوشش کنونی و همچنین سایه‌اندازی درختان، نوعی تنش بوده و می‌تواند موجب کاهش تنوع کارکردی شود. این نکته بویژه در منطقه‌های تحت تیمار هم زمان چرای دام و جنگل‌کاری مشاهده شد. با توجه شدت کم تا متوسط چرای دام در این منطقه، می‌توان نتیجه گرفت استفاده از چرای دام در شدت‌های کم تا متوسط می‌تواند

www.SID.ir

Archive of SID

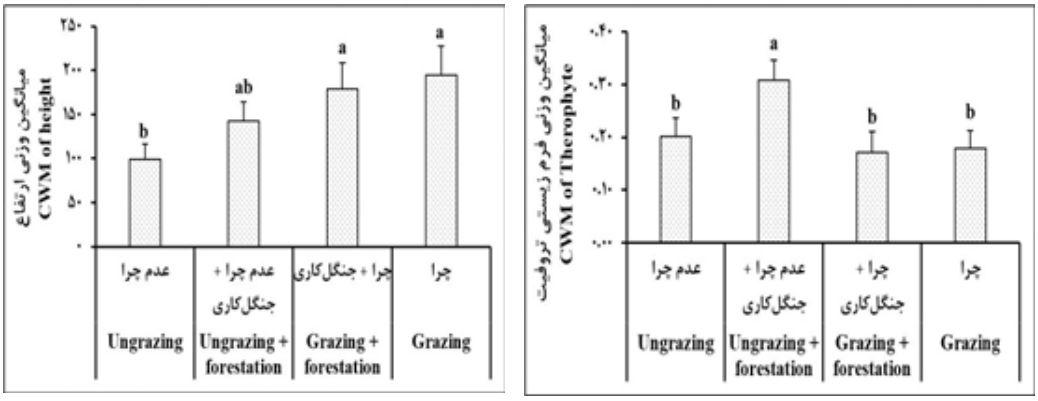
بعنوان ابزار مدیریتی قوی در راستای بهبود تنوع کارکردی و افزایش کارکرد و خدمات اکوسیستمی وابسته به تنوع زیستی شود. در این راستا، Erfanzadeh *et al*. (2015) برای حفظ و افزایش تنوع گونه‌ای، بر وجود شدت چرای کم تا متوسط تاکید کرده‌اند.

بررسی سنجه‌های تنوع کارکرد مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی‌های کمی

نتایج تجزیه واریانس سنجه تنوع کارکرد مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی‌های کمی (جدول ۳) نشان داد که تنها میانگین وزنی ارتفاع (P-value =۲/۸۳; F-value =۰/۰۴) بصورت معنی‌داری (P-value<۰/۰۵) تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشت، در حالی که بین مقادیر میانگین وزنی سنجه سطح ویژه برگ (F-value = ۰/۷۲; P-value = ۰/۵۴) و میانگین وزنی سطح برگ (F-value= ۰/۰۷;P-value = ۲/۳۶) اختلاف معنی‌داری مشاهده‌نشد.

مقایسه میانگین وزنی ارتفاع در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار میانگین وزنی ارتفاع مربوط به منطقه تحت چرای دام (۱۹۴) و منطقه چرا - جنگل‌کاری (۱۷۹) بود در حالی که کمترین مقدار این سنجه مربوط به تیمار عدم چرا (۹۹) بود. همچنین بین مقدار میانگین وزنی ارتفاع در منطقه عدم چرا - جنگل‌کاری (۱۴۳) با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). مقایسه مقادیر میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت نشان داد که بیشترین سهم این فرم زیستی مربوط به منطقه تحت تیمار عدم چرا - جنگل‌کاری (۰/۳۱) بود (شکل ۲).

سنجه میانگین وزنی جامعه به عنوان سنجه مبتنی بر یک



شکل ۲- مقایسه میانگین سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی تحت تاثیر چرا و جنگل‌کاری
Fig. 2- Comparison of the mean of single-based functional diversity index affected by grazing and forestation

ویژگی بوده که اهمیت بالایی در جهت مقایسه میانگین ارزش ویژگی‌ها در جامعه دارد و در محاسبه این سنجه از فراوانی نسبی و ارزش ویژگی افراد استفاده می‌گردد (Pla *et al*., 2011). از میان سنجه‌های تنوع کارکردی، سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی به علت مستقل بودن ویژگی‌های کارکردی از یکدیگر، دارای بیشترین ارتباط با کارکردهای اکوسیستم هستند (Butterfield *et al*., 2013). مقایسه میانگین وزنی ویژگی‌های گیاهی نشان داد که منطقه‌های تحت چرای دام دارای میانگین وزنی ارتفاع بیشتری نسبت به دیگر منطقه‌های مورد بررسی بود. دلیل این نتیجه را می‌توان به وجود درخت و درختچه‌های موجود در منطقه چرای دام نسبت داد. در این منطقه درختان و درختچه‌های از قبیل *Acer monspessulanum*، *Juniperus excelsa*، *Lonicera bracteolaris*، *Paliurus spina-christi*، *Cerasus microcarpa* و *Ephedra intermedia* موجب افزایش میانگین وزنی ارتفاع گیاهان این منطقه به نسبت دیگر منطقه‌ها شده است. از طرفی دیگر وجود ارتباط مثبت و مستقیم بین غنای کارکردی و سنجه میانگین وزنی ارتفاع گیاه مورد تأکید قرار رفته است (Villéger *et al*., 2008). بیشتر بودن مقدار غنای کارکردی در منطقه تحت چرای دام تایید کننده مطلب قبل می‌باشد. در این راستا، Lavorel *et al*., (2008) بیان داشتند که سنجه میانگین وزنی جامعه به میزان یا مقدار (ارزش) آن ویژگی در گونه‌های غالب بستگی دارد،

www.SID.ir

Archive of SID

زیرا این سنجه از مجموع حاصل‌ضرب‌های ارزش ویژگی هر گونه در فروانی همان گونه در هر واحد نمونه به دست می‌آید. بنابراین گونه‌های غالب (فراوانی بیشتر و ارزش ویژگی بیشتر) تاثیر بیشتری در این سنجه دارند و به نوعی می‌توان گفت این سنجه نشان دهنده گونه‌های غالب است (Grime, 2006).

بررسی سنجه‌های تنوع کارکرد مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی‌های کیفی

نتایج مقایسه میانگین سنجه تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی کیفی نشان داد که بین مقادیر میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت (F-value = ۰/۰۲۴; P-value = ۳/۲۱)، بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در حالی که بین مقادیر سنجه‌های تنوع کارکردی میانگین وزنی جامعه در دیگر فرم‌های زیستی مورد مطالعه (کامفیت، کریپتوفیت، همی‌کریپتوفیت و فانروفیت) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت در منطقه عدم چرا - جنگل‌کاری بیشتر از دیگر منطقه‌ها بود در حالی که بین فرم های رویشی بین منطقه‌ها اختلافی وجود نداشت. تحقیق‌ها نشان داده است که شکل زیستی هر گونه در هر اجتماع گیاهی متفاوت است که همین اختلاف، مبنای وجود تفاوت در ساختار اجتماعات گیاهی به شمار می‌رود (Mobayen, 1981)، که می‌تواند منجر به بیان کارکردها و خدمات متفاوتی در هر اکوسیستم بشود. هم چنین شکل زیستی گیاهان صرف نظر از این که ویژگی تاکسونومیک آن‌ها را نشان می‌دهد، بیانگر سازش گیاهان با شرایط محیط زیستی نیز هستند (Pairanj *et al*., 2011). نتایج نشان داد که فرم زیستی تروفیت در کاربری عدم چرا - جنگل‌کاری بصورت معنی‌داری بیشتر از دیگر کاربری‌های مورد مطالعه بود. تحقیق‌های مختلف به اثبات رسانده است که وجود شرایط نامساعد محیطی عاملی برای افزایش فراوانی این گیاهان باشد. برای نمونه، مداخلات انسانی موجب کاهش انبوهی گیاهان و در نهایت افزایش فرصت برای توسعه گیاهان یکساله (تروفیت) می‌شود (Azimi Motem *et al*., 2011).

نتیجه‌گیری

استفاده از رویکرد کارکرد محور، بجای رویکرد فروانی محور در اندازه‌گیری سنجه‌های تنوع یک جامعه می‌تواند درک بیشتری را نسبت به فرآیندهای اکولوژیک و عامل‌های موثر بر آن فراهم نماید. از سویی دیگر، وجود سنجه‌های مختلف تنوع کارکردی (شامل مبتی بر یک ویژگی و مبتنی بر چند ویژگی) و مؤلفه‌های مختلف آن (غنا، یکنواختی، واگرائی و پراکندگی) می‌تواند بعنوان کلیدی ارزشمند در راستای درک جنبه‌های مختلف تنوع زیستی باشد.

تحقیق حاضر یکی از اولین تحقیق‌های انجام گرفته در زمینه بررسی و مقایسه سنجه‌های تنوع کارکرد در کاربری‌های مختلف می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که سنجه‌های تنوع کارکردی بصورت معنی‌داری در کاربری‌های مختلف تفاوت دارند. همچنین وجود چرای دام بویژه در شدت کم تا متوسط می‌تواند به عنوان ابزاری مهم در راستای حفظ و نگهداری تنوع مورد استفاده قرار بگیرد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Functional Diversity

[2] Xeric

[3] Mesic

منابع

Akkafi, H.R., Ejtehadi, H. and Sepehri, A., 2017. I nvestigation of plant functional diversity based on functional groups identification WITHIN THE SAFE AREAS OF THE Ghamishloo National Park Isfehan province. Environmental Sciences. 15(3), 93-108.

Allan, E., Bossdorf, O., Dormann, C.F., Prati, D., Gossner, M.M., Tscharntke, T., Blüthgen, N., Bellach, M., Birkhofer, K., Boch, S. and Böhm, S., 2014. Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity. Proceedings of the National Academy of Sciences. 111(1), 308-313.

Allan, E., Manning, P., Alt, F., Binkenstein, J., Blaser, S.,

www.SID.ir

Archive of SID

Blüthgen, N., Böhm, S., Grassein, F., Hölzel, N., Klaus, V.H. and Kleinebecker, T., 2015. Land use intensification alters ecosystem multifunctionality via loss of biodiversity and changes to functional composition. Ecology letters. 18(8), 834-843.

Anonymous., 2015. Green Albourz Consulting Engineers. Forest project of non- industrial woods in Darkash and Jozak watershed. Bureau of natural resources in North Khorasan. (in Persian with English abstract).

Asselen, S. and Verburg, P.H., 2013. Land cover change or land-use intensification: simulating land system change with a global-scale land change model. Global change biology. 19(12), 3648-3667.

Azimi Motem, F., Talai, R., Asiabizadeh, F. and Houshyar, M., 2011. A survey on flora, life forms

and geographical distribution of plant species in the protected forest of Fandoghlu (Ardabil

province). Taxonomy and Biosystematics. 9(3), 75-88. (in Persian with English abstract).

Baraloto, C., Herault, B., Paine, C.E., Massot, H., Blanc, L., Bonal, D., Molino, J.F., Nicolini, E.A. and Sabatier, D., 2012. Contrasting taxonomic and functional responses of a tropical tree community to selective logging. Journal of applied ecology. 49(4), 861-870.

Blaser, J., Sarre, A., Poore, D. and Johnson, S., 2011. Status of tropical forest management. ITTO Technical Series 38. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan.

Butterfield, B.J. and Suding, K.N., 2013. Single-trait functional indices outperform multi-trait indices in linking environmental gradients and ecosystem services in a complex landscape. Journal of Ecology. 101(1),9-17.

Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S. and Naeem, S., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature. 486, 59–67.

Carvalho, T.S., Jesus, E.D.C., Barlow, J., Gardner, T.A., Soares, I.C., Tiedje, J.M. and Moreira, F.M.D.S., 2016. Land use intensification in the humid tropics increased both alpha and beta diversity of soil bacteria. Ecology. 97(10), 2760-2771.

De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J.H.C., Bardgett, R.D., Berg, M.P., Cipriotti, P., Feld, C.K., Hering, D., Martins da Silva, P., Potts, S.G., Sandin, L., Sousa, J.P., Storkey, J., Wardle, D.A. and Harrison, P.A., 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. Biodivers Conserv. 19, 2873–2893.

Dodge, Y., 2008. Kolmogorov–Smirnov Test. The concise encyclopedia of statistics.

Edwards, F.A., Edwards, D.P., Larsen, T.H., Hsu, W.W., Benedick, S., Chung, A., Vun Khen, C., Wilcove, D.S. and Hamer, K.C., 2014. Does logging and forest conversion to oil palm agriculture alter functional diversity in a biodiversity hotspot? Animal conservation. 17(2), 163-173.

Erfanzadeh, R., Omidipour, R. and Faramarzi, M., 2015. Variation of plant diversity components in different scales in relation to grazing and climatic conditions. Plant Ecology and Diversity. 8(4), 537-545.

Fauset, S., Baker, T.R., Lewis, S.L., Feldpausch, T.R., Affum-Baffoe, K., Foli, E.G., Hamer, K.C. and Swaine, M.D., 2012. Drought-induced shifts in the floristic and functional composition of tropical forests in Ghana. Ecol. Lett. 15, 1120–1129.

Gossner, M.M., Lewinsohn, T.M., Kahl, T., Grassein, F., Boch, S., Prati, D., Birkhofer, K., Renner, S.C., Sikorski, J., Wubet, T. and Arndt, H., 2016. Land-use intensification

www.SID.ir

Archive of SID

causes multitrophic homogenization of grassland communities. Nature. 540(7632), 266-269.

Grime, J.P.,2006. Trait convergence and trait divergence in the plant community: mechanisms and consequences. Journal of Vegetation Science.17, 255–260.

Heydari, M., Omidipour, R., Abedi, M. and Baskin, C., 2017. Effects of fire disturbance on alpha and beta diversity and on beta diversity components of soil seed banks and aboveground vegetation. Plant Ecology and Evolution.150(3), 247-256.

Jafarian, Z., Ahmadi, F. and Kargar, M.,2018. Effects of grazing intensities on functional diversity and species diversity indices in the Bolban Abad rangeland, Kurdistan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(4):768-777

Kent, M., 2012. Vegetation description and data analysis. 2nd edition. John Wiley & Sons, Ltd

Hooper, David U, F S Chapin, J J Ewel, Andy Hector, Pablo Inchausti, Sandra Lavorel, J H Lawton, D M Lodge, Michel Loreau, and S Naeem., 2005. "Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge." Ecological monographs. 75(1), 3–35.

Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W.S., Reich, P.B., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Tilman, D., Van Ruijven, J. and Weigelt, A., 2011. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. Nature.477(7363), 199.

Karen Esler & Alanna Rebelo .,2014. Quantifying Functional Biodiversity. African Journal of Range and Forage Science. 31:3, 235-236.

Katovai, E., Burley, A.L. and Mayfield, M.M., 2012. Understory plant species and functional diversity in the degraded wet tropical forests of Kolombangara Island, Solomon Islands. Biological Conservation. 145(1), 214-224.

Laliberté, E., Legendre, P. and Shipley, B., 2014. FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R package version 1.0-12.

Lavorel, S., Grigulis, K., McIntyre, S., Williams, N.S., Garden, D., Dorrough, J., Berman, S., Quétier, F., Thébault, A. and Bonis, A., 2008. Assessing functional diversity in the field–methodology matters. Functional Ecology. 22(1), 134-147.

Lohbeck, M., Poorter, L., Paz, H., Pla, L., van Breugel, M., Martínez-Ramos, M. and Bongers, F., 2012. Functional diversity changes during tropical forest succession. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 14(2), 89-96.

Loreau, Michel, and Andy Hector. 2001. "Partitioning Selection and Complementarity in Biodiversity Experiments." Nature. 412(6842), 72.

Mason. N.W.H. Mouillot. D. Lee. W.G. and Wilson. J.B., 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. Oikos. 111 (1), 112–118.

Mayfield, M.M., Bonser, S.P., Morgan, J.W., Aubin, I., McNamara, S. and Vesk, P.A., 2010. What does species richness tell us about functional trait diversity? Predictions and evidence for responses of species and functional trait diversity to land-use change. Global Ecology and Biogeography.19, 423–431.

Mobayen, S., 1981. Plant Geography. 2nd edition, Tehran University Publication, Tehran (in Persian).

Morris, R.J., 2010. Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: a network structure and ecosystem functioning perspective. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 365, 3709–3718.

Mouillot, D., Graham, N.A.J., Villeger, S., Mason, N.W.H. and Bellwood, D.R., 2013. A functional approach reveals

www.SID.ir

Archive of SID

community responses to disturbances. Trends Ecol. Evol. 28, 167–177.

Naeem, S., Duffy, J.E. & Zavaleta, E., 2012. The functions of biological diversity in an age of extinction. Science. 336, 1401–1406.

Nelson, G.C., Bennett, E., Berhe, A.A., Cassman, K., DeFries, R., Dietz, T., Dobermann, A., Dobson, A., Janetos, A., Levy, M., Marco, D., Nakicenovic, N., O'Neill, B., Norgaard, R., Petschel-Held, G., Ojima, D., Pingali, P., Watson, R. and Zurek, M., 2006. Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. Ecol. Soc. 11, 29.

Omidipour, R., Ebrahimi, A., Tahmasebi, P. and Faramarzi, M. 2019. The relationship between functional richness, functional evenness and functional divergence with ecosystem function in a cold steppe rangeland of Marjan, Boroujen. Journal of Rangeland. 13(3):504-521.

Pairanj, J., Ebrahimi, A., Tarnain, F. and Hassanzadeh, M., 2011. Investigation on the geographical

distribution and life form of plant species in sub Alpine Zone Karsank Region, Shahrekord.

Taxonomy and Biosystematics. 7(3), 1 -10 (in Persian with English abstract).

Peco, B., Carmona, C.P., de Pablos, I. and Azcárate, F.M., 2012. Effects of grazing abandonment in Mediterranean dehesas: changes in functional and taxonomic diversity. Agriculture, Ecosystems and Environment.152, 27–32.

Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M.S., Cornwell, W.K., Craine, J.M., Gurvich, D.E. and Urcelay, C., 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of botany. 61(3), 167-234.

Pla, L., Casanoves, F. and Di Rienzo, J., 2011. Quantifying functional biodiversity. Springer Science and Business Media.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Schultz, B., 1983. On Levene's test and other statistics of variation. Evolutionary Theory. 6, 197-203.

Tahmasebi, P., Moradi, M. and Omidipour, R., 2017. Plant functional identity as the predictor of carbon storage in semi-arid ecosystems. Plant Ecology & Diversity. 10(2-3), 139-151.

Tilman, D., 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. Science. 292, 281–284.

Tilman. D., 2001. Functional diversity, in: S.A. Levin (Ed.). Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. San Diego. pp. 109–120.

Villéger, S., Mason, N.W. and Mouillot, D., 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. Ecology. 89(8), 2290-2301.

Xia, T., Wu, W., Zhou, Q., Verburg, P.H., Yu, Q., Yang, P. and Ye, L., 2016. Model-based analysis of spatio-temporal changes in land use in Northeast China. Journal of Geographical Sciences.26(2), 171-187.

www.SID.ir

Archive of SID

Environmental Sciences Vol.17/ No.4 /winter 2019

61-74

Effects of grazing and forestation on functional diversity indices: A case study of Cheshmeh Dalav, Northern Khorasan

Mohabat Nadaf [1]*and Reza Omidipour [2]

[1] Department of Biology, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran
[2] Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Received: 2018.07.11 Accepted: 2018.12.16

Naddaf, M. and Omidipour, R., 2020. Effects of Grazing and Forestation on Functional Diversity Indices (A Case Study: Cheshmeh Dalav area, North Khorasan, Iran). Environmental Aciences. 17(4), 61-74.

Introduction: Biodiversity includes not only the species number and their abundance but also the differences in the functions of any species, which is measured by the functional diversity indices. On the other hand, land-use change and grazing are two important factors affecting biodiversity and ecosystem services. This study was carried out to investigate the effects of grazing and forestation on functional diversity indices at Cheshmeh Delav in the western part of Northern Khorasan Province, Iran.

Material and methods: To measure the functional diversity, the single-trait indices (community-weighted mean; CWM) and also the multiple-trait indices (functional richness, functional evenness, functional divergence, functional dispersion, Rao quadratic diversity) were used and measured by the "FD" statistical package in "R.3.3.1" software. The one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's test was used to compare the mean diversity.

Results and discussion: The results showed that grazing and forestation have different effects on functional diversity indices. Based on the results, functional richness, Rao index, CWM of height and therophyte had a significant difference in the studied areas. The highest values of functional richness, Rao and CWM of the height index were related to grazing areas. Therefore, the low levels of disturbance factors such as grazing are necessary to reduce competition between plants and an increase in ecosystem function. As CWM of height was the highest at grazing sites, there was a positive relationship between functional richness and CWM. On the other hand, the maximum value of the CWM of therophyte life form was observed in the ungrazing – forestation site due to environmental adverse conditions such as high competition (due to lack of grazing) and disturbance (forestation).

Conclusion: Using functional diversity indices as an index of biodiversity that considers not only species abundance, but also functional traits was an effective mean in the study of the effects of different factors on biodiversity and the function

* Corresponding Author: *Email Address.*m_nadaf@pnu.ac.ir

www.SID.ir

of different ecosystems.

Keywords: Biodiversity, Functional richness, Land use change, Rao diversity.

www.SID.ir