



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

۶۱-۷۴

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

محبت ناداف<sup>۱\*</sup> و رضا امیدوی پور<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. امیدوی پور. ۱۳۹۸. اثرهای چرای دام و جنگل کاری بر تنوع کارکردی (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 کارکردی اندازه‌گیری می‌شود. از سویی دیگر، تغییر کاربری زمین‌ها و چرای دام دو مورد از مهمترین عامل‌های تاثیرگذار بر تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم هستند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر جنگل کاری و چرای دام بر سنجه‌های تنوع کارکردی در منطقه چشمه دلاو در غرب استان خراسان شمالی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** برای اندازه‌گیری تنوع کارکردی از سنجه‌های مبتنی بر یک ویژگی (میانگین وزنی جامعه) و مبتنی بر چند ویژگی (غناي کارکردی، یکنواختی کارکردی، واگرایی کارکردی، پراکنش کارکردی و سنجه تنوع کارکردی 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 کارکردی 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 کارکردی 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 کارکردی 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 کارکردی بعنوان 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 کارکردی اکوسیستم‌ها نیز می‌باشند.

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

## 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 تحقیق‌های 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 مدنظر 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). به همین

دلیل، محققان در تحقیق‌های خود از گروهی از سنجه‌های تنوع به نام تنوع کارکردی<sup>۱</sup> استفاده می‌کنند. سنجه‌های تنوع کارکردی به دنبال کمی کردن تفاوت‌ها و اختلافات ویژگی‌های کارکردی گیاهان در جامعه‌های مختلف هستند (Tilman, 2001). بر اساس تعریفی دیگر، تنوع کارکردی 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 کارکردی پرداخته که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد. در بررسی تاثیر چرای دام و جنگل کاری بر سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی، Katovai *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 کننده‌های 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 تحقیق‌های محدودی در زمینه تنوع کارکردی به انجام رسیده است. برای نمونه، Omidipour *et al.* (2019) در تحقیقی به بررسی ارتباط سنجه‌های تنوع و تنوع کارکردی و کارکردی اکوسیستم در تولید زیاده روزمینی در مرتع‌های استپی سرد در چهارمحل و بختیاری پرداختند و نشان دادند که سنجه‌های تنوع گونه، تنوع کارکردی تک ویژگی و تنوع کارکردی چند ویژگی به ترتیب ۶۷، ۵۵ و ۵۲ درصد از تغییرهای کل کارکردی اکوسیستم را توجیه نمودند. (Jafarian *et al.*, 2018) به بررسی تاثیر شدت‌های چرای دام بر تغییرهای سنجه‌های تنوع گونه‌ای و تنوع

شد (Kent, 2012). در سطح منطقه مورد مطالعه ۲۳۰ واحد نمونه برداری برداشت شد. در هر پلات فهرست گونه‌های گیاهی به همراه درصد پوشش آن‌ها جمع آوری و در فرم برداشت صحرائی یادداشت شدند.

برای اندازه‌گیری سنجه‌های تنوع کارکردی، افزون بر داده‌های درصد پوشش گونه‌ای، ویژگی‌های کارکردی گیاهان بیان‌شده نیز مورد نیاز می‌باشد که باید بر اساس روش‌های استاندارد موجود اندازه‌گیری شوند (Plá et al., 2011; Esler and Rebelo, 2014). اولین مرحله برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کارکردی گیاهان انتخاب گیاهان برای اندازه‌گیری صفات کارکردی است. با توجه به اینکه انتخاب و اندازه‌گیری ویژگی‌های تمام گیاهان امکان‌پذیر نیست، بنابراین انتخاب گیاهان باید صورتی باشد که در مجموع حدود ۸۰ درصد ترکیب جامعه گیاهی را شامل شوند (Perez-Har- guindeguy et al., 2013). لیست گونه‌های 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 صفات‌های 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 ویژگی‌های کارکردی مورد مطالعه در جدول (۲) آمده است.

### آنالیز داده‌ها

در این تحقیق برای اندازه‌گیری تنوع کارکردی از

کارکردی گونه‌های گیاهی در مرتع بلبان آباد، استان فارس پرداختند و نشان دادند که تنوع کارکردی گونه‌های گیاهی با افزایش شدت چرا در منطقه کاهش می‌یابد. همچنین Akkafi et al. (2017) به ارزیابی تنوع کارکردی گیاهی بر اساس تعیین گروه‌های کارکردی در محدوده منطقه‌های امن پارک ملی قمیشلو، استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان دادند که سنجه‌های تنوع کارکردی اطلاعات مفیدی نسبت به کارکردهای مختلف اکوسیستم فراهم می‌کنند. تحقیق حاضر در صدد است تا با رویکردی جدید و بهره‌گیری از سنجه‌های تنوع کارکردی، 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 "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 میلی‌متر می‌باشد. میانگین بیشترین دما ۲۲/۱ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه و میانگین کمترین دما ۰/۱ درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک منطقه مورد مطالعه بترتیب از نوع زریک<sup>۱</sup> و مزیک<sup>۲</sup> می‌باشد (Anonymous, 2015).

#### جمع آوری داده‌ها

در این مطالعه برای نمونه‌برداری از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد. مساحت واحدهای نمونه برداری مطابق اندازه واحد نمونه برداری پیشنهادی برای مطالعه پوشش‌های علفی یک مترمربع، پوشش‌های درختچه‌ای ۲۵ مترمربع و برای پوشش‌های درختی ۱۰۰ مترمربع انتخاب

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.

سنجه‌های تنوع کارکردی مورد استفاده 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 کارکردی مبتنی بر چند ویژگی برای همه ویژگی‌ها بصورت همزمان) و مبتنی بر یک ویژگی

ویژگی‌های کمی (سنجه سطح ویژه برگ، وزن خشک برگ و ارتفاع گیاه) و کیفی (فرم زیستی) استفاده شد. محاسبه سنجه‌های تنوع کارکردی بر اساس بسته آماری ویژه تنوع کارکردی "FD" (Lalibert et al., 2014) در نرم افزار "R.۳.۳.۱" (R Core Team, 2016) صورت گرفت بسته آماری "FD" سنجه‌های مختلف تنوع کارکردی را با استفاده از سنجه فاصله‌ای گاوور محاسبه می‌کند (Lalibert et al., 2014).

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

اهمیت اکولوژیک Ecological importance	ویژگی مورد بررسی The characteristic of the studied c	
قدرت رقابت، تولید زیستوده اکوسیستم Power of competition, Biomass production of ecosystem	سطح ویژه برگ SLA (mm <sup>2</sup> /mgr)	ویژگی‌های کمی Quantitative traits
میزان تولید زیستوده اکوسیستم Biomass production of ecosystem	وزن خشک برگ LDW (mgr)	
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). تحقیق‌ها 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 تحقیق‌ها تاثیرهای مثبت تغییرهای کاربری زمین‌های هدفمند 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 کاربردی 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 کارکردی اکوسیستم‌ها را تغییر داده است (Xia *et al.*, 2016). از سویی دیگر، یکی از مهمترین مشکل‌های در قرن اخیر تغییر کاربری زمین‌ها و

این تحقیق نشان داد که سنجه‌های تنوع کارکردی بصورت معنی‌داری ( $P\text{-value} < 0.05$ ) 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 ( $F\text{-value} = 9.246$ ;  $P\text{-value} = 0.000$ ) و سنجه کارکردی راثو ( $F\text{-value} = 2.639$ ;  $P\text{-value} = 0.050$ ) بصورت معنی‌داری ( $P\text{-value} < 0.05$ ) تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار داشتند، در حالی که بین مقادیر سنجه‌های تنوع کارکردی یکنواختی کارکردی ( $F\text{-value} = 0.709$ ;  $P\text{-value} = 0.709$ ) و پراکندگی کارکردی ( $F\text{-value} = 0.20$ ;  $P\text{-value} = 0.63$ ) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مقادیر سنجه واگرایی کارکردی تا حدودی تحت تاثیر تیمار مورد مطالعه قرار داشت ( $F\text{-value} = 2.475$ ;  $P\text{-value} = 0.063$ ). نتایج مربوط به آنالیز تجزیه واریانس سنجه تنوع کارکردی در

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 کارکردی در کاربری‌های 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.

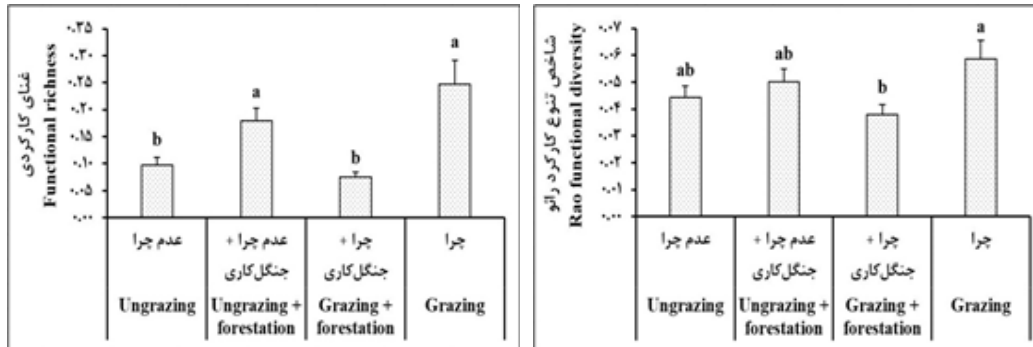
### بررسی سنجه‌های تنوع کارکردی مبتنی بر چند ویژگی

مشابه با دیگر تحقیق‌های انجام گرفته در زمینه تأثیر تغییر کاربری زمین‌ها بر تنوع زیستی (Katovai *et al.*, 2012) نتایج

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

P-value	F-value	سنجه تنوع کارکردی Functional diversity index	دسته‌بندی Category
0.000	9.246	غنای کارکردی Functional richness	سنجه‌های مبتنی بر چند ویژگی Multi traits-based indices
0.709	0.462	یکنواختی کارکردی Functional evenness	
0.063	2.475	واگرایی کارکردی Functional divergence	
0.20	1.558	پراکندگی کارکردی 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	

جدول ۳ نشان داده شده است. مقایسه میانگین غنای کارکردی در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار غنای کارکردی مربوط به منطقه تحت چراى دام (۰/۲۵) و منطقه عدم چرا - جنگل کاری (۰/۱۸) بوده و این دو گروه با منطقه‌های عدم چرا (۰/۱۰) و چرا - جنگل کاری (۰/۰۷) اختلاف معنی‌داری ( $P$ -value)



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 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)

که برای بیشتر شدن تنوع، وجود آشفتنگی محیطی لازم است (Erfanzadeh et al., 2015; Heydari et al., 2017). زیرا در صورت نبود وجود آشفتنگی، 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 کارکردی در اکوسیستم، همیشه فعالیت‌های اصلاحی مناسب نیست. زیرا نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تنوع کارکردی در منطقه‌های تحت چراى 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 چراى دام

اختلاف معنی‌داری ( $P$ -value > 0.05) وجود ندارد (شکل ۱). 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 آن‌ها در منطقه چراى 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 کارکردی در منطقه‌های تحت چراى دام و درخت کاری شده وجود دارد. وجود اختلاف در مقادیر تنوع کارکردی 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 کارکردی و سنجه تنوع کارکردی رائو مربوطه به کاربری چرا - جنگل کاری بود (شکل ۱). تاکنون بسیاری از تحقیق‌های به اثبات رسانده‌اند

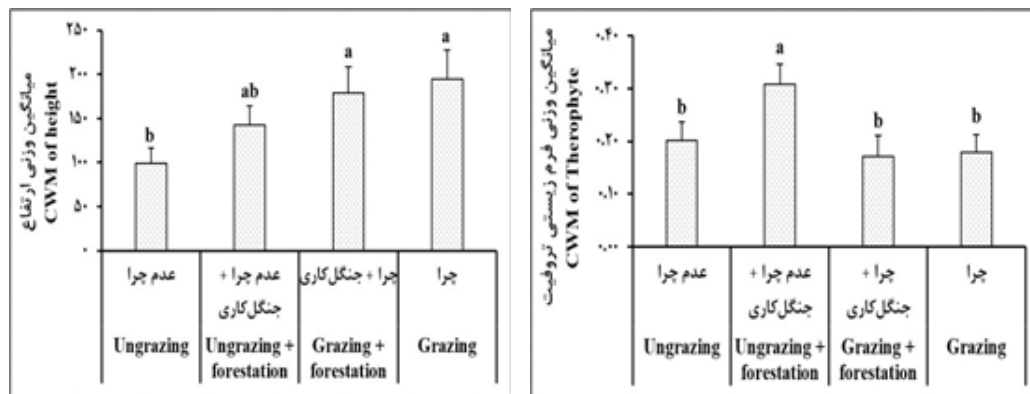
مطالعه قرار داشت، در حالی که بین مقادیر میانگین وزنی سنجه سطح ویژه برگ ( $F\text{-value} = 0/54$ ;  $P\text{-value} = 0/72$ ) و میانگین وزنی سطح برگ ( $F\text{-value} = 0/07$ ;  $P\text{-value} = 2/36$ ) اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

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

و جنگل کاری مشاهده شد. با توجه شدت کم تا متوسط چرای دام در این منطقه، می توان نتیجه گرفت استفاده از چرای دام در شدت های کم تا متوسط می تواند بعنوان ابزار مدیریتی قوی در راستای بهبود تنوع کارکردی و افزایش کارکردی و خدمات اکوسیستمی وابسته به تنوع زیستی شود. در این راستا، Erfanzadeh *et al.* (2015) برای حفظ و افزایش تنوع گونه ای، بر وجود شدت چرای کم تا متوسط تاکید کرده اند.

### بررسی سنجه های تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی های کمی

نتایج تجزیه واریانس سنجه تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی های کمی (جدول ۳) نشان داد که تنها میانگین وزنی ارتفاع ( $F\text{-value} = 0/04$ ;  $P\text{-value} = 2/83$ ) بصورت معنی داری ( $P\text{-value} < 0/05$ ) تحت تاثیر تیمارهای مورد



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

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

مورد بررسی بود. دلیل این نتیجه را می توان به وجود درخت و درختچه های موجود در منطقه چرای دام نسبت داد. در این منطقه درختان و درختچه های از قبیل *Acer monspes-sulanum*, *Juniperus excelsa*, *Lonicera bracteolaris*, *Ephedra* و *Paliurus spina-christi*, *Cerasus microcarpa intermedia* موجب افزایش میانگین وزنی ارتفاع گیاهان این منطقه به نسبت دیگر منطقه ها 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 می باشد. در این راستا،

(۰/۳۱) بود (شکل ۲).

سنجه میانگین وزنی جامعه به عنوان سنجه مبتنی بر یک ویژگی بوده که اهمیت بالایی در جهت مقایسه میانگین ارزش ویژگی ها در جامعه دارد و در محاسبه این سنجه از فراوانی نسبی و ارزش ویژگی افراد استفاده می گردد (Pla *et al.*, 2011). از میان سنجه های تنوع کارکردی، سنجه های مبتنی بر یک ویژگی به دلیل مستقل بودن ویژگی های کارکردی از یکدیگر، دارای بیشترین ارتباط با کارکردهای اکوسیستم هستند (Butterfield *et al.*, 2013). مقایسه میانگین وزنی ویژگی های گیاهی نشان داد که منطقه های تحت چرای دام دارای میانگین وزنی ارتفاع بیشتری نسبت به دیگر منطقه های



که فرم زیستی تروفیت در کاربری عدم چرا - جنگل کاری بصورت معنی داری بیشتر از دیگر کاربری های مورد مطالعه بود. تحقیق های 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) می شود (Azimi Motem *et al.*, 2011).

### نتیجه گیری

استفاده از رویکرد کارکردی محور، بجای رویکرد فراوانی محور در اندازه گیری سنجه های تنوع یک جامعه می تواند درک بیشتری را نسبت به فرآیندهای اکولوژیک و عامل های موثر بر آن فراهم نماید. از سویی دیگر، وجود سنجه های مختلف تنوع کارکردی (شامل مبتنی بر یک ویژگی و مبتنی بر چند ویژگی) و مؤلفه های مختلف آن (غنا، یکنواختی، واگرایی و پراکندگی) می تواند بعنوان کلیدی ارزشمند در راستای درک جنبه های مختلف تنوع زیستی باشد.

تحقیق حاضر یکی از اولین تحقیق های انجام گرفته در زمینه بررسی و مقایسه سنجه های تنوع کارکردی در کاربری های مختلف می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که سنجه های تنوع کارکردی بصورت معنی داری در کاربری های مختلف تفاوت دارند. همچنین وجود چرای دام بویژه در شدت کم تا متوسط می تواند ابزاری مهم در راستای حفظ و نگهداری تنوع مورد استفاده قرار بگیرد.

### پی نوشت ها

- <sup>1</sup> Functional Diversity
- <sup>2</sup> Xeric
- <sup>3</sup> Mesic

(Lavorel *et al.*, 2008) بیان داشتند که سنجه میانگین وزنی جامعه به میزان یا مقدار (ارزش) آن ویژگی در گونه های غالب بستگی دارد، زیرا این سنجه از مجموع حاصل ضرب های ارزش ویژگی هر گونه در فراوانی همان گونه در هر واحد نمونه به دست می آید. بنابراین گونه های غالب (فراوانی بیشتر و ارزش ویژگی بیشتر) تاثیر بیشتری در این سنجه دارند و به نوعی می توان گفت این سنجه نشان دهنده گونه های غالب است (Grime, 2006).

### بررسی سنجه های تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی های کیفی

نتایج مقایسه میانگین سنجه تنوع کارکردی مبتنی بر یک ویژگی برای ویژگی کیفی نشان داد که بین مقادیر میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت ( $F\text{-value} = 0.24$ ;  $P\text{-value} = 3/21$ )، بین تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود دارد. در حالی که بین مقادیر سنجه های تنوع کارکردی میانگین وزنی جامعه در دیگر فرم های زیستی مورد مطالعه (کامفیت، کریپتوفیت، همی کریپتوفیت و فانروفیت) اختلاف معنی داری وجود نداشت. نتایج نشان داد میانگین وزنی فرم زیستی تروفیت در منطقه عدم چرا - جنگل کاری بیشتر از دیگر منطقه ها بود در حالی که بین فرم های رویشی بین منطقه ها اختلافی وجود نداشت. تحقیق ها 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 می رود (Mobayen, 1981)، که می تواند منجر به بیان کارکردها و خدمات متفاوتی در هر اکوسیستم بشود. هم چنین شکل زیستی گیاهان صرف نظر از این که ویژگی تاکسونومیک آن ها را نشان می دهد، بیانگر سازش گیاهان با شرایط محیط زیستی نیز هستند (Pairanj *et al.*, 2011). نتایج نشان داد

### 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. *Biodiversity and Conservation*. 19, 2873-2893.

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

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. *Ecological Letter*. 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. USA.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M. and Naeem, S., 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.
- Esler, K. and Rebelo, A., 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. Understorey 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, M. and Hector, A., 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. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 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 Ecology and Evolution*. 28, 167–177.
- Naeem, S., Duffy, J.E. and 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. *Ecology and Society*. 11(2), 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., Tamain, 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. USA.
- 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.





Environmental Sciences Vol.17/ No.4 /winter 2020

61-74

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

**Nadaf, 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

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

also functional traits was an effective mean in the study of the effects of different factors on biodiversity and the function of different ecosystems.

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