



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

محبت ناداف<sup>۱\*</sup> و رضا امیدپور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

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

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

**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، تغییر کاربری زمین‌ها و چرای دام دو مورد از مهمترین عامل‌ها تاثیرگذار بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم هستند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر جنگل کاری و چرای دام بر سنجه‌های تنوع کارکرد در منطقه چشمه دلاو در غرب استان خراسان شمالی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** برای اندازه‌گیری تنوع کارکرد از سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی (میانگین وزنی جامعه) و مبتنی بر چند ویژگی (غناي کارکرد، یکنواختی کارکرد، واگرایی کارکرد، پراکنش کارکرد و سنجه تنوع کارکرد راثو) 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 جنگل کاری دارای اثرهای مختلفی بر روی سنجه‌های تنوع کارکردی است. بر اساس نتایج، غنای کارکردی و سنجه تنوع کارکرد راثو 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 راثو 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-جنگل کاری مشاهده شد که در ارتباط با شرایط نامساعد محیطی از قبیل رقابت بالا (بدلیل نبود چرای دام) و مداخلات انسانی (جنگل کاری) بود.

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

**واژه های کلیدی:** تغییر کاربری، تنوع زیستی، غنای کارکردی، تنوع کارکردی راثو.

\*Corresponding Author: Email Address: m\_nadaf@pnu.ac.ir

## مقدمه

در تحقیق‌های خود از گروهی از سنجه‌های تنوع به نام تنوع کارکرد<sup>۱</sup> 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 جنگل کاری بر تنوع کارکرد پرداخته که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌گردد. در بررسی تاثیر چرای دام و جنگل کاری بر سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی، et al. (2012) نشان دادند که کمترین مقدار غنای گونه‌ای در منطقه‌های جنگل کاری و چرا شده وجود داشت در حالی که سنجه‌های تنوع کارکردی بیشترین مقدار را در جنگل‌های اولیه و ثانویه در مقایسه با منطقه‌های جنگل کاری و چرا شده 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 سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی و کارکرد اکوسیستم در تولید زیتوده رو زمینی در مرتع‌های استپی سرد در چهارمحل و بختیاری پرداختند و نشان دادند که سنجه‌های تنوع گونه، تنوع کارکرد تک ویژگی و تنوع کارکرد چند ویژگی به ترتیب ۶۷، ۵۵ و ۵۲ درصد از تغییرهای کل کارکرد اکوسیستم را توجیه نمودند. Jafarian et al. (2018) به بررسی تاثیر شدت های چرای دام بر تغییرهای سنجه‌های تنوع گونه‌ای و تنوع کارکردی گونه‌های گیاهی در مرتع بلبان آباد، استان فارس پرداختند و

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 آن‌ها را مورد توجه قرار نمی‌دهند (Cardinale et al., 2012). عبارت 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

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 صحرائی یادداشت شدند. برای اندازه گیری سنجه های تنوع کارکرد، افزون بر داده های درصد پوشش گونه ای، ویژگی های کارکردی گیاهان بیان شده نیز مورد نیاز می باشد که باید بر اساس روش های استاندارد موجود اندازه گیری شوند (Pla et al., 2011; Esler and Rebelo, 2014). اولین مرحله در اندازه گیری ویژگی های کارکردی گیاهان انتخاب گیاهان برای اندازه گیری صفات کارکردی است. با توجه به اینکه انتخاب و اندازه گیری ویژگی های تمام گیاهان امکان پذیر نیست، بنابراین انتخاب گیاهان باید بصورتی باشد که در مجموع حدود ۸۰ درصد ترکیب جامعه گیاهی را شامل شوند (Perez-Harguindeguy et al., 2013). لیست گونه های غالب منطقه در جدول (۱) آمده است.

پس از انتخاب گونه های مورد نظر، مرحله دوم، انتخاب افراد از گونه های مورد بررسی است. مرحله سوم در اندازه گیری ویژگی های کارکردی گیاهان، تعیین صفات مورد اندازه گیری است. بطور کلی هیچ روش دقیقی یا منبع مشخصی برای تعیین صفات وجود ندارد. روش معمول، انتخاب صفات گیاهی بر اساس سوال های و هدف های تحقیق و همچنین در دسترس بودن ابزارهای لازم برای اندازه گیری متفاوت است. همچنین منابعی موجود (Katovai et al., 2012; Lohbeck et al., 2012; Baraloto et al., 2012) نیز راهنمای بسیار مناسبی برای تعیین و انتخاب صفات مورد اندازه گیری می باشند. برای اندازه گیری هر ویژگی کارکردی گیاهی (ویژگی های کمی)، بطور معمول ۲۰ تکرار از ۱۰ پایه گیاهی انتخاب و اندازه گیری می گردد (Perez-Harguindeguy et al., 2013; Tahmasebi et al., 2017). ویژگی های کارکردی گونه های غالب در هر منطقه نیز بر اساس اصل های 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 اندازه گیری تنوع کارکردی از ویژگی های کمی (سنجه سطح ویژه برگ، وزن خشک برگ و ارتفاع گیاه)

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

### مواد و روش ها

#### 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 می باشد. منطقه از نظر مختصات جغرافیایی در حدفاصل طول جغرافیایی "۰۰° ۳۵' ۵۶" تا "۰۰° ۳۰' ۴۲" شرقی و عرض جغرافیایی "۰۰° ۲۴' ۳۷" تا "۰۰° ۲۷' ۳۷" شمالی واقع شده است. میانگین ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۴۱۵ متر از سطح دریای آزاد و متوسط بارش سالانه آن ۵۵۹ میلی متر می باشد. میانگین بیشترین دما ۲۲/۱ درجه سانتی گراد در مرداد ماه و میانگین کمترین دما ۰/۱ درجه سانتی گراد در بهمن ماه است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مطالعه بترتیب از نوع زریک<sup>۱</sup> و مزیک<sup>۲</sup> می باشد (Anonymous, 2015).

#### جمع آوری داده ها

در این مطالعه برای نمونه برداری از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد. مساحت واحدهای نمونه برداری مطابق اندازه واحد نمونه برداری پیشنهادی برای مطالعه پوشش های علفی یک مترمربع، پوشش های درختچه ای ۲۵ مترمربع و برای پوشش های درختی ۱۰۰ مترمربع انتخاب شد (Kent, 2012). در سطح منطقه مورد مطالعه

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

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

در این تحقیق عبارتند از: سنجه‌های میانگین وزنی جامعه برای هر کدام از ویژگی‌های گیاهی، سنجه مربع آنتروپی یا رانو، 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

و کیفی (فرم زیستی) استفاده شد. محاسبه سنجه‌های تنوع کارکرد بر اساس بسته آماری ویژه تنوع کارکرد "Lalibert"، FD" (et al., 2014) در نرم افزار "۱۶.3.3.1" (R Core Team, ۲۰۱۶) صورت گرفت. بسته آماری "FD" سنجه‌های مختلف تنوع کارکرد را با استفاده از سنجه فاصله‌ای گاور محاسبه می‌کند (Lalibert et al., 2014). سنجه‌های تنوع کارکرد مورد استفاده

جدول ۲- ویژگی‌های کارکردی مورد بررسی  
 Table 2. The studied functional traits

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

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 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 تحقیقات تاثیرهای مثبت تغییر کاربری زمین‌ها را بر برخی خدمات و سرویس‌های اکوسیستم‌ها نشان داده‌اند، ولی بدلیل بیان کارکردها و خدمات

(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 (جنگل کاری، عدم چرا، عدم چرا - جنگل کاری، چرا - جنگل کاری و چراي 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

معنی داری ( $P\text{-value} < 0/05$ ) تحت تاثیر نوع کاربری قرار دارند. نتایج تجزیه واریانس یکطرفه نشان داد که تیمارهای مورد مطالعه اثرهای مختلفی بر سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر چند ویژگی دارند. سنجه غنای کارکردی ( $F\text{-value} = 0/1000$ ) بر چند ویژگی ( $P\text{-value} = 9/25$  ; ) و سنجه کارکردی راثو ( $F\text{-value} = 0/1050$ ) تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشتند، در حالی که بین مقادیر سنجه‌های تنوع کارکردی در سنجه‌های یکنواختی کارکردی ( $P\text{-value} = 0/109$  ;  $F\text{-value} = 0/146$ ) و پراکندگی کارکردی ( $P\text{-value} = 1/56$  ;  $F\text{-value} = 0/120$ ) اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین مقادیر سنجه واگرایی کارکردی تا حدودی تحت تاثیر تیمار مورد مطالعه قرار داشت ( $P\text{-value} = 0/1063$  ;  $F\text{-val-}$   $ue = 2/47$ ). نتایج مربوط به آنالیز تجزیه واریانس سنجه تنوع کارکردی در جدول ۳ نشان داده شده است.

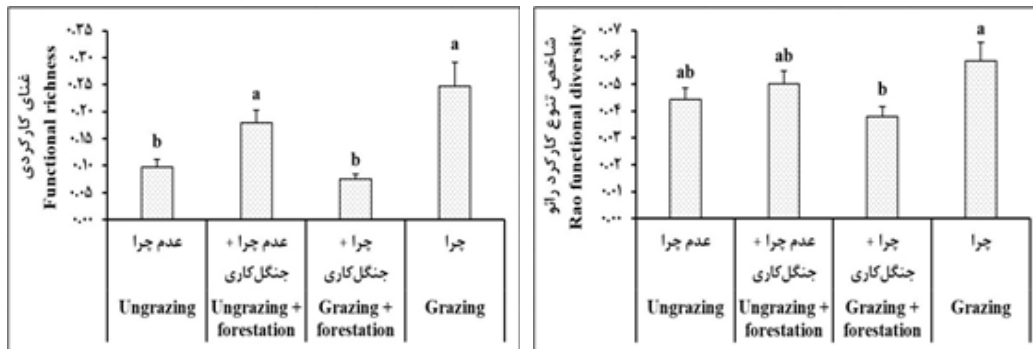
متفاوت در هر اکوسیستم، تغییر کاربری زمین‌ها هزینه تخریبی بیشتری خواهد داشت. بویژه اینکه تغییر کاربری زمین‌ها و تشدید روند آن، موجب کاهش تنوع زیستی خواهد شد (Allan *et al.*, 2014)، که این امر موجب تهدید آن دسته از خدماتی اکوسیستمی که وابسته به تنوع زیستی هستند می‌شود (Is-*bell et al.*, 2011; *Cardinale 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 آن‌ها در اختیار محققان و برنامه‌ریزان قرار داده و زمینه مدیریت بهتر و اصولی را فراهم نماید.

**بررسی سنجه‌های تنوع کارکرد مبتنی بر چند ویژگی**  
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

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	واگرایی کارکرد Functional divergence	
0.20	1.558	پراکندگی کارکرد Functional dispersion	
0.050	2.639	سنجه راثو 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 همی کریپتوفیت 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	

سنجه تنوع کارکردی راژو نشان داد که بیشترین مقدار آن در منطقه چرای دام (۰/۰۵۸) و کمترین مقدار آن در منطقه تحت تیمار چرا - جنگل کاری (۰/۰۳۷) وجود داشت در حالی که بین مقادیر سنجه بیان شده در منطقه‌های عدم چرای (۰/۰۴۴) و عدم چرای - جنگل کاری (۰/۰۵۰) با دو تیمار قبل اختلاف معنی داری ( $P\text{-value} > 0.05$ ) وجود ندارد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر چند ویژگی تحت تاثیر چرا و جنگل کاری؛ غنای کارکردی (سمت چپ) و سنجه تنوع کارکردی راژو (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)

وجود آشفته‌گی، میزان رقابت بین گیاهان برای کسب منابع‌های 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 آشپان اکولوژیک که به وسیله گونه‌های 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 فعالیت‌های 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، جنگل کاری 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 جنگل کاری 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

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 چرای - جنگل کاری (۰/۱۸) بوده و این دو گروه با منطقه‌های عدم چرای (۰/۱۰) و چرا - جنگل کاری (۰/۰۷) اختلاف معنی‌داری ( $P\text{-value} < 0.05$ ) دارند (شکل ۱). همچنین مقایسه میانگین مقادیر

نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه سنجه‌های غنای کارکردی و سنجه تنوع کارکردی راژو تحت تاثیر نوع کاربری قرار دارند به صورتی که بیشترین میزان آن‌ها در منطقه چرای دام مشاهده شد. بر خلاف تحقیق حاضر Katovai (2012) *et al.*، گزارش نمودند که در مقایسه با منطقه‌های دارای جنگل‌های اولیه و ثانویه، کمترین مقدار غنای کارکرد در منطقه‌های تحت چرای دام و درخت کاری 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 (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 راژو مربوطه به کاربری چرا - جنگل کاری بود (شکل ۱). تاکنون بسیاری از تحقیق‌های به اثبات رسانده‌اند که برای بیشتر شدن تنوع، وجود آشفته‌گی محیطی لازم است (Erfanza-deh *et al.*, 2015; Heydari *et al.*, 2017). زیرا در صورت نبود

برگ (F-value= ۰/۰۷; P-value= ۲/۳۶) اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

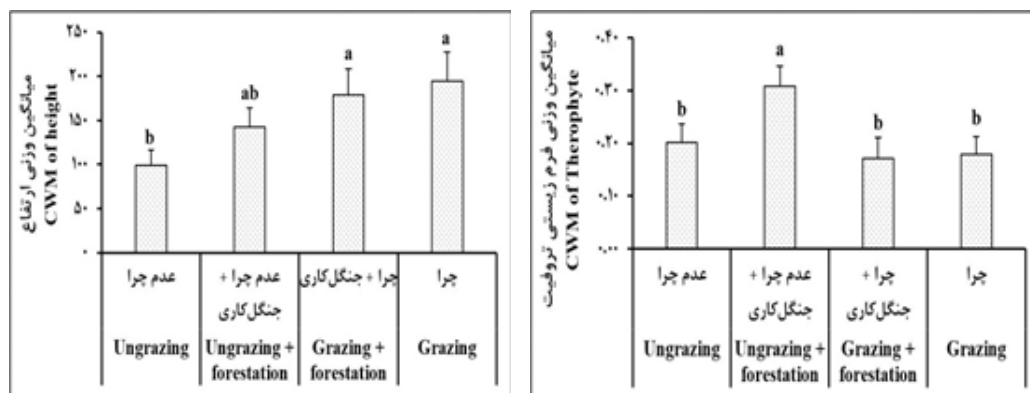
مقایسه میانگین وزنی ارتفاع در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار میانگین وزنی ارتفاع مربوط به منطقه تحت چرای دام (۱۹۴) و منطقه چرا - جنگل کاری (۱۷۹) بود در حالی که کمترین مقدار این سنجه مربوط به تیمار عدم چرا (۹۹) بود. همچنین بین مقدار میانگین وزنی ارتفاع در منطقه عدم چرا - جنگل کاری (۱۴۳) با دیگر تیمارها اختلاف معنی داری 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 - جنگل کاری (۰/۳۱) بود (شکل ۲).

سنجه میانگین وزنی جامعه به عنوان سنجه مبتنی بر یک

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 گونه‌های، 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 (F-value = ۰/۰۴; P-value = ۲/۸۳) بصورت معنی داری (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



شکل ۲- مقایسه میانگین سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی تحت تاثیر چرا و جنگل کاری

Fig. 2- Comparison of the mean of single-based functional diversity index affected by grazing and forestation

منطقه درختان و درختچه‌های از قبیل *Acer monspessula*، *Juniperus excelsa*، *Lonicera bracteolaris*، *Paliu-num*، *Juniperus excelsa*، *Lonicera bracteolaris*، *Paliu-num*، *Ephedra inter-* و *rus spina-christi*، *Cerasus microcarpa* 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 تاکید 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،

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



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 فراوانی 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 مبتنی بر یک ویژگی و مبتنی بر چند ویژگی) و مؤلفه‌های مختلف آن (غنا، یکنواختی، واگرایی 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

<sup>1</sup> Functional Diversity

<sup>2</sup> Xeric

<sup>3</sup> Mesic

زیرا این سنجه از مجموع حاصل ضرب‌های ارزش ویژگی هر گونه در فراوانی 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 ( $F\text{-value} = 0.024$ ;  $P\text{-value} = 0.0001$ ) 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، همی کریپتوفیت و فانروفیت) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت در منطقه عدم چرا - جنگل کاری بیشتر از دیگر منطقه‌ها بود در حالی که بین فرم‌های 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 - جنگل کاری

### منابع

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

Allan, E., Bossdorf, O., Dormann, C.F., Prati, D., Gossner,

M.M., Tschamtker, 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.,

- 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

- 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., Vileger, S., Mason, N.W.H. and Bellwood, D.R., 2013. A functional approach reveals

- 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., Nakićenovic, 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.





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

Mohabat Nadaf<sup>1\*</sup> and Reza Omidipour<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

<sup>2</sup>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 Sciences*. 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 Dalav 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

of different ecosystems.

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