فصلنامه علوم محیطی، دوره بیستم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

۱۵۰-۱۲۹
مقاله پژوهشی

تعیین سهم تنوع گونه های گیاهی زیرآشکوب در جنگل کاری با گونه های پهن برگ و سوزنی برگ (پژوهش موردی: جنگل کُلِت مازندران)

خدیجه اصغری آغوزگله*، حمید جلیلوند و حامد اسدی

گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۳۰

اصغری آغوزگله، خ.، ح. جلیلوند و ح. اسدی. ۱۴۰۱. تعیین سهم تنوع گونه‌های گیاهی زیرآشکوب در جنگل‌کاری با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (پژوهش موردی: جنگل کُلِت مازندران). فصلنامه علوم محیطی. ۲۰(۱): ۱۲۹-۱۵۰.

سابقه و هدف: تنوع، گونه‌ای ترکیبی از دو مؤلفه به‌هم پیوسته غنای گونه‌ای و یکنواختی است. مؤلفه اول غنای گونه‌ای است که مربوط به تعداد گونه‌های حاضر در واحد نمونه‌برداری است؛ و دومین مؤلفه یکنواختی است که به نحوه توزیع افراد گونه‌ها در محیط اطلاق می‌شود، یکی از مشکل‌های مهم این سنجه‌ها، جدا نکردن سهم این دو مؤلفه در مقدار سنجه عددی است. روش مؤثری که برای این منظور ابداع شده است، تجزیه و تحلیل SHE نام دارد. پژوهش پیش‌رو نیز با هدف بررسی ترکیب و تنوع گونه‌ای و تعیین سهم هر یک از مؤلفه‌های تنوع در چهار توده طبیعی، جنگل‌کاری افراپلت، توسکا ییلاقی و زربین در جنگل کُلِت انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش با استفاده از ۴۰ پلات مربعی شکل با مساحت ۴۰۰ مترمربع که به‌صورت انتخابی در منطقه مورد مطالعه پیاده شد، ابتدا فهرست کلیه گونه‌های علفی به تفکیک فرم رویشی و وفور (درصد تاج پوشش) گونه‌های گیاهی براساس معیار فراوانی - غلبه وان‌درمال ثبت شد، سپس به شمارش گونه‌های چوبی در هر قطعه‌نمونه پرداخته شد. آنگاه داده‌های پوشش علفی و چوبی در نرم‌افزار اکسل سازماندهی شدند و در نرم‌افزار PAST تجزیه‌های غنا (تعداد گونه، غنای مارگالف و غنای منهنیک)، یکنواختی (شانون - وینر)، تنوع (سیمپسون و شانون - وینر) انجام شد. نرمال بودن داده‌ها نیز با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون در نرم‌افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت و برای تعیین سهم هریک از مؤلفه‌های غنا و یکنواختی نیز از روش SHE استفاده شد.

نتایج و بحث: نتایج مقایسه میانگین سنجه‌های مختلف تنوع مربوط به گونه‌های علفی نشان داد که چهار توده طبیعی، افراپلت، توسکا ییلاقی و زربین از نظر میزان غنا (مارگالف و منهنیک) باهم اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0/01$). نتایج طبقه‌بندی گیاهان از نظر شکل زیستی به روش رانکایر نیز نشان داد همی‌کریپتوفیت‌ها دارای بیشترین فراوانی هستند، همچنین تجزیه مؤلفه‌های غنا و یکنواختی در مقیاس لگاریتم طبیعی (تجزیه SHE) برای گونه‌های چوبی در منطقه کُلِت نشان داد که میزان یکنواختی روند ثابت بین چهار توده دارد و سنجه غنا در توده زربین و توده طبیعی دارای نوسان بوده و روند افزایشی دارد. در توده توسکا ییلاقی سنجه یکنواختی و غنا در تعیین تنوع گونه‌های علفی و چوبی در این منطقه سهم یکسان داشته و در توده زربین سنجه غنا بیشترین میزان را داشت. همان‌گونه که در منحنی

* Corresponding Author: *Email Address*. kh.asghari@stu.sanru.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.2021.1048
http://dorl.net/dor/20.1001.1.17351324.1401.20.1.8.7

مربوط به تجزیه SHE می‌توان مشاهده کرد، منحنی غنا (LnS) و یکنواختی (Ln E) همزمان باهم تغییر نمی‌کنند و تغییر منحنی غنا بیشتر از یکنواختی است. این امر بیانگر سهم بیشتر غنا نسبت به یکنواختی در تعیین تنوع داده‌های مربوط به گونه علفی و چوبی در منطقه مورد مطالعه است، در واقع این مسئله نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه‌ها تنها گونه‌های نادر و غیرمتداول هستند که به اسامی گونه‌های علفی و چوبی اضافه می‌شوند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان تنوع گونه علفی با توجه به آمیختگی گونه‌ها در توده طبیعی بیشترین مقدار را در این منطقه دارد، از طرفی میزان تنوع و غنا گونه‌های چوبی نیز در توده طبیعی و جنگل‌کاری پهن‌برگ بیشتر از توده سوزنی‌برگ است. بنابراین جنگل‌کاری با گونه‌های پهن‌برگ اثر مثبتی روی تنوع گونه‌های گیاهی منطقه دارد. همچنین مؤلفه مؤثر بر سنجه عددی تنوع در چهار توده مؤلفه غنا (Ln S) است، به این معنی که تغییرات و نوسان‌های شدیدی در گونه‌های گیاهی و ترکیب آن‌ها مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: افراپلت، تنوع گونه‌ای، تجزیه ساختار جامعه (SHE)، غنای گونه‌ای، نکا - ظالمرود.

مقدمه

تنوع گیاهی به‌طور وسیع در پژوهش‌های پوشش گیاهی و ارزیابی محیط زیستی به‌عنوان یکی از سنجه‌های مهم و سریع در تعیین وضعیت بوم‌سازگان مورد استفاده قرار می‌گیرد و حفظ تنوع گیاهی یکی از هدف‌های مدیریت بوم‌نظام‌ها است (Yuguang *et al.*, 2001). از دست دادن تنوع گیاهی ناشی از عملکرد انسان یکی از مهمترین نگرانی‌های بوم‌شناسان است؛ چراکه انتظار می‌رود با از بین رفتن برخی از گونه‌های دارای صفات منحصر به‌فرد، عملکردهای بوم‌سازگان به‌طرز چشمگیری تغییرکند (Bricca *et al.*, 2020). در واقع تنوع یک مسئله اساسی در حفاظت از محیط زیست بوده و هدف اصلی آن نیز نگهداری بیشترین مقدار ممکن از گونه‌های بومی در یک ناحیه است و این تنها از طریق شناخت تنوع و راه‌های اندازه‌گیری آن حاصل می‌شود (Ejtehadi *et al.*, 2009)، بنابراین حفاظت از تنوع زیستی، به‌عنوان یکی از مهمترین هدف‌ها در مدیریت بوم‌سازگان جنگل نقشِ کلیدی در ارزیابی محیط طبیعی دارد (Yuguang *et al.*, 2001). از این‌رو استفاده از سنجه‌های زیستی که ترکیب، تنوع گونه‌ها و سیستم بوم‌شناختی منطقه را نشان می‌دهد برای مطالعه بوم‌سازگان‌های زیستی ضروری است (Stirling and Wilsey, 2001). از طرفی بشر برای ادامه زندگی، اقتصاد و پایداری بوم‌سازگان‌ها نیاز ضروری به حفاظت از تنوع زیستی دارد، به‌همین دلیل آگاهی از تنوع زیستی، غنای گونه‌ای و نقش آن‌ها در تهیه یک چشم‌انداز و نیز طرح‌های لازم برای حفظ ذخیره‌گاه‌های طبیعی، برای طراحان و بوم‌شناسان بسیار ضروری است (RouhiMoghaddam *et al.*, 2011). تنوع گونه‌ای دارای دو مؤلفه کاملاً متمایز است؛ مؤلفه اول مربوط به تعداد گونه‌های حاضر در واحد نمونه‌برداری است که به آن غنای گونه‌ای اطلاق می‌شود؛ و دومین مؤلفه، یکنواختی است که به نحوه توزیع افراد گونه‌ها در محیط اطلاق می‌شود (Cosovic *et al.*, 2020). در این میان یکی از مشکل‌های سنجه‌های عددی تنوع جدا نکردن سهم غنای گونه‌ای و یکنواختی است. این مشکل گویای آن است که نمی‌توان دریافت سهم این دو مؤلفه در مقدار سنجه تنوع برآورد شده، چقدر است. محققانی دیگر روشی ساده اما مؤثر برای تجزیه سنجه تنوع به مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده آن ابداع کردند که تجزیه ساختار جامعه[1] (SHE) نام دارد (Buzas and Hayek, 1998) و به تجزیه سنجه تنوع گونه‌ای شانون - وینر (H) به دو مؤلفه غنا و یکنواختی می‌پردازد (Ejtehadi *et al.*, 2009)؛ این تجزیه امکان تشخیص تغییرات زمانی و مکانی گونه‌های گیاهی را میسر می‌سازد (Horton and Murray, 2006). Buzas and Hayek (1998) بیان می‌دارند که درک روشن رابطه غنای گونه‌ای (S)، تنوع (H) و یکنواختی (E) برای فهم سنجه تنوع گیاهی بسیار مهم است؛ به‌طوریکه ممکن است غنای

گونه‌ای باوجود ثابت بودن مقدار تنوع در یک جامعه، افزایش پیدا کند و یا ممکن است مقدار سنجه تنوع افزایش پیدا کند، اما یکنواختی جامعه ثابت بماند. تجزیه SHE برای آزمون انطباق داده‌ها با مدل‌های لوگ نرمال، لوگ سری و عصای شکسته مک‌آرتور و همچنین در تعیین اکوتون نیز مفید است (Small and Mccarthy, 2002). مطالعات زیادی در زمینه تنوع گیاهی در داخل کشور انجام شده است؛ اما در ارتباط با بررسی عامل‌های مؤثر بر سنجه عددی تنوع گیاهی مطالعات کمی صورت گرفته است. Baghani *et al.* (2009) در پژوهشی با عنوان تعیین سهم مؤلفه‌های تنوع گونه‌ای در مرتع‌های کوهستانی حوزه زیارت گرگان با استفاده از تجزیه SHE دریافتند که سهم یکنواختی در تعیین تنوع در سطوح گونه و تیره بیشتر از غنا است. همچنین Salarian *et al.* (2015) در پژوهشی در منطقه جواهرده رامسر با استفاده از تجزیه SHE دریافتند که سنجه تنوع و غنا در منطقه حفاظت‌شده و سنجه یکنواختی در منطقه حفاظت‌نشده بیشترین مقدار را دارا بود؛ به‌طوریکه تجزیه SHE مشخص کرد که با گذر زمان، منطقه حفاظت‌شده به سمت یکنواختی بیشتر و منطقه حفاظت‌نشده به سمت کاهش یکنواختی پیش خواهد رفت. Wilson *et al.* (2008) در بررسی تنوع گونه‌های زمین‌های ماندابی کارولینا و Wilson *et al.* (2012) در مطالعه تنوع صخره‌های مرجانی منطقه‌های ساحلی نیز با همین روش مطالعات خود را انجام دادند. بنابراین مطالعه و پایش تنوع زیستی در هر منطقه به‌منظور مدیریت مناسب آن منطقه ضروری است و با نظر به این‌که ارزیابی عرصه‌های جنگل‌کاری‌شده نقش مهمی در اتخاذ تصمیم‌های آتی و ایجاد جنگل‌هایی با کیفیت و کمیت بهتر در آینده خواهد داشت و با توجه به اهمیت حفاظت عرصه‌های جنگلی به‌منظور حفظ پایداری بوم‌سازگان جنگل، تحقیق حاضر نیز با چنین نگرشی به‌منظور مطالعه تنوع گیاهی و تعیین سهم غنا و یکنواختی سنجه تنوع گونه‌ای در سه توده جنگل‌کاری‌شده افراپلت (*Acer velutinum* Boiss)، توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.M) و زربین (*Cupressus sempervirens.* var *horizontalis*) و توده طبیعی (شاهد) در جنگل کُلِت در بخش سه طرح جنگلداری نکا - ظالم‌رود واقع در استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

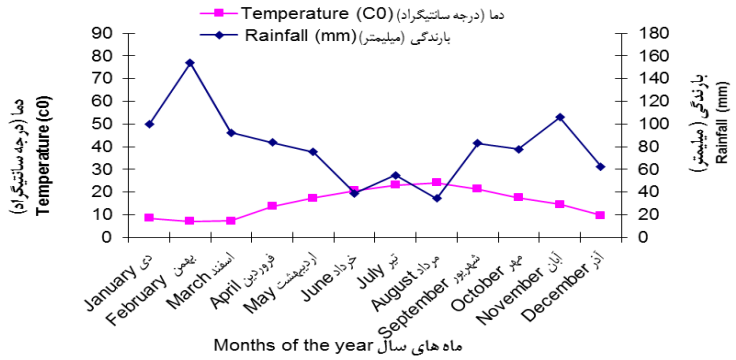
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در بخش سه طرح جنگلداری نکا - ظالم‌رود بود که در حوضه آبخیز ۷۷ و در جنوب شهرهای نکا و بهشهر در استان مازندران، واقع شده است (شکل ۱). بخش سه طرح جنگلداری نکا - ظالم‌رود با وسعت حدود ۱۵۴۰۰ هکتار در حد فاصل ′۳۰ °۳۶ تا ′۴۰ °۳۶ عرض شمالی و ′۲۶ °۵۳ تا ′۱۵ °۵۳ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). مساحت کل بخش، حدود ۱۳۵۶۵ هکتار می‌باشد که حدود ۱۸۱۷ هکتار آن را زمین‌های مزروعی و روستاهای منطقه تشکیل می‌دهد و از مجموع ۱۱۶۹۴ هکتار جنگل این بخش ۸۹۶/۱۹ هکتار آن جنگل‌کاری‌شده می‌باشد و حدود ۲۴۲۴ هکتار شامل چهار بلوک در ناحیه دانگ اول و ۲۴۷۶ هکتار جنگل ناحیه دانگ دوم، حدود ۱۱۹۳ هکتار در جبهه شمالی (سری۱) و حدود ۱۲۸۳ هکتار بقیه در جبهه جنوبی (سری ۲) قرار دارند. کمینه ارتفاع منطقه کُلِت در حدود ۹۰ متر و بیشینه آن ۸۲۰ متر از سطح دریا و ارتفاع متوسط منطقه ۴۵۵ متر است (Anonymous, 2017). حداکثر دمای مطلق در تیرماه ۳۵ درجه سانتیگراد و حداقل دمای مطلق ۸- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. چینه-شناسی سنگی این منطقه سنوزوئیک و همانند نقاط دیگر ایران ارائه فرایند کوهزایی آلپی می‌باشد و به‌دلیل عملکرد فاز کوهزایی لارمیدا فقط نهشته‌های میوسن و پلیوسن را در منطقه داریم. این منطقه از ارتفاعات کوتاه تا بلند با شیب توپوگرافی اغلب ملایم و عمق خاک ۱۱۰-۱۲۰ سانتی‌متر تشکیل شده است. در منطقه سه تیپ خاک

شامل: راندزین تا راندزین شسته شده، قهوه‌ای شسته شده پسدوگلی و قهوه‌ای شسته شده با افق کلسیک وجود دارد و بافت خاک نیز رسی تا رسی - لومی بوده و تیپ جنگل ممرز - راش است. گونه درختی غالب منطقه (*Carpinus betulus* L) به‌همراه (*Fagus orientalis* Lipsky) است. مهمترین گونه‌های پوشش علفی منطقه شامل: (*Euphorbia helioscopia* L)، *Plantago major* L، *Oxalis acetosella* L، *Veronica persica* Poir. و *Prunlla vulgaris* L) می‌باشد. ۸۵ درصد عناصر گیاهی منطقه به کروتیپ پروانس هیرکانی و ده درصد به هیرکانی- مدیترانه‌ای تعلق دارند (Anonymous, 2017). نهال‌کاری در فاصله ۲×۲ متر انجام شده و سال کاشت نهال‌ها مربوط به سال ۱۳۷۲ بوده و مساحت هر کدام از جنگل‌کاری‌های افراپلت (*Acer velutinum* Boiss)، توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.M) و زربین (*Cupressus sempervirens.* var horizontalis) به ترتیب ۱۱، ۷و ۱۵هکتار می‌باشد. عملیات پرورشی در پنج سال اول شامل: وجین کردن و دو تا چهار سال برنامه آزاد کردن و طبق هر ده سال یک مرحله تنک کردن؛ انجام پذیرفت (Latifi *et al.*, 2005). میانگین متوسط بارندگی در جنگل کُلِت طبق گزارش ایستگاه هواشناسی قراخیل قائم‌شهر، ۹۶۰ میلی‌متر برآورد شده و با توجه به اقلیم- نمای آمبرژه این منطقه در اقلیم مرطوب با زمستان خنک قرار دارد (شکل ۲).

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی عرصه مورد مطالعه (طرح جنگل‌داری نکا - ظالم‌رود)

Fig. 1- Geographical location of the study area (Neka- Zalemrood forestry plan)



شکل ۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی قراخیل - قائم‌شهر براساس داده‌های اقلیمی ۳۰ ساله (۱۳۶۶-۱۳۹۶) (Anonymous, 2017)

Fig. 2- Ambrothermic curve of Gharakhil-Ghaemshahr meteorological station based on 30-year climatic data (1987-2017) (Anonymous, 2017)

روش مطالعه

نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها در سه توده جنگل‌کاری‌شده افراپلت (*Acer velutinum* Boiss)، توسکا ییلاقی (*Alnus subcordata* C.A.M)، زربین (*Cupressus sempervirens.* var horizontalis) و توده طبیعی (شاهد) انجام شد. در هر یک از توده‌ها با روش سیستماتیک - انتخابی ده قطعه نمونه مربعی شکل با ابعاد ۲۰×۲۰ متر (مساحت ۴۰۰ مترمربع) پیاده شد (Li and Luo, 2012; Zakeri Pashakolaei *et al.*, 2014)، که در مجموع در منطقه مورد مطالعه با ابعاد شبکه آماربرداری (۱۰۰×۱۰۰) ۴۰ قطعه نمونه برداشت شد. در هر قطعه ابتدا فهرست کلیه گونه‌های علفی به تفکیک فرم رویشی و سپس وفور (درصد تاج پوشش) گونه‌های گیاهی براساس معیار فراوانی - غلبه وان‌درمال ثبت شد (Esmailzadeh and Nourmohammadi, 2017). همچنین دربخش گونه‌های چوبی نیز اطلاعات و داده‌ها با استفاده از شمارش تعداد گونه‌های چوبی در هر قطعه جمع‌آوری و ثبت شدند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای شناسایی و معرفی فلور منطقه، جمع‌آوری گونه‌های گیاهی از شهریور ماه تا پایان آبان ماه ۱۳۹۸ در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته است. شناسایی و معرفی فلور منطقه با استفاده از منابع فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-1998)، فلور ایران (Asadi *et al.*, 1992-2002)، فلور رنگی ایران (Ghahraman, 1996-2000) و فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (Mozaffariyan, 1996) به‌طور دقیق شناسایی شدند. سپس داده‌های پوشش علفی و چوبی در نرم‌افزار اکسل سازماندهی و ذخیره شده، آنگاه در نرم‌افزار[۲] PAST تجزیه‌های غنا (تعداد گونه، غنای مارگالف و غنای منهنیک)، یکنواختی (شانون - وینر)، تنوع (سیمپسون و شانون - وینر) و برای تعیین سهم هریک از مؤلفه‌ها نیز از روش SHE استفاده شد (Nelson and Sommers, 1982; Hammer, 2001) (جدول ۱). نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون در نرم‌افزار[۳] SAS مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از رویه[۴] GLM تجزیه واریانس و سپس پساواریانی و مقایسه‌های گروهی چند دامنه‌ای میانگین‌ها به روش[۵] SNK در سطح احتمال (پنج درصد) انجام شد.

جدول ۱- سنجه‌های غنا، یکنواختی و تنوع گونه‌ای

Table 1. Indices of richness, uniformity and diversity of species

سنجه Index	معادله Equation	منبع Source
سنجه غنای گونه‌ای (S) Species richness index (S)	R=S	(Magurran, 1988)
سنجه غنای مارگالف Margalefs index	$R = \left(\frac{S-1}{LnN}\right)$	(Margalef, 1958)
سنجه غنای منهنیک Menhinicks index	$R = \frac{S}{\sqrt{N}}$	(Menhenic, 1964)
سنجه تنوع سیمپسون Simpson diversity index	$\lambda = 1 - \sum_i p_i^2$	(Hill, 1973)
سنجه تنوع شانون - وینر Shannon-Wiener diversity index	$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$	(Peet, 1974)
سنجه یکنواختی شانون - وینر Shannon-Wiener uniformity index	$E = \frac{H}{LnS}$	(Magurran, 1988)

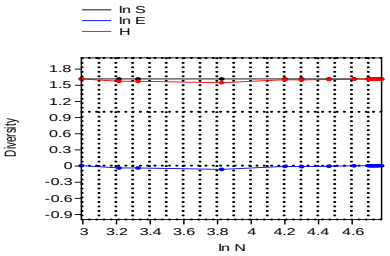
R، سنجه غنای گونه‌ای؛ S، تعداد کل گونه‌ها؛ LnN، لگاریتم طبیعی؛ N، تعداد کل؛ λ، سنجه تنوع سیمپسون؛ p_i، نسبت درصد تاج‌پوشش گونه iام به مجموعه درصد تاج پوشش گونه‌ها

R, species richness index; S, total number of species; LnN, natural logarithm; N, total number; λ, Simpson diversity index; pi, the ratio of the percentage of canopy cover of the i species to the percentage of canopy cover of the species

نتایج و بحث

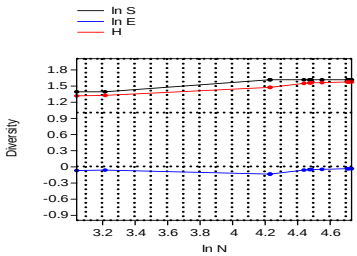
نتایج مقایسه میانگین سنجه‌های مختلف تنوع مربوط به گونه‌های علفی نشان داد که چهار توده مورد مطالعه (طبیعی، افراپلت، توسکا ییلاقی و زربین) از نظر میزان غنا (مارگالف و منهنیک) باهم اختلاف معنی‌دار دارند (P<0/01) و در توده طبیعی بیشترین مقدار را داشتند، ولی سنجه‌های تنوع (سیمپسون و شانون - وینر) و سنجه یکنواختی در بین چهار توده اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها بین توده‌های مورد مطالعه در بخش گونه‌های چوبی نشان داد که میزان سنجه‌های غنا و تنوع گونه‌ای بین توده طبیعی، افراپلت و توسکا ییلاقی اختلافی نداشته ولی با توده زربین دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد (P<0/05). سنجه یکنواختی شانون نیز در سه توده طبیعی، توسکا ییلاقی و افراپلت اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به‌طور کلی در سه توده دست کاشت و توده شاهد (جنگل طبیعی) ۳۲ گونه علفی که متعلق به ۲۷ تیره گیاهی است؛ شناسایی شد (Rechinger, 1963-1998; Asadi *et al.*, 1992-2002; Ghahraman, 1996-2000; Mozaffariyan, 1996) که از این تعداد گونه‌های (*Cirsium sp.* Miller, *Nasturtium officinale* R.Br, *Primula heterochroma* ,*Sambucus ebulus* ,*Sanicula europaea* L Stapf *Euphorbia helioscopia* L,*Geranium robertianum* L. وL *Oplismenu undulatifolius* Ardab.P. Beauv) تنها متعلق به توده طبیعی بودند. همچنین گونه‌های (*Chelidoniut majus* L, *Pteridium aquilinum* L. Kuhn) فقط در توده توسکا ییلاقی دیده شده‌اند و گونه‌هایی از قبیل: (*Nonnea persica* Boiss, *Mentha Pteris cretica* L) *Plageomniom Prunlla vulgaris* L, *pulegium* L, *Trifolium Froriepia subpinnata* Balli, *cupidatum*, *Oxalis acetosella* و *Polypodium vulgare* L, *repens* L, L) نیز متعلق به توده زربین بودند. گونه‌های (*Rubus*, *Poa* ,*Urtica dioica* L, *Carex digitate* L *hyrcanus* Juz *Viola odorata* L, *bulbosa L* ,*Ruscus hyrcanus* Juz , *Veronica persica* Poir, *Cyclamen coum* Mill, و *Fragaria Vesca L*) به‌صورت مشترک در بین چهار توده مشاهده شدند و گونه‌های علفی دیگر نیز به‌ترتیبی که در جدول (۴) آمد در توده‌های مورد مطالعه شناسایی شدند. نتایج طبقه‌بندی گیاهان علفی از نظر شکل زیستی به‌روش رانکایر در منطقه نشان داد که همی‌کریپتوفیت‌ها (He) با ۱۵ گونه دارای بیشترین فراوانی در سطح چهار توده مورد مطالعه و کریپتوفیت‌ها (Cr) با هشت گونه، تروفیت‌ها (Thr) با شش گونه و فانروفیت‌ها (pha) با سه گونه در مرتبه‌های بعدی فراوانی گونه در سطح توده‌ها قرار دارند (جدول ۴). پراکنش جغرافیایی گیاهان علفی منطقه نشان‌دهنده آن است که فقط نه گونه به ناحیه اروپا - سیبری و چهار گونه به ناحیه اروپا - سیبری و ایران - تورانی تعلق دارد؛ و سایر گونه‌ها افزون بر این ناحیه در سایر نواحی رویشی به شرح زیر تعلق دارند: چهار گونه متعلق به ناحیه ایران - تورانی، شش گونه متعلق به چند ناحیه‌ای، چهار گونه متعلق به ناحیه اروپا - سیبری، مدیترانه‌ای و ایران - تورانی به‌صورت مشترک می‌باشند؛ یک گونه متعلق به ناحیه هیرکانی، یک گونه متعلق به ناحیه اروپا - سیبری و مدیترانه‌ای به‌صورت مشترک و همچنین سه گونه نیز جهانی هستند (جدول ۴). در بخش تنوع گونه‌های چوبی به‌طور کلی در چهار توده ۱۹ گونه چوبی مشاهده شد که از این تعداد تنها دو گونه (*Morus alba* var. *nigra* و *Prunus luraseracus*) تنها در توده طبیعی دیده شدند؛ و پنج گونه (*Fraxinus excelsior*, *Prunus Robinia pseudoacaia*, *Albizia julibrissin*, *divaricate* ledeb, و *Alnus* subcordata C.A.Mey) تنها به توده توسکا ییلاقی تعلق داشتند و گونه (*Tilia begonifolia* Stev) در توده افراپلت دیده شد. سایر گونه‌ها نیز به ترتیبی که در جدول (۵) آمده شناسایی شدند. نتایج تجزیه SHE نشان داد در توده توسکا ییلاقی سنجه یکنواختی و غنا در تعیین تنوع گونه‌های علفی و زادآوری چوبی در این منطقه سهم یکسان داشته و در توده زربین سنجه غنا بیشترین میزان را دارد. همچنین منحنی توزیع مقادیر تنوع شامل:

غنای گونه‌ای و یکنواختی در تعیین مقدار سنجه تنوع به‌منظور برآورد سهم هر یک در هر توده برای گونه‌های علفی کف جنگل در چهار توده مورد مطالعه آورده شده است. برای گونه‌های علفی نتایج تجزیه مؤلفه‌های غنا و یکنواختی در مقیاس لگاریتم طبیعی در منطقه کُلِت نشان داد میزان یکنواختی در توده طبیعی و توسکا روند ثابت و در افرا و زربین دارای نوسان بود (شکل ۳، ۴، ۵ و ۶). همچنین منحنی توزیع مقادیر تنوع شامل: غنای گونه‌ای و یکنواختی در تعیین مقدار سنجه تنوع به‌منظور برآورد سهم هر یک در چهار توده برای گونه‌های چوبی در جنگل کُلِت نیز در شکل‌های (۷، ۸، ۹ و ۱۰) آورده شد. تجزیه مؤلفه‌های غنا و یکنواختی در مقیاس لگاریتم طبیعی برای گونه‌های زادآوری چوبی در منطقه کُلِت نشان داد که میزان یکنواختی روند ثابت بین چهار توده دارد و سنجه غنا در توده زربین و توده طبیعی دارای نوسان بوده و روند افزایشی دارد.



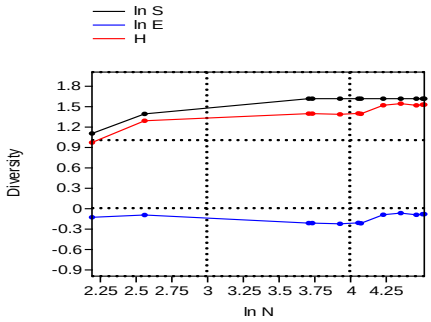
شکل ۳- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای گونه‌های علفی در توده طبیعی

Fig. 3- Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) at the natural logarithm scale for herbaceous species in the natural mass



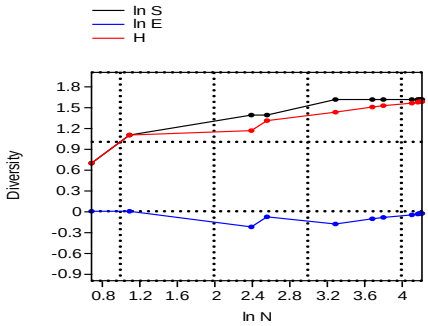
شکل ۴- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای گونه‌های علفی در توده توسکا

Fig. 4- Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on the natural logarithm scale for herbaceous species *in Alnus subcordata* mass



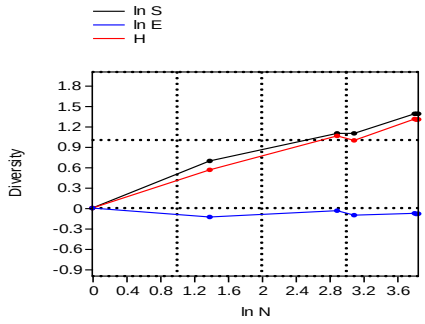
شکل ۵- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای گونه‌های علفی در توده افراپلت

Fig. 5 - Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on a natural logarithmic scale for herbaceous species in *Acer velutinum* mass



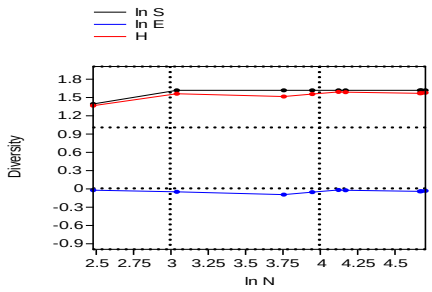
شکل ۶- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای گونه‌های علفی در توده زربین

Fig. 6- Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on the natural logarithm scale for herbaceous species in *Cupressus sempervirens* mass



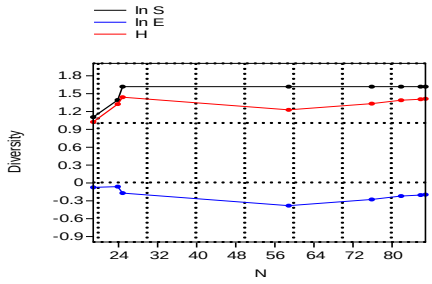
شکل ۷- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای زادآوری گونه چوبی در توده طبیعی

Fig. 7- Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on the natural logarithm scale for regeneration of wood species in natural mass



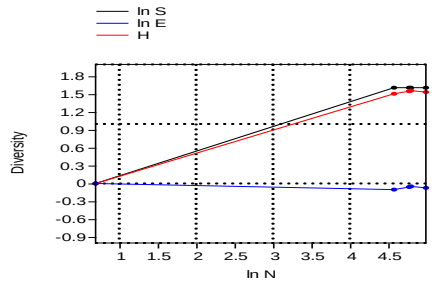
شکل ۸- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای زادآوری گونه چوبی در توده توسکا

Fig. 8- Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on a natural logarithmic scale for regeneration of wood species inAlnus subcordata mass



شکل ۹- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای زادآوری گونه چوبی در توده افراپلت

Fig. 9 - Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on a natural logarithmic scale for regeneration of wood species in Acer velutinum mass



شکل ۱۰- تجزیه تنوع به مؤلفه‌های غنا (S) و یکنواختی (E) در مقیاس لگاریتم طبیعی برای زادآوری گونه چوبی در توده زربین

Fig. 10 - Division of diversity into components of richness (S) and uniformity (E) on a natural

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد ۳۲ گونه علفی که متعلق به ۲۷ تیره گیاهی است، در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. این منطقه به‌دلیل بالا بودن نزولات جوی (متوسط بارش سالیانه ۹۶۰ میلیمتر) و به تبع آن بالا بودن آب‌های سطحی و زیرزمینی و وضعیت توپوگرافی غیریکنواخت، از وضعیت بوم‌شناختی به‌نسبت خوبی برخوردار است. طیف زیستی منطقه همانگونه که انتظار می‌رفت، نشانگر فلور تیپیک جنگلی است که در آن درصد حضور همی‌کریپتوفیت‌ها بالاست و این به‌دلیل سپری نمودن فصل سرما توسط جوانه‌های تجدیدکننده حیات در این گونه از گیاهان در سطح خاک و در میان لاشبرگ‌ها و برف‌های زمستانی می‌باشد. چرا که جوانه‌های رویشی آن‌ها به‌خوبی در میان لاشبرگ‌های سطح زمین حفاظت می‌شوند (Ejtehadi *et al.*, 2015) و در تقسیم‌بندی‌های اقلیمی رانکایر نیز در منطقه‌های معتدله همی‌کریپتوفیت‌ها غالب هستند (Ardakani, 2006). Akbarinia *et al.* (2004) نیز در بررسی فلورستیکی گیاهان اجتماعات توس در سنگده ساری همی‌کریپتوفیت‌ها را به‌عنوان بیشترین درصد شکل‌های رویشی گزارش نمودند. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه از نظر جغرافیای گیاهی در ناحیه اروپا - سیبری (حوزه هیرکانی) قرار گرفته است، درصد حضور بالای عناصر اروپا - سیبری در فلور آن دور از ذهن نیست. حضور برخی از عنصرها از سایر نواحی در این ناحیه تا حدودی از الگوهای طبیعی حضور اتفاقی عناصر گیاهی سایر منطقه‌های رویشی جهان پیروی می‌کند و بیشتر مربوط به عامل‌های انسانی است. شکل زیستی گیاهان نشانگر سازش‌های ریختی آن‌ها نسبت به شرایط اقلیمی، خاکی، زیستی و در نهایت بوم‌شناختی رویشگاه می‌باشد. در بررسی شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان در منطقه کلت میزان بالای حضور همی‌کریپتوفیت‌ها را به‌دلیل سپری کردن فصل سرما توسط جوانه‌های تجدیدکننده حیات در این‌گونه گیاهان در سطح خاک، میان لاشبرگ‌ها و برف‌های زمستانی می‌توان بیان کرد (Sharifi *et al.*, 2012) همچنین به‌دلیل بالا بودن سطح آب زیرزمینی و سازگاری بیشتر همی‌کریپتوفیت‌ها با

شرایط محیطی منطقه تیپ بیولوژیک غالب منطقه را تشکیل می‌دهند که با نتایج Yarci *et al.* (2007) مطابقت دارد. حضور گونه‌های سنجه خاک‌های مرطوب از قبیل: (*Carex digitate* L، *Poa bulbosa* L، *Oxalis acetosella* L، *Sambucus ebulus* L، *Prunella vulgaris* L) به‌روشنی شرایط خاکی با رطوبت بالا را در این مطالعه، مورد تأیید قرار می‌دهد. وجود (*Plageomniom cupidatum*) در رویشگاه، سنجه رطوبت بالای هوا و اقلیم مرطوب منطقه می‌باشد. حضور فراوان (*Pteris cretica* L و *Rubus hyrcanus* Juz) در رویشگاه زربین و افراپلت نشان دهنده باز بودن تاج‌پوشش است؛ چرا که گونه‌های بیان شده سنجه تخریب عرصه‌های جنگل با تاج‌پوشش باز می‌باشند؛

جدول ۲- مشخصه‌های آماری (میانگین ± اشتباه معیار) و سطح معنی‌داری سنجه‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های علفی در چهار توده مورد مطالعه

Table 2. Statistical characteristics (mean ± standard error) and the level of significance of indices of diversity, richness, and uniformity of grass species in the four studied populations

سطح معنی‌داری The significance level	مقدار F محاسباتی Computational F value	زربین *Cupressus sempervirens*	توسکا ییلاقی *Alnus subcordata*	افراپلت *Acer velutinum*	طبیعی Natural	صفات Characteristics
0.051*	2.71	4.250^{a} ±0.410	±39.975 4.526^{a}	±2.367 4.533^{a}	±2.161 6.722^{b}	غنا (تعداد گونه) Richness (number of species)
0.008**	4.21	1.363^{b} ±0.153	1.182^{b} ±0.157	±0.176 1.072^{b}	±0.161 2.001^{a}	غنا مارگالف Margalefs richness
0.001**	5.74	1.323^{ab} ±0.037	1.102^{b} ±0.038	±0.042 1.042^{b}	±0.039 1.572^{a}	غنا منهنیک Menhinicks richness
0.385^{ns}	1.03	0.551^{a} ±0.017	0.441^{a} ±0.018	±0.020 0.449^{a}	±0.018 0.585^{a}	تنوع سیمپسون Simpson diversity
0.295^{ns}	1.26	1.079^{a} ±0.092	0.879^{a} ±0.094	±0.106 0.934^{a}	±0.097 1.268^{a}	تنوع شانون - وینر Shannon Wiener diversity
0.252^{ns}	1.39	0.824^{a} ±0.005	0.742^{a} ±0.005	±0.006 0.787^{a}	±0.006 0.734^{a}	یکنواختی شانون Shannon evenness

**، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار؛ *، در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار؛ ns، معنی‌دار نیست؛ حروف انگلیسی متفاوت در سطر، اختلاف معنی‌دار و حروف یکسان بود عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها را نشان می‌دهد.

**, significant at the level of 0.01; *, At the level of 0.05 significant; ns is not significant; The English letters were different in the line, the difference was significant and the letters were the same, indicating no significant difference between the means.

اگرچه (*Rubus hyrcanus* Juz) در نواحی باز با خاک سطحی و (*Pteris cretica* L) در منطقه‌های با خاک سنگین، مرطوب و عمیق حضور می‌یابند (Marvi Mohajer, 2005). وجود (*Oplismenus undubtifolios* Ardb.P.Beauv، *Euphorbia amygduliodes* و *Smilax exelsa*) بر چرای دام دلالت دارد (Marvi Mohajer, 2005). همچنین حضور (*Sambucus ebulus* L، *Oxalis acetosella* L، *Urtica dioica* L و *Pteridium aquilinum* L.Kuhn) به‌دلیل بالا بودن ازت در خاک و وجود کود دامی است. وجود انواع گیاهان مهاجم، نورپسند و علف‌های هرز شامل: (*Convolvuh sepium* L.R.Br، *Prunlla vulgaris* L، *Plantago major* L و *Urtica dioica* L) (Haragan, 1991) بر تخریب و باز شدن تاج‌پوشش دلالت دارد که با نتایج Nazari and Fallah (2015) مطابقت دارد. وجود نور مستقیم اغلب سبب ایجاد ساختمان گلدار در گیاهان می‌شود؛ به‌همین دلیل بیشتر گیاهان مورد بررسی به غیر از (*Pteris cretica* L و *Plageoniom Cupidatum*) گلدار می‌باشند. وجود (*Ruscus hyrcanus* Juz، *Phylitis sclopendrium* L و *Cyclamen coum* Mill) معرف خاک‌های آهکی (pH>7)

و وجود گیاهانی مانند: *Euphorbia helioscopia* L, *Urtica dioica* L, *Viola odorata* L, *Primula Prunlla heterochroma* Stapf, *Carex digitat* L), vulgaris L, و *Pteris cretica* L) معرف خاک‌های اسیدی ضعیف تا آهکی است (pH= ۵-۷) (Marvi Mohajer, 2005).

جدول ۳- مشخصه‌های آماری (میانگین ± اشتباه معیار) و سطح معنی‌داری سنجه‌های تنوع، غنا و یکنواختی گونه‌های چوبی در چهار توده مورد مطالعه

Table 3. Statistical characteristics (mean ± standard error) and the level of significance of diversity, richness and regeneration uniformity of wood species in the four studied masses

صفات Characteristics	طبیعی Natural	افراپلت *Acer velutinum*	توسکا ییلاقی *Alnus subcordata*	زربین *Cupressus sempervirens*	آماره F F value	سطح معنی‌داری The significance level
غنا (تعداد گونه) Richness (number of species)	4.000^{a} ±0.332	3.850^{a} ±0.324	3.800^{a} ±0.324	2.578^{b} ±0.332	5.87	0.0014^{**}
غنا منهنیک Menhinicks richness	0.754^{ab}±0.014	0.898^{a} ±0.014	0.897^{a} ±0.014	0.642^{b} ±0.014	4.26	0.0084^{**}
غنا مارگالف Margalefs richness	0.892^{a} ±0.036	0.979^{a} ±0.035	0.972^{a} ±0.035	0.577^{b} ±0.036	4.05	0.0108^{*}
تنوع سیمپسون Simpson diversity	0.574^{a} ±0.008	0.597^{a} ±0.008	0.591^{a} ±0.008	0.427^{b} ±0.008	3.46	0.0215^{*}
تنوع شانون - وینر Shannon Wiener diversity	1.081^{a} ±0.035	1.111^{a} ±0.034	1.088^{a} ±0.034	0.711^{b} ±0.035	4.76	0.0047^{**}
یکنواختی شانون Shannon evenness	0.800^{a} ±0.002	0.860^{a} ±0.002	0.863^{a} ±0.002	0.854^{a} ±0.002	1.25	0.2985^{ns}

**، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار؛ *، در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار؛ ns، معنی‌دار نیست. حروف انگلیسی متفاوت در سطر، اختلاف معنی‌دار و حروف یکسان بود عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها را نشان می‌دهد.

**: significant at the level of 0.01; *: At the level of 0.05 significant; ns does not make sense. The English letters were different in the line, the difference was significant and the letters were the same, indicating no significant difference between the means.

بنابر نتایج به‌دست آمده از این پژوهش میزان غنای گونه‌ای پوشش علفی کف جنگل (مارگالف، منهنیک) در چهار توده اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت و میزان آن در توده طبیعی بیشتر از توده‌های دست‌کاشت بود که دلیل آن را می‌توان به غلبه بالای گونه (*Rubus hyrcanus* Juz) نسبت به گونه‌های دیگر در توده‌های جنگل‌کاری‌شده دانست که با پوشاندن سطح وسیعی از منطقه مانع رسیدن نور کافی به کف جنگل شده که حضور نداشتن گونه‌های علفی دیگر را به‌همراه خواهد داشت. همچنین گونه‌های (*Pteris cretica* L و *Pteridium aquilinum* L.Kuhn) به‌طور قابل توجهی در توده زربین و توسکا حضور داشتند، این گونه‌ها به‌طور عمده فضاهای باز حاصل از بهره‌برداری و تخریب را مورد تهاجم قرار می‌دهند و در رقابت برای نور، گونه‌های علفی کف جنگل به مقدار کمتری از نور دسترسی داشته و این مسئله موجب کاهش غنای گونه‌های کف می‌شود (Howard and Lee, 2003)؛ همچنین باید به این موضوع نیز اشاره کرد که گونه (*Pteris cretica* L و *Pteridium aquilinum* L. Kuhn) از طریق آللوپاتی و ترشح مواد سمی شیمیایی مانع از رشد و توسعه جمعیت دیگر گونه‌ها شده است (Pourbabaei *et al.*, 2005).

جدول ۴- فهرست گونه‌ها، شکل زیستی و کروتیپ گونه‌های علفی در منطقه مورد مطالعه

Table 4. List of species, biological form and crotype of plant species in the study area

نام فارسی Persian name	نام علمی scientific name	تیره Family	کروتیپ Crotype	شکل زیستی Biological form	توسکا *Alnus subcordata*	افراپلت *Acer velutinum*	زربین *Cupressus sempervirens*	طبیعی *Natural*
کنگر صحرایی	*Cirsium sp. Miller*	Asteraceae	Es-IT	Hem	-	-	-	✓
آب تره	*Nasturtium officinale* R.Br.	Brassicaceae	IT	Hem	-	-	-	✓
پامچال	*Primula heterochroma* Stapf	Primulaceae	Es	Hem	-	-	-	✓
مرهمی	*Sanicula europaea* L.	Apiaceae	PL	Hem	-	-	-	✓
آقطی	*Sambucus ebulus* L.	Caprifoliaceae	Es-M-IT	Hem	-	-	-	✓
پیچک	*Convolvuh* L.R.Br *sepium*	Convolvulaceae	Es-IT	Hem	✓	✓	-	✓
بارهنگ کبیر	*Plantago major* L.	Plantaginaceae	PL	Hem	-	-	✓	✓
سوزن چوپان قرمز	*Geranium robertianum* L.	Geraniaceae	Es-M-IT	Thr	-	-	-	✓
فرفیون	*Euphorbia helioscopia* L.	Euphorbiaceae	Es-IT	Thr	-	-	-	✓
النا	*Oplismenus undulatifolius* Ardb. P.Beauv.	Poaceae	Es-M-IT	Thr	-	-	-	✓
سرخس پنجه‌ای	*Pteris cretica* L	Pteridaceae	Es	Cr	-	-	✓	-
پونه	*Mentha pulegium* L..	Lamiaceae	Es	Hem	-	-	✓	-
نعنا چمنی	*Prunlla* vulgaris L.	Lamiaceae	Cosm	Hem	-	-	✓	-
خزه	*Plageomniom cupidatum*	Minaceae	PL	Cr	-	-	✓	-
زلنگ	*Froriepia subpinnata* Balli	Umbelliferae	Es	Thr	-	-	✓	-
شبدر سفید	*Trifolium repens* L.	Fabaceae	PL	Cr	-	-	✓	-
بسپایک	*Polypodium vulgare* L.	Polypodiaceae	Herc	Cr	-	-	✓	-
ترشک	*Oxalis acetosella* L.	Oxalidaceae	Es- IT	Thr	-	-	✓	-
تمشک	*Rubus hyrcanus* Juz.	Rosaceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
کارکس	*Carex digitate* L.	Cyperaceae	Es	Cr	✓	✓	✓	✓
گزنه دو پایه	*Urtica dioica* L.	Urticaceae	Cosm	Hem	✓	✓	✓	✓
گرامینه	*Poa Bulbosa* L.	Geramineae	IT	Cr	✓	✓	✓	✓
کوله خاس	*Ruscus hyrcanus* Juz.	Liliaceae	IT	Pha	✓	✓	✓	✓
سیزاب ایرانی	*Veronica persica* Poir.	Plantaginaceaea	Cosm	Thr	✓	✓	✓	✓
توت فرنگی جنگلی	*Fragaria vesca* L.	Rosaceae	Es	Hem	✓	✓	✓	✓

ادامه جدول ۴- فهرست گونه‌ها، شکل زیستی و کروتیپ گونه‌های علفی در منطقه مورد مطالعه

Table 4. Cont. List of species, biological form and crotype of plant species in the study area

نام فارسی Persian name	نام علمی scientific name	تیره Family	کروتیپ Crotype	شکل زیستی Biological form	توسکا *Alnus subcordata*	افراپلت *Acer velutinum*	زربین *Cupressus sempervirens*	طبیعی *Natural*
سرخس عقابی	*Pteridium aquilinum* L. Kuhn.	Hypolepidaceae	PL	Cr	✓	-	-	-
مامیران	*Chelidoniut majus* L.	Papaveraceae	Es	Hem	✓	-	-	-
چشم گربه‌ای زرد	*Nonnea persica* Boiss.	Boraginaceae	IT	Hem	✓	-	-	-
ویولا	*Viola odorata* L.	Violaceae	Es-M	Hem	✓	✓	✓	✓
سیکلامن	*Cyclamen coum* Mill.	Primulaceae	Es- M-IT	Hem	✓	✓	✓	✓
زنگی دارو	*Phylitis sclopendrium* L.	Aspleniaceae	PL	Cr	-	✓	✓	✓
ازملک	*Smilax exelsa* L.	Liliaceae	Es	Pha	-	✓	✓	✓

علائم اختصاری شکل زیستی: Cr، کریپتوفیت؛ Hem، همی کریپتوفیت؛ Pha، فانروفیت؛ Thr، تروفیت؛ علائم اختصاری ناحیه رویشی: Es، اروپا- سیبری؛ IT، ایران- تورانی؛ M، مدیترانه‌ای؛ PL، چند ناحیه‌ای؛ Cosms، جهانی؛ Hyrc، هیرکانی؛ ✓، نماد حضور گونه و -، نماد عدم حضور گونه در توده مورد مطالعه

Biomarker acronyms: Cr, cryptophyte; Hem, hemicryptophyte; Pha, phanrophite; Thr, trophite; Vegetative Area Abbreviations: Es, Europe-Siberia; IT, Iran-Turani; M, Mediterranean; PL, multi-zone; Cosms, Universal; Hyrc; □, symbol of species presence and -, symbol of species absence in the studied population

جدول ۵- فهرست گونه‌ها، شکل زیستی و کروتیپ گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه

Table 5. List of species, biomass and crotype of plant species in the study area

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	تیره Family	کروتیپ Crotype	شکل زیستی Biological form	توسکا *Alnus subcordata*	افراپلت *Acer velutinum*	زربین *Cupressus sempervirens*	طبیعی *Natural*
اقاقیا	*Robinia pseudoacacia*	Fabaceae	Es- IT	Pha	✓	-	-	-
زربین	*Cupressus sempervirens* Var Horizontalis	Cupressaceae	Hyrc	Pha	-	-	✓	-
توسکا ییلاقی	*Alnus subcordata* C. A.Mey	Betulaceae	Es	Pha	✓	-	-	-
شب خسب	*Albizzia julibrissin*	Fabaceae	Es	Pha	✓	-	-	-
داغداغان	*Fraxinus excelsior*.	Ulmaceae	Es	Pha	✓	-	-	-
جل	*Prunus laurocerasus*	Rosaceae	Es-Hyrc	Pha	-	-	-	✓
آزاد	*Zelkova carpinifolia* Pall.Dipp.	Ulmaceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
سرخ ولیک	*Crataegus microphylla* C.Koch.	Rosaceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
راش	*Fagus orientalis* lipsky	Fagaceae	Es	Pha	✓	✓	-	✓
افرا شیردار	*Acer cappadocicum* Gled.	Aceraceae	Es	Pha	✓	✓	-	-

ادامه جدول ۵- فهرست گونه‌ها، شکل زیستی و کروتیپ گونه‌های چوبی در منطقه مورد مطالعه

Table 5. Cont. List of species, biomass and crotype of plant species in the study area

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	تیره Family	کروتیپ Crotype	شکل زیستی Biological form	توسکا *Alnus subcordata*	افراپلت *Acer velutinum*	زربین *Cupressus sempervirens*	طبیعی *Natural*
ممرز	*Carpinus betulus* L.	Betulaceae	Es	Pha	✓	✓	-	✓
بلندمازو	*Quercus castaneifolia* C.A.Mey	Fagaceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
انجیلی	*Parrotia persica* C.A. Mey.	Hammamelidaceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
افراپلت	*Acer velutinum* Bioss.	Aceraceae	Es	Pha	✓	✓	✓	✓
خرمندی	*Diospyros Lotus* L.	Ebenaceae	Es	Pha	✓	✓	-	✓
توت	*Morus* alba var. nigra	Moraceae	PL	Pha	-	-	-	✓
آلوچه	*Prunus divaricate* Ledeb	Rosaceae	ES- IT	Pha	✓	-	-	-
نمدار	*Tilia Begonifolia* Stev.	Tiliaceae	Es-Hyrc	Pha	-	✓	-	-
ازگیل	*Mespilus* germanica L.	Mespilus	Es- IT-M	Pha	-	✓	✓	✓

علائم اختصاری شکل زیستی: Cr، کریپتوفیت؛ Hem، همی کریپتوفیت؛ Pha، فانروفیت؛ Thr، تروفیت؛ علائم اختصاری ناحیه رویشی: Es، اروپا- سیبری؛ IT، ایران- تورانی؛ M، مدیترانه‌ای؛ PL، چند ناحیه‌ای؛ Cosms، جهانی؛ Hyrc، هیرکانی؛ ✓، نماد حضور گونه و -، نماد عدم حضور گونه در توده مورد مطالعه

Biomarker acronyms: Cr, cryptophyte; Hem, hemicryptophyte; Pha, phanrophite; Thr, trophite; Vegetative Area Abbreviations: Es, Europe-Siberia; IT, Iran-Turani; M, Mediterranean; PL, multi-zone; Cosms, Universal; Hyrc; □, symbol of species presence and -, symbol of species absence in the studied population

همچنین گونه‌های (*Pteris cretica* L و *Pteridium aquilinum* L.Kuhn) به‌طور قابل توجهی در توده زربین و توسکا حضور داشتند، این گونه‌ها به‌طور عمده فضاهای باز حاصل از بهره‌برداری و تخریب را مورد تهاجم قرار می‌دهند و در رقابت برای نور، گونه‌های علفی کف جنگل به مقدار کمتری از نور دسترسی داشته و این مسئله سبب کاهش غنای گونه‌های کف می‌شود (Howard and Lee, 2003)؛ همچنین باید به این موضوع نیز اشاره کرد که گونه (*Pteris cretica* L و *Pteridium aquilinum* L.Kuhn) از طریق آللوپاتی و ترشح مواد سمی شیمیایی مانع از رشد و توسعه جمعیت دیگر گونه‌ها شده است Pourbabaei *et al.*, (2005). از طرفی با توجه به اینکه در توده‌های جنگل- کاری‌شده گونه‌ها در فاصله ۲×۲ متر کاشته شده‌اند (Howard and Lee, 2003)، بنابراین فضایی که توسط تاج‌پوشش احاطه شده کمتر از توده طبیعی بوده و در فضای باز ایجاد شده به‌دلیل مرگ برخی از پایه‌ها در رقابت، هجوم و رشد گونه‌های علفی مانند: (*Rubus hyrcanus* Juz و *Pteridium aquilinum* L) به‌سرعت رخ می‌دهد که دلیل آن افزایش نور در کف جنگل است. اشغال سطح جنگل با چنین گونه‌هایی امکان حضور گونه‌های دیگر را کم کرده و در نهایت سبب کاهش تنوع گونه‌ای شده است؛ که با نتایج Mirzaei *et al.* (2015) مطابقت دارد. از طرفی Chen and Gao (2014) در پژوهشی در چین دریافتند که با کاهش تراکم و فاصله گرفتن پایه‌های درختی از یکدیگر، سنجه‌های تنوع گونه‌ای افزایش یافته و بیشترین تنوع گونه‌ای، زادآوری و حاصلخیزی خاک در توده دارای تراکم پایین است؛ دلیل این امر نیز وجود گونه‌های نورپسند فراوان در منطقه است. همچنین Ahmadi Malakut *et al.*

(2011) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که غنای گونه‌ای در توده طبیعی بیشتر از توده جنگل‌کاری توسکا و ون بود. عامل‌هایی مانند: برش یکسره جنگل، تک-کشتی بودن و برهم خوردن ساختار جنگل در منطقه-های جنگل‌کاری‌شده سبب کاهش غنا در این منطقه‌ها می‌شود. Ludwig *et al.*(2010) در تحقیقی در جنگل-های انبوه شرق آفریقا دریافتند که در این جنگل‌ها، غنای گونه‌های گیاهی به‌شدت تحت تأثیر باز یا بسته بودن تاج‌پوشش آشکوب بالایی است. آن‌ها میانگین درصد پوشش منطقه مورد مطالعه را ۹۱ درصد برآورد کردند و دریافتند که رسیدن درختان به سن دیرزیستی دسترسی به نور را بیشتر و یک محیط غنی از مواد غذایی را به‌جای می‌گذارد (Ludwig *et al*., 2010)؛ که با نتایج حاصل از این تحقیق نیز همخوانی دارد. برای سنجش تنوع گونه‌ای افزون‌بر غنا، سنجه‌های زیاد دیگری نیز وجود دارد. در این تحقیق از سنجه تنوع شانون - وینر استفاده شد، که از متداول‌ترین آن‌ها برای ارزیابی تنوع گیاهان کف جنگل در قطعات نمونه است. سنجه شانون - وینر اهمیت بیشتری برای نسبت تعداد افراد هر گونه به تعداد کل قائل می‌شود و در مکان‌های ناهمگن مانند: جنگل‌ها سنجه مناسب‌تری برای بررسی پراکنش جمعیت است؛ ضمن اینکه سنجه شانون - وینر حساسیت بیشتری به فراوانی گونه‌های نادر دارد (Magurran, 1988). یکی دیگر از سنجه‌های تنوع متداول در مطالعات جنگل، سنجه سیمپسون است که بیشتر به‌عنوان سنجه چیرگی استفاده می‌شود؛ به‌این دلیل که حساسیت بیشتری به پوشش گونه‌های غالب در جامعه دارد (GhomiOili *et al*., 2007). در بخش زادآوری گونه‌های چوبی بنابر نتایج تجزیه واریانس میزان غنا (مارگالف و منهنیک)، تنوع (سیمپسون و شانون - وینر) و سنجه یکنواختی شانون در توده‌های افراپلت و توسکا ییلاقی بیشترین مقدار را نسبت به توده شاهد (طبیعی) و توده زربین نشان داد که می‌توان یکی از عامل‌ها را بهره‌برداری دانست، که خود سبب جابه-جایی و بهم‌خوردگی خاک می‌شود و به‌عنوان محرکی در خراش سطحی و شکسته شدن دوره کمون بذرهای درختان بوده و زادآوری را افزایش می‌دهد (Reyahifar, 2010)؛ از طرفی در قطعه شاهد (طبیعی) به‌دلیل تراکم پایین تاج‌پوشش، رقابت برای کسب نور بین تجدیدحیات گونه‌های درختی کاهش یافته است و این سبب افزایش زادآوری در این قطعه شده که با نتایج Nouri *et al*. (2009) و Zakeri Pashakolaei *et al*. (2014) مطابقت دارد. جنگل‌کاری‌ها، زادآوری زیرآشکوب را از طریق سایه‌اندازی بر پوشش‌های علفی، افزایش مواد غذایی افق سطحی خاک (به‌وسیله لاشه‌ریزی) و تسهیل در نفوذ ریشه گونه‌های درختی در رویشگاه‌های حساس افزایش می‌دهند (Cusack and Montagnini, 2004). بر همین اساس نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین تنوع زادآوری گونه‌های چوبی در توده‌های جنگل‌کاری‌شده پهن‌برگ بود و این توده‌ها شرایط مهیاتری را برای استقرار زادآوری گونه‌های چوبی مختلف ساخته‌اند؛ درحالیکه حضور گونه‌های علفی مختلف در زیرآشکوب توده شاهد (طبیعی) مانع از استقرار مناسب زادآوری گونه‌های چوبی شده است که با نتایج Haghverdi (2015) همخوانی دارد. همان‌طور که نمودار تجزیه SHE در توده طبیعی، افراپلت و زربین (شکل ۵، ۶، ۷ و ۱۰) نشان می‌دهد، میزان سنجه تنوع (H) با افزایش تعداد قطعه‌نمونه به‌سرعت افزوده شده و سپس منحنی یاد شده شیب کمتری یافته و پس از آن رفتار به‌نسبت پایداری نشان داده است. نمودار بیان شده همچنین نشان می‌دهد منحنی لگاریتم مؤلفه یکنواختی (Ln E) با تناوب منحنی تنوع، نوسان نداشته و با افزایش تعداد قطعه نمونه، با شیب تندتری کاهش می‌یابد. درحالیکه محور LnE/LnS با افزایش تعداد قطعه نمونه به‌نسبت ثابت است؛ که با نتایج Baghani *et al*. (2009) مطابقت دارد. Horton and Murray (2006) بیان نمودند چنانچه

در نمودار تجزیه SHE محور LnE/LnS ثابت باشد، داده‌ها با مدل توزیع فراوانی لوگ نرمال انطباق دارند که با نتایج حاضر مطابقت دارد و نمودار توزیع فراوانی گونه-ها در این تحقیق از مدل توزیع فراوانی لوگ نرمال پیروی می‌کند (شکل ۳، ۴، ۸ و ۹). Haghgoo (2010) نیز در مطالعات خود با بررسی تنوع زیستی در گروه گونه‌های اکولوژیک در کندلات رشت نشان داد که مدل توزیع فراوانی گونه‌های علفی از مدل نرمال لگاریتمی پیروی می‌کند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همان‌گونه که در منحنی مربوط به تجزیه SHE می‌توان مشاهده کرد، منحنی غنا (LnS) و یکنواختی (Ln E) با یکدیگر تغییر نمی‌کنند و تغییر منحنی غنا بیشتر از یکنواختی است. این امر بیانگر سهم بیشتر غنا نسبت به یکنواختی در تعیین تنوع داده‌های مربوط به گونه علفی و زادآوری چوبی در منطقه مورد مطالعه است. به عبارتی همبستگی بیشتری بین منحنی غنا (LnS) و تنوع (H) در مقایسه با منحنی یکنواختی (Ln E) و تنوع (H) وجود دارد. در واقع این مسئله نشان می‌دهد که با افزایش تعداد نمونه‌ها، تنها گونه‌های نادر و غیرمتداول هستند که به اسامی گونه‌های علفی و چوبی اضافه می‌شوند؛ اگر چه برخی از محققان خلاف این نتیجه را به‌دست آورده-اند (Small and Mccarthy, 2002). اگر منحنی غنا و یکنواختی با یکدیگر تغییر کنند، بیانگر سهم یکسان هر دو مؤلفه (غنا و یکنواختی) در تعیین تنوع داده‌های مربوط به گونه‌های علفی و زادآوری چوبی است و اگر گونه‌هایی با افزایش تعداد نمونه به اسامی گونه‌های منطقه اضافه شوند، به‌طور عمده گونه‌های رایج خواهند بود. در واقع تجزیه SHE امکان نبود وابستگی سنجه تنوع را به تعداد قطعه نمونه برای اولین بار فراهم آورده است. همان‌طورکه Buzas and Hayek (2005) بیان می‌دارند با کاربرد روش SHE مشکل تاریخی جداسازی نقش تعداد نمونه (شدت نمونه‌برداری) از سنجه تنوع حل می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان تنوع گونه علفی با توجه به آمیختگی گونه‌ها در توده طبیعی بیشترین مقدار را در این منطقه داشت، بنابراین پیشنهاد می‌شود جنگل‌های طبیعی به‌همان حالت طبیعی خود باقی بماند و برای حفاظت و حراست هر چه بیشتر آن‌ها اقدام‌های لازم به‌عمل آید. از طرفی سنجه‌های تنوع پوشش علفی و گونه چوبی تحت تأثیر جنگل‌کاری تغییر کرد و با توجه به اینکه عرصه‌های جنگلی نقش حیاتی در وجود و تداوم حیات روی کره زمین ایفاء می‌کنند و به-دلیل کاهش سطح جنگل‌های شمال کشور اجرای عملیات جنگل‌کاری و توسعه سطح جنگل‌ها لازم و ضروری است و جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ قادر است بسیاری از سنجه‌های تنوع پوشش علفی زیرآشکوب و زادآوی گونه‌های چوبی را تحت تأثیر قرار دهد؛ بنابراین مطالعات بیشتر و متعدد اثرات جنگل‌کاری با گونه‌های مختلف روی تنوع زیستی گونه‌های علفی کف جنگل می‌تواند راه‌کار مناسبی به‌منظور مدیریت جنگل-های دست‌کاشت و انتخاب گونه مناسب به‌منظور اجرای فعالیت‌های جنگل‌کاری آتی باشد. همچنین نتایج تجزیه SHE نشان داد در توده توسکا ییلاقی سنجه یکنواختی و غنا در تعیین تنوع گونه‌های علفی و زادآوری چوبی در این منطقه سهم یکسان داشته و در توده زربین، سنجه غنا بیشترین میزان را دارد. بنابراین مؤلفه مؤثر بر سنجه عددی تنوع در چهار توده مؤلفه غنا (Ln S) است، به‌این معنی که تغییرات شدیدی در گونه‌های گیاهی مشاهده شده و ترکیب گونه‌ها دارای نوسان است.

پی‌نوشت‌ها

[1] SHE : S:Species Richness, H:Shannon-Wiener index, E:Evenness
[2] PAST : Paleontological Statistics Software Package For Education and Data Analysis
[3] SAS : Statistical Analysis System
[4] GLM : General Linear Model
[5] SNK : Student- Neuman- Keuls

منابع

Ahmadi Malakut, E., Soltani, A. and Hasanzade Navrodi, I., 2011. A comparison between understory phytodiversity of a natural forest and forest plantations, Case study: Langerud -Guilan. Iranian Journal of Forest. 3(2),157-167. (In Persian with English abstract).

Anonymous., 2017. Organization of forests and rangelands of the country. Neka-Zalemrood Forestry Plan. Section 3.pp. 112-118.

Ardakani, M.R., 2006. Ecology. University of Tehran Press, seven editions, Tehran.

Akbarinia, M., Zare, H., Hoseini, S.H. and Ejtehadi, H., 2004. Study on vegetation structure, floristic composition and chorology of silver birch communities at Sangdeh, forest of Hyrcanian region. Iranian Journal of Pajouhesh and Sazandegi. 64, 84-96. (In Persian with English abstract).

Asadi, M., Masoumi, A.A., Khatamsaz, M. and Mozaffarian, V., 1992-2002. Flora of Iran. Volumes 1-38. Publications of Forests and Rangelands Research Institute, Tehran.

Baghani, M., Sepehri, A. and Barani, H., 2009. The Role of SHE Analysis in Definig Species Diversity Components of Mountain Rangelands, Ziarat Basin, Gorgan. Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 16(1), 1-10. (In Persian with English abstract).

Buzas, M.A. and Hayek, L.A.C., 1998. SHE analysis for biofacies identification. Foraminiferal Research Journal. 28(3), 233-239.

Buzas, M.A. and Hayek, L.A.C., 2005. On richness and evenness within and between communities. Paleobiology Journal. 31(2), 199-220.

Bricca, A., Chelli, S., Canullo, R. and Cutini, M., 2020. The Legacy of the Past Logging: How Forest Structure Affects Different Facets of Understory Plant Diversity in Abandoned Coppice Forests. Diversity Journal. 12(3), 109- 120.

Chen, Y. and Gao, Y., 2014. Response of tree regeneration and understory plant species diversity tostand density in mature *Pinus tabulaeformis* plantations in the hilly area of the Loess Plateau, China. Ecological Engineering Journal. 73, 238-245.

Cosovic, M., Bugalho, N., Thom, D. and Borges, J., 2020. Stand Structural Characteristics Are the Most Practical Biodiversity Indicators for Forest Management Planning in Europe. Forests Journal. 11(343), 1-24.

Cusack, D. and Montagnini, F., 2004. The role of native species plantation in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. Forest Ecology and Management Journal. 188, 1-15.

Ejtehadi, H., Sepehri, A. and Akafi, H., 2009. Biodiversity measurement methods. First Edition. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad.

Ejtehadi, H., Zare, H., Amini Eshkevari, T. and Atashgahi, Z., 2015. A study of tree species diversity and flora in different altitudes and slopes of the Shirinrood river valley, Mazandaran, Iran. Iranian Journal of Taxonomy and Biosystematics 7(25), 39-53. (In Persian with English abstract).

Esmailzadeh, O. and Nourmohammadi, K., 2017. Introduction of Total Indicator Value Model in Vegetation Classification. Journal of Plant Research. 30(2), 246-263. (In Persian with English abstract).

GhomiOili, E., Hosseini, S.M., Methaji, A. and Jalali, S., 2007. Evaluation of regeneration and

species diversity in managed plant community, Noshahr. Journal of environmental studies. 1(33), 101-106. (In Persian with English abstract).

Ghahraman, A., 1996-2000. Colorful flora of Iran. Volume 1-22. Publications of Forests and Rangelands Research Institute and University of Tehran, Tehran.

Haragan, P. D., 1991. Weeds of Kentucky and adjacent states: a field guide. The University Press of Kentucky. Lexington, Kentucky.

Horton, B.P. and Murray, J.W., 2006. Patterns in cumulative increase in live and dead species from foraminiferal time series of Cowpen Marsh, Tees Estuary, UK: Implications for sea-level studies. Marine Micropale Journal. 58, 287-315.

Hammer, Q.D., Harper, A.T. and Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, pp. 4-9.

Hill, M.O., 1973. Diversity and evenness; Aunifying notation and its consequences. Ecology Journal. 54, 427- 432.

Haghverdi, K., 2015. Influence of Endemic and Exotic Afforestation (Chai bagh district of Qaemshahr) on Biodiversity of Plant Species and Woody Regeneration. Journal of Plant Research. 28(3), 522-534. (In Persian with English abstract).

Howard, L.F. and Lee, T.D., 2003. Temporal patterns of vascular plant diversity in southeastern New Hampshire forests. Forest Ecology and Management Journal. 185(2), 5-20.

Haghgoo, T., 2010. Evaluation of plant species diversity in the group of ecological species of mixed deciduous forests in Kendlat, Gilan. Master Thesis. University of Guilan, Iran.

Latifi, H., Oladi, J., Saroei, S. and Jalilvand, H., 2005. An Evaluation of ETM+ Data Capability to Provide Forest- Shrub land- Range Map, A Case Study of Neka- Zalemroud Region, Mazandaran, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources. 11(40), 439-447. (In Persian with English abstract).

Li, D., Niu, S. and Luo, Y., 2012. Global patterns of the dynamics of soil carbon and nitrogen stocks following afforestation: a meta-analysis. New Phytologist Journal. 195(1), 172-181.

Ludwig, F., Dekroon, H., Berendse, H.F. and Prins, H.T., 2010. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understory vegetation. Plant Ecology Journal. 170, 93-105.

Mozaffarian, V., 1996. Dictionary of Iranian Plants. Publications of the Institute of Contemporary Culture, Tehran.

Marvi Mohajer, M. R., 2005. Forestry and forestry, University of Tehran Press, Tehran.

Magurran, A. E., 1988. Ecological Diversity and its measurement Princeton. Princeton University Press, London.

Menhenic, E.F., 1964. A comparison of some species individuals diversity indices applied to sample of field insects. Ecology Journal. 45, 859-861.

Margalef, M., 1958. Information theory in ecology. General Systematics Journal. 3, 36-71.

Mirzaei, J., Heydari, M. and Atar- Roshan, S., 2015. Changes in vegetation and plant species biodivercity after industrial logging in Shafaroud forest, Guilan. Journal of Plant Research. 28(2), 435-444. (In Persian with English abstract).

Nouri, Z., Zahedi Amiri, J., Zobeiri, M. and

Rahmani, R., 2009. The Study of Shrub and Tree Species Diversity and its Application in Forest Planning, Case study: Patom District, Kheyroud Forest. Journal of Forest and Wood Products. 63(2), 201-214. (In Persian with English abstract).

Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: A. L. Miller, R. H. Keeney, D. R. (ed), Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Soil Science Society American, Madison, pp. 539-579.

Nazari, M.R. and Fallah, H., 2015. Identification of plant reagents and their importance in expressing the conditions of white pellet habitats in Hyrcanian forests. Iranian Journal of Natural Ecosystems Quarterly. 6(4), 45-56. (In Persian with English abstract).

Pourbabaei, H., Fakharirad, M. and Meraji, A., 2005. Study on structure and plant species diversity in the box tree (Buxus hyrcana Pojark) sites, eastern Guilan, Iran. 17th International Botanical Congress, Vienna, Austria, Europe. P 2088.

Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematic Journal. 5, 285-307.

RouhiMoghaddam, E., Hosseini, S.M., Ebrahimi, E., Rahmani, A. and Tabari, M., 2011. The Regeneration Structure and Biodiversity of Trees and Shrub Species in Understory of Pure and Mixed Oak Plantations. Environmental Sciences. 8(3), 57-68. (In Persian with English abstract).

Reyahifar, N., 2010. The Impact of Forest Roads on Soil Properties, Vegetation Diversity and Forest Road Reconstruction (Series 5, Section 2, Neka-Zalemrood). MSc. Thesis. Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Sari, Iran.

Rechinger, K.H., 1963-1998. Flora Iranica, Akademish, Druck University Verlagsanstalt, Vol 1-173, Graz.

Sharifi, J.A., Jalili, Sh., Gasimov, A., Naqinezhad, A. and Azimi Motem, F., 2012. Study on floristic, life form and plant chorology of wetlands in northern and eastern slopes of Sabalan mountains. Iranian Journal of Taxonomy and Biosystematics. 4(10), 41-52. (In Persian with English abstract).

Small, C.J. and Mccarthy, B.C., 2002. Spatial and temporal variability of herbaceous vegetation in an eastern deciduous forest. Plant Ecology Journal. 164, 37-48.

Salarian, T., Jouri, M.H., Askarizadeh, D. and Mahmoudi, M., 2015. The Study of Diversity Indices of Plants Species Using SHE Method,Case Study: Javaherdeh Rangelands, Ramsar. Iranian Journal of Rangeland Science. 5(1), 27-37. (In Persian with English abstract).

Stirling, G. and Wilsey, B., 2001. Empirical relationships between species richness, evenness, and proportional diversity. The American Naturalist Journal. 158(3), 286–299.

Wilson, B., Miller, K., Thomas, A.L., Cooke, N. and Ramsingh, R., 2008. Foraminifera in the mangal at the Caroni swamp, Trinidad: diversity, population structure and relation to sea level. Foraminiferal Research Journal. 38, 127-136.

Wilson, B., Orchard, K. and Phillip, J., 2012. SHE Analysis for Biozone Identification among foraminiferal sediment assemblages on reefs and in associated sediment around St. Kitts, Eastern Caribbean Sea, and its environmental significance. Marine Micropaleontology Journal. 83, 38-45.

Yuguang, B., Abouguendia, Z. and Redmann, R.E., 2001. Relationship between plant species diversity and grassland condition. Range

Management Journal. 54,177-183.

Yarci, C., Serin, M. and Altay, V., 2007. The segetal vegetation of Kocaeli Province (Turkey). Ecology Journal. 16, 23-33.

Zakeri Pashakolaei, M., Alvaninejad, S. and Ismailzadeh, O., 2014. Relationship between plant biodiversity and topographic factors in the forests of western Mazandaran, Case study: Research Forest of Tarbiat Modares University. Iranian Journal of Ecology. 3(8), 1-15. (In Persian with English abstract).

Environmental Sciences Vol.20 / No.1 / Spring 2022

129-150
Original Article

Determining the contribution of the diversity of understory plant species in broadleaf and coniferous trees reforestation (case study: Colet Forest of Mazandaran)

Khadijeh Asghari Aghozgoleh,* Hamid Jalilvand and Hamed Asadi

Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 2021.04.27 Accepted: 2021.07.21

Asghari Aghozgoleh, Kh., Jalilvand, H. and Asadi, H., 2022. Determining the contribution of the diversity of understory plant species in broadleaf and coniferous trees reforestation (case study: Colet Forest of Mazandaran). Environmental Sciences. 20(1): 129-150.

Introduction: Species diversity is a combination of two interrelated components of species richness and evenness. The first component is the species richness, which is related to the number of species in the sampling unit; The second component is evenness, which refers to the distribution of species in the site. One of the important problems of these indicators is not determining the contribution of these two components in the diversity index value. An effective method that has been developed for this purpose is called SHE. The aim of this study was to investigate the contribution of the diversity of understory species in four natural stands, *Acer velutinum* Boiss, *Alnus subcordata* C. A. M. and *Cupressus sempervirens. var horizontalis* afforestation in the Colet Forest.

Material and methods: In this research, 40 square plots with an area of 400 square meters, were selectively used for sampling in the study area. Then, the list of all herbaceous species with their cover percentage was recorded by Vandermarel criteria. Woody species were counted in each sample plot. The grass and wood cover data were imported and analyzed in Excel and PAST software for analyzing of richness (number of species, Margalf richness and Menhenick richness), evenness (Shannon-Wiener), and diversity (Simpson and Shannon-Wiener). The normality and homogeneity of the data were evaluated using Kolmogorov-Smirnov and Leven test, respectively. SHE analysis was used to determine the contribution of each component of richness and evenness.

* Corresponding Author: *Email Address*. kh.asghari@stu.sanru.ac.ir

Results and discussion: The results of comparing the mean of different diversity indices related to herbaceous species showed that the four studied stands (natural, *Acer velutinum* Boiss, *Alnus subcordata* C. A. M. and *Cupressus sempervirens var. horizontalis*) have significant differences in terms of richness (Margalef and Menhinick) ($P < 0.01$). The results of the classification of plants in terms of biological form by the Raunkiaer method also showed that hemicryptophytes have the highest abundance in the study area. Also, the SHE analysis of richness and evenness components for woody regeneration species in the Colet area showed that the evenness of the trend was constant among the four stands and the richness index in the *Cupressus sempervirens* and natural stands was fluctuating and had an increasing trend. In the Alnus *subcordata* stand, the evenness and richness indices had the same contribution in determining the diversity of herbaceous species and woody regeneration in this region. In addition, the SHE curve showed that the richness curve (LnS) and the uniformity (Ln E) do not change with each other, and the change in the richness curve is greater than the evenness. This indicates a greater contribution of richness than evenness in the contribution of determining the diversity of data related to herbaceous species and woody regeneration. In fact, this showed that with the increase in the number of samples, only rare species were being added to the list of herbaceous and woody species.

Conclusion: In general, the results of the present study showed that the diversity of herbaceous species due to species composition in the natural stand had the highest value in this region. Also, richness and diversity of woody plants in natural stand and broadleaves reforestation stands were higher than coniferous reforestation. Therefore, reforestation with broadleaves species has a positive effect on the diversity in the region. Also, the effective factor on the diversity indices in the four stands was the richness component (Ln S), which means that severe changes and fluctuations in plant species and their composition was observed.

Keywords: *Acer velutinum* Boiss, Species diversity, Community structure analysis, Species richness, Neka-Zalemrood.