



بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان تحت تأثیر توپوگرافی خرد در جنگل‌های آمیخته راش (مطالعه موردی: جنگل‌های دلدرد، نوشهر)

سعید شعبانی^{۱*}، سعید ورامش^۲، کیومرث سفیدی^۳ و عبدالعزیز حقیقی^۴

^۱ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
^۲ استادیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۳ دانشیار گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
^۴ مربی مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸)

چکیده

ریشه‌کن شدن درختان بزرگ سبب تشکیل فرورفتگی‌هایی در محل ریشه و عوارضی بشقاب‌شکل در کنار آن می‌شود که به آن عوارض پیت و ماند گفته می‌شود. در این پژوهش برای بررسی تنوع گونه‌های گیاهی روی این عوارض، طرح جنگلداری دلدرد شهرستان نوشهر انتخاب شد. بدین منظور همه پیت و ماندها در سطح ۷۰ هکتار شناسایی شد، حضور و فراوانی گونه‌های گیاهی روی این عوارض ثبت شد و در فاصله ۲۵ متری این عوارض، قطعات نمونه‌ای با ابعاد ۲×۴ متر به‌عنوان نقاط شاهد در نظر گرفته شد. سپس مقدار تنوع گونه‌ای گیاهی برای هر کدام از عوارض محاسبه شد. به‌منظور بررسی اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی در هر یک از موقعیت‌ها، شاخص‌های فراوانی نسبی، تراکم نسبی و چیرگی نسبی نیز به‌دست آمد. مطابق نتایج، به‌جز شاخص سیمپسون، دیگر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای بین عوارض تحت بررسی، تفاوت معنی‌داری نشان دادند و در مقایسه دو موقعیت پیت و شاهد، موقعیت شاهد و در بین دو موقعیت شاهد و ماند، موقعیت ماند مقادیر بیشتری از شاخص‌ها را در بر داشتند. شاخص‌های یکنواختی پیت و هیل، بین موقعیت‌های شاهد و پیت و نیز شاهد و ماند تفاوت معنی‌داری نداشتند. بررسی اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی نیز نشان داد که در همه موقعیت‌های تحت بررسی، منحنی روندی لگاریتمی نرمال دارد. یافته‌های پژوهش حاضر، بیانگر قابلیت زیاد عوارض پیت و ماند در افزایش غنای گونه‌ای در مناطق جنگلی است. از این‌رو طراحی فنون جنگل‌شناسی باید به‌گونه‌ای باشد که با حفظ و افزایش زمان حضور درختان قطور، همواره شمار معینی پیت و ماند در واحد سطح باقی بماند.

واژه‌های کلیدی: تنوع گیاهی، درختان ریشه‌کن‌شده، شاخص اهمیت نسبی، غنای گونه‌ای.

مقدمه

و توفان‌های شدید مهم‌ترین عامل آشفستگی در اکوسیستم‌های معتدله در سراسر جهان است (Pawlik et al., 2020). ریشه‌کن شدن درختان به‌طور معمول فرورفتگی‌هایی به نام پیت^۱ را در محل

یکی از عواملی که منشأ تحولات زیادی در مناطق جنگلی می‌شود، وقوع باد و توفان‌های محلی و منطقه‌ای است. مطابق بسیاری از تحقیقات، وزش باد

اشاره دارد. (Kooch et al., 2012) در پژوهشی به منظور بررسی تغییرپذیری ویژگی‌های خاک در ارتباط با پیت و ماند، با تأکید بر تنوع خاکی در موقعیت‌های پیت و ماند به تأثیر این عوارض بر استقرار گونه‌های درختی نظیر بارانک اشاره کرده‌اند. (Löhmus et al., 2010) با هدف بررسی تنوع جوامع گل‌سنگ به بررسی پیت و ماندها در جنگل‌های بوره‌آل در استونی پرداختند. بدین منظور ۲۴ توده دوهکتاری از مناطق باتلاقی خشک‌شده و دو تیپ از جنگل مدیریت‌شده شامل جنگل کهنسال و جنگل تجاری بالغ انتخاب شد. پدید آمدن گل‌سنگ متغیر پاسخ، و عوامل منفی و مثبت مؤثر بر وقوع گل‌سنگ متغیر تبیینی در نظر گرفته شد. در مجموع ۴۸ گونه گل‌سنگ از جمله هشت گونه در معرض خطر در منطقه شناسایی شد. بیشترین تنوع جوامع گل‌سنگ در پیت و ماندهای ایجادشده ناشی از درختان نوئل با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر ثبت شد. (Habashi et al., 2019) همبستگی مکانی میکروتوپوگرافی پیت و ماند را با روش‌های تاج پوشش در یک جنگل بکر بررسی کرد. بدین منظور ۶۱ پیت و ماند و ۷۵ روشنه تاجی شناسایی شد. نتایج نشان داد که روشنه‌های تاجی از تراکم و توزیع بیشتری نسبت به عوارض پیت و ماند برخوردارند، اما پویایی توالی و تنوع زیستی، همبستگی زیادی با این عوارض نشان داد. (Kern et al., 2019) در پژوهشی به بررسی تأثیر ماندها بر احیای گونه‌های درختی پرداختند. آنها گزارش کردند که نگهداری و حفاظت از ماندها، رویش گونه‌های با نیاز نوری زیاد را در جنگل‌های آمیخته و چنداشکوبه افزایش می‌دهد. با توجه به اهمیت استقرار طبیعی پوشش گیاهی و حفظ پویایی جوامع گیاهی، بررسی تغییرات تنوع گونه‌ای در عوارض پیت و ماند بسیار ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور پژوهش حاضر با هدف مقایسه ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در عوارض پیت و ماند و محیط بدون آشفستگی، در یک جنگل مدیریت‌نشده در شمال کشور انجام پذیرفت.

استقرار سابق ریشه‌ها ایجاد می‌کند و در کنار آن عوارض بشقاب‌شکل به نام ماند^۱ شکل می‌گیرد (Bobrovsky & Loiko, 2016). این آشفستگی‌ها در مجموع به نام عوارض میکروتوپوگرافی پیت و ماند شناخته می‌شوند. عوارض پیت و ماند سطوحی نیستند که طی مدت کوتاهی ایجاد شده باشند و فرایند ایجاد و تکامل آنها با توجه به اکوسیستم‌های مختلف ممکن است بین ۲۰۰ تا چند هزار سال متغیر باشد (Bobrovsky & Loiko, 2016). به دلیل پایداری و سیر تحولی خاص این عوارض، نواحی میکروتوپوگرافیک پیت و ماند از مهم‌ترین ویژگی‌های تغییردهنده اکوسیستم زنده و غیرزنده در مبحث اکولوژی شناخته می‌شوند. براینده تغییرات صورت گرفته سبب می‌شود که ترکیب و تنوع زیستی پوشش گیاهی در این دو عارضه نسبت به مناطق دیگر اکوسیستم و حتی نسبت به یکدیگر متفاوت باشد. تنوع زیستی از موضوعات مهم و اساسی در تحقیقات اکولوژیک است (Fatemi Talab et al., 2012; Salahi et al., 2018; Mohamadi fard et al., 2020). تنوع تحت تأثیر شمار زیادی از فرایندهای اکولوژیکی (شامل پایداری جوامع، تولید محصولات، پیوستگی اجتماع، سیر تکاملی، رقابت، ساختار و فرایند آشیان بوم‌شناختی^۲ و رقابت) شکل می‌گیرد و با وجود این عوامل تأثیرگذار، در مسیر توالی به سمت حد نهایی خود که کلیماکس نام دارد تنوع افزایش می‌یابد (Šamonil et al., 2008). پژوهش‌های دهه‌های اخیر پل ارتباطی مناسبی بین آشفستگی و تنوع زیستی گیاهان پدید آورده است (Schaetzl, 2013; Pawlik et al., 2020). رابطه‌ای قوی بین آشفستگی‌ها و فون و فلورها وجود دارد، اما پژوهش‌های کمی در مورد تنوع زیستی مناطق واجد آشفستگی به‌ویژه در ایران صورت گرفته است. Whittaker (1977)، سه سطح را برای بررسی تنوع زیستی، بیان می‌کند و به اهمیت تحقیقات در مقیاس‌های کوچک

1. Mound
2. Ecological Niche

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

منطقه پژوهش بخشی از حوزه آبخیز کرکرد، واقع در طرح جنگلداری دلدره در ۷۰ کیلومتری شهرستان نوشهر است. این منطقه، به‌عنوان قطعه شاهد (۷۰ هکتار) و با موقعیت ۲۹° ۳۶' تا ۳۲° ۳۶' عرض جغرافیایی شمالی و ۲۳° ۵۱' تا ۲۸° ۵۱' طول جغرافیایی شرقی در محدوده ارتفاعی ۱۱۰۰ تا ۱۴۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱). بیشتر سطح منطقه دارای شیب صفر تا ۳۰ درصد و با جهت غالب شمالی است. نوع سنگ مادر، آهک مارنی، مخلوط با مارن سیلتی به‌صورت تخریب‌یافته است. تیپ پوششی غالب در منطقه از گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) بوده و گونه‌های همراه شامل ممرز (*Carpinus betulus* L.)، توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata* C.A.)، شیردار (*Acer cappadocicum* Gled.)، پلت (*Acer velutinum* Boiss.)، نم‌دار (*Tilia begonifolia* Stev.)، ملج (*Ulmus glabra* Hudson.)، گیلان وحشی (*Sorbus torminalis* L.) و بارانک است.

شیوه اجرای پژوهش

به‌منظور بررسی تأثیر پیت و ماندها به‌عنوان عوارض توپوگرافیکی، بر تنوع گونه‌ای در سطح منطقه، پس از بازدید میدانی، پیت و ماندها شناسایی (شکل ۱) و حضور و فراوانی گونه‌های گیاهی روی هر عارضه (پیت و ماند به‌صورت جداگانه) ثبت شد (Clinton & Baker, 2000). در فاصله ۲۵ متری از این عوارض در راستای شمالی و در زیر تاج بسته (Muscolo et al., 2007) براساس منحنی سطح-گونه، قطعات نمونه‌ای با ابعاد ۲×۴ متر به‌عنوان نقاط شاهد در نظر گرفته شد تا حضور و فراوانی پوشش گیاهی ثبت شود (Mesdaghi, 2001). سپس شاخص‌های تنوع گونه‌ای برای هر کدام از عوارض پیت، ماند و نقاط شاهد محاسبه شد. در محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی، از شاخص‌های تنوع گونه‌ای (سیمپسون و شانون-

وینر^۱)، غنای گونه‌ای (منهینیک و مارگالف^۲) و یکنواختی گونه‌ای (پیت و هیل^۳) استفاده شد (Ejtehadi et al., 2012).

روش تحلیل

بعد از ثبت داده‌های حاصل از برداشت پوشش گیاهی، مقادیر شاخص‌های گفته‌شده با استفاده از روابط ۱ تا ۶ در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۹ محاسبه شد (Ejtehadi et al., 2012; Kiełtyk & Delimat, 2019).

$$\text{رابطه ۱} \quad \text{\$} = 1 - \sum_{i=1}^s \left[\frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

i شاخص سیمپسون، s تعداد گونه‌ها، ni تعداد افراد مربوط به هر گونه با رتبه i و N تعداد کل افراد است.

$$\text{رابطه ۲} \quad H = -\sum_{i=1}^s [P_i \ln(P_i)]$$

H شاخص شانون-وینر و P_i فراوانی نسبی افراد گونه i ام در نمونه مورد نظر است.

$$\text{رابطه ۳} \quad R = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

R شاخص منهینیک، S تعداد گونه‌ها و N تعداد کل افراد است.

$$\text{رابطه ۴} \quad R = \frac{S-1}{\ln N}$$

R شاخص مارگالف، S تعداد گونه‌ها، \ln لگاریتم طبیعی و N تعداد کل افراد است.

$$\text{رابطه ۵} \quad E = \frac{H}{\ln(S)}$$

E شاخص پیت، H شاخص شانون وینر، \ln لگاریتم طبیعی و S تعداد گونه‌هاست.

$$\text{رابطه ۶} \quad E = \frac{1/\text{\$}}{H}$$

1. Simpson and Shannon-Wiener
2. Menhenick and Margalef
3. Peet and Hill

پارامتر فراوانی نسبی (رابطه ۸)، تراکم نسبی (رابطه ۹) و چیرگی نسبی (رابطه ۱۰) به دست می‌آید که در زیر رابطه هریک از پارامترها به تفکیک ارائه شده است (Mesdaghi, 2001).

E شاخص هیل، ξ شاخص سیمپسون و H شاخص شانون-وینر است. به منظور تعیین چگونگی توزیع فراوانی گونه‌های گیاهی از شاخص اهمیت نسبی گونه (رابطه ۷) استفاده شد. این شاخص با محاسبه مجموع سه

رابطه ۷ $\text{چیرگی نسبی} + \text{تراکم نسبی} + \text{فراوانی نسبی} = \text{شاخص اهمیت نسبی}$

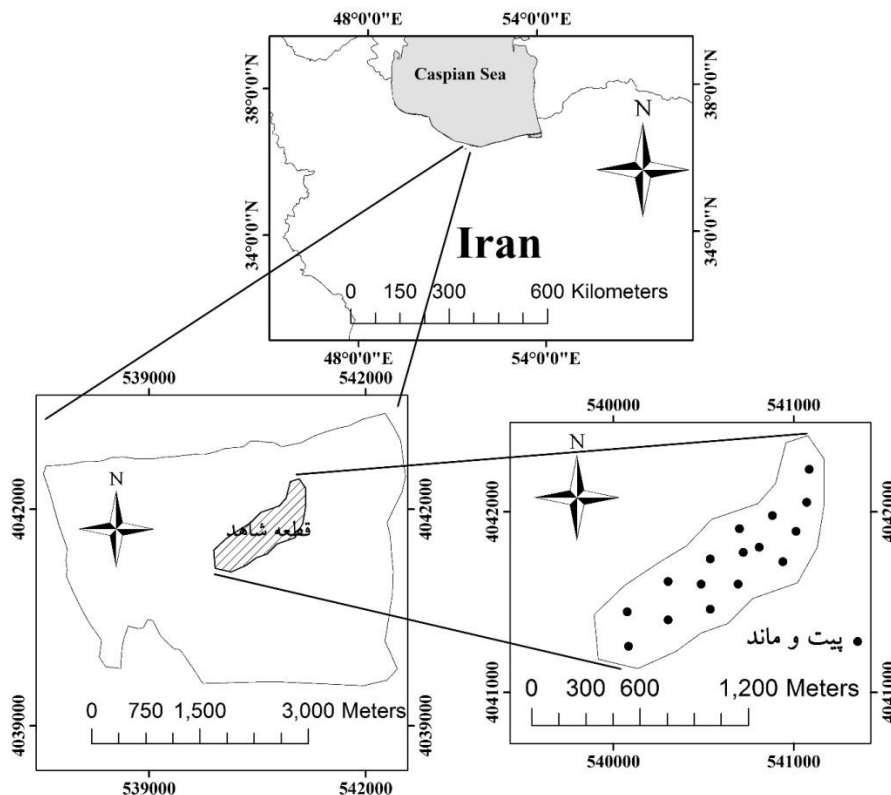
رابطه ۸ $\text{نسبی} = \frac{\text{تعداد قطعات نمونه‌ای که گونه خاصی در آنها حضور دارد}}{\text{تعداد کل قطعات نمونه}} \times 100$

رابطه ۹ $\text{تراکم نسبی} = \frac{\text{مجموع تعداد افراد یک گونه در کل قطعات نمونه}}{\text{مجموع تعداد افراد کل گونه‌ها در کل قطعات نمونه}} \times 100$

رابطه ۱۰ $\text{چیرگی نسبی} = \frac{\text{مجموع درصد پوشش یک گونه}}{\text{درصد پوشش کل گونه‌ها}} \times 100$

ترسیم شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آنالیز واریانس یکطرفه در نرم‌افزار SPSS 26 انجام گرفت. میانگین‌ها بین موقعیت‌های شاهد با پیت و شاهد با ماند با استفاده از آزمون LSD مقایسه شد و شکل‌ها در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۹ ترسیم شد.

در پایان براساس رتبه گونه‌های گیاهی (از فراوان‌ترین تا نادرترین گونه برپایه معیارهای ارزیابی در این اکوسیستم نه براساس ارزش‌ها و جایگاه حفاظتی گونه‌ها)، نمودار اهمیت نسبی گونه‌ها برای هر یک از موقعیت‌های تحت بررسی به صورت جداگانه

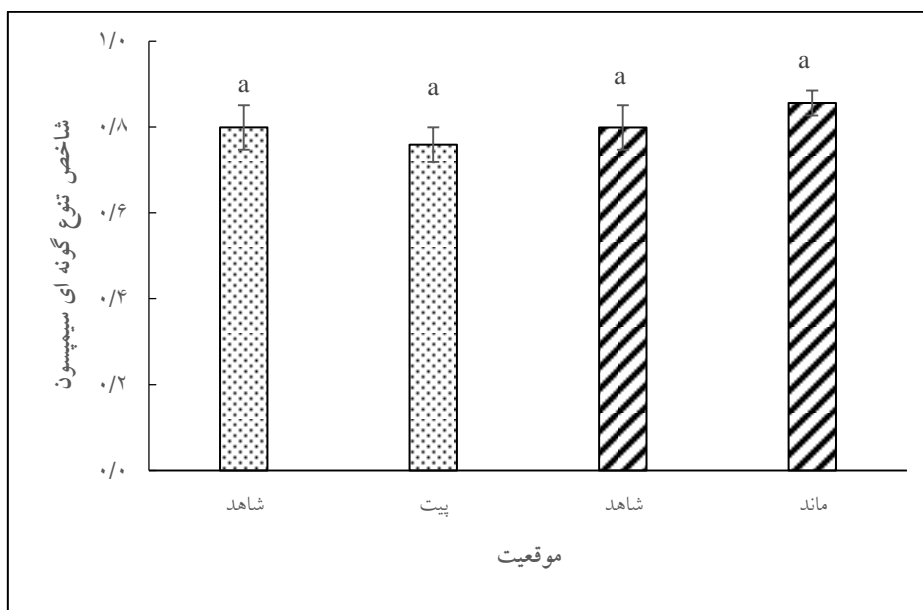


شکل ۱- نقشه منطقه پژوهش به همراه موقعیت پیت و ماندهای توپوگرافی ثبت شده

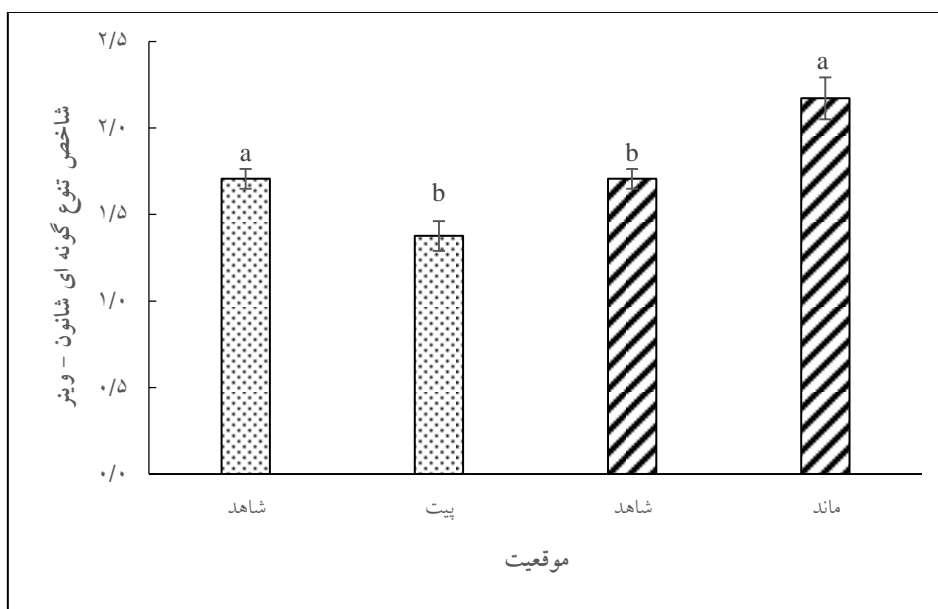
نتایج

در مجموع ۲۲ گونه گیاهی مربوط به ۱۷ تیره در منطقه پژوهش شناسایی شد. با توجه به نتایج آماربرداری، ۱۶ پیت و ماند توپوگرافیک در منطقه پژوهش شناسایی شد (شکل ۱). شاخص تنوع گونه‌ای

سیمپسون بین عوارض مختلف تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۲ الف). افزون‌بر این براساس نتایج، شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر در مناطق شاهد بیشتر از پیت و در ماند بیشتر از مناطق شاهد به‌دست آمد (شکل ۲ ب).



(الف)

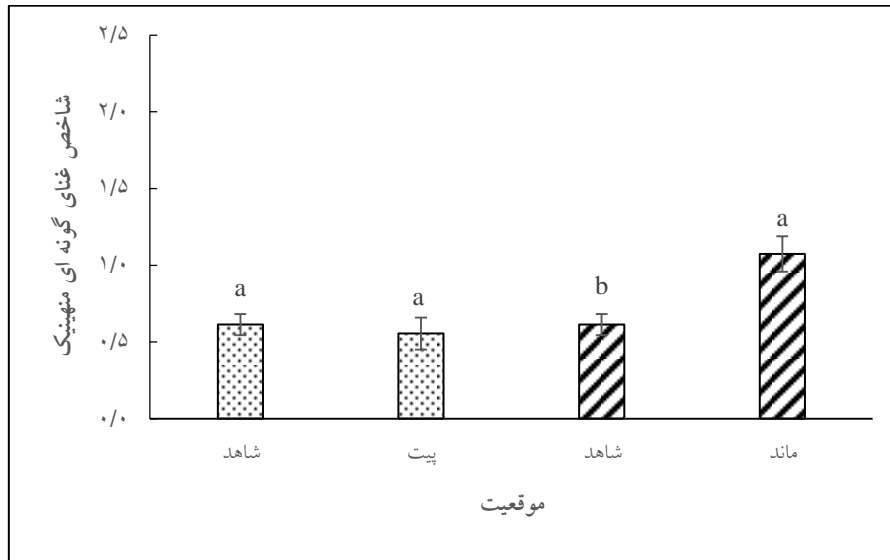


(ب)

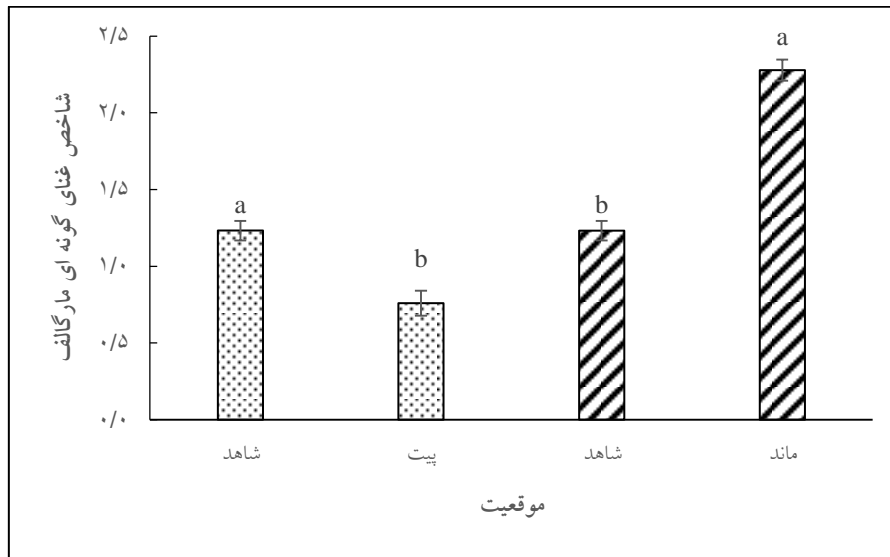
شکل ۲- میانگین مقدار شاخص‌های تنوع گونه‌ای در موقعیت‌های مختلف

از بین شاخص‌های غنای گونه‌ای، شاخص منهینیک بین دو موقعیت شاهد و پیت اختلاف معنی‌داری نداشت، اما غنا در موقعیت ماند با اختلاف معنی‌داری بیش از مناطق شاهد بود (شکل ۳ الف). شاخص غنای مارگالف در مناطق شاهد بیشتر از موقعیت پیت و در ماند بیشتر از مناطق شاهد تعیین شد (شکل ۳ ب).

شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای، تغییرات متمایزی را بین عوارض مختلف نشان ندادند. بر این اساس اگرچه بیشترین و کمترین مقدار دو شاخص پیت و هیل به ترتیب در دو موقعیت پیت و ماند حاصل شد، بین هیچ‌کدام از موقعیت‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۴ الف، ب).

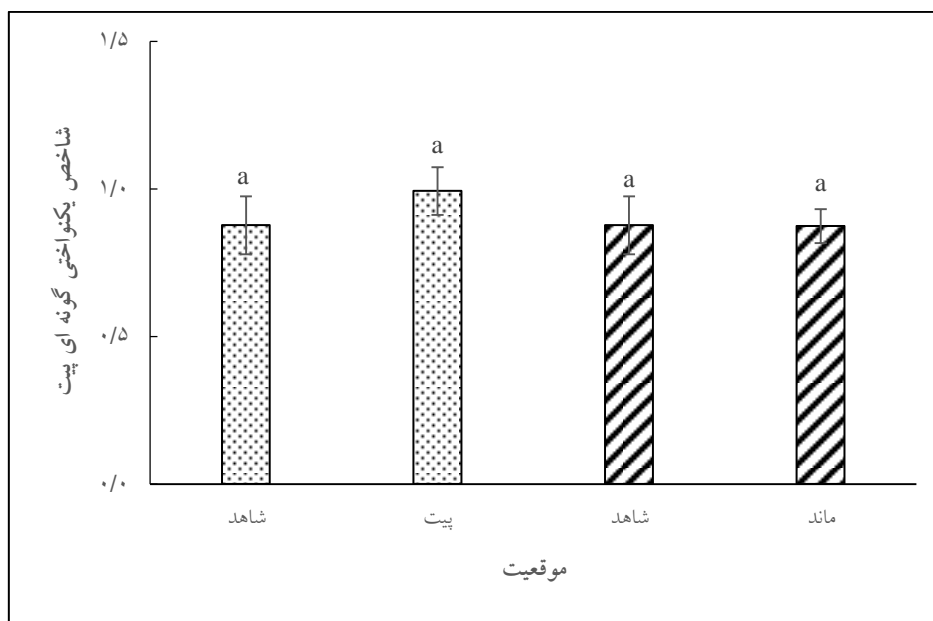


(الف)

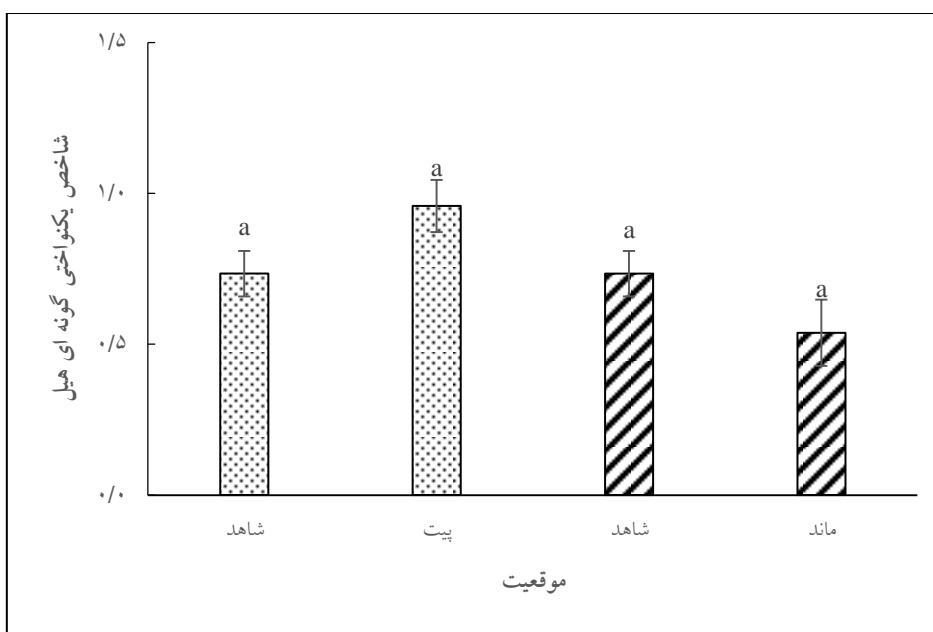


(ب)

شکل ۳- میانگین مقدار شاخص‌های غنای گونه‌ای در موقعیت‌های مختلف



(الف)

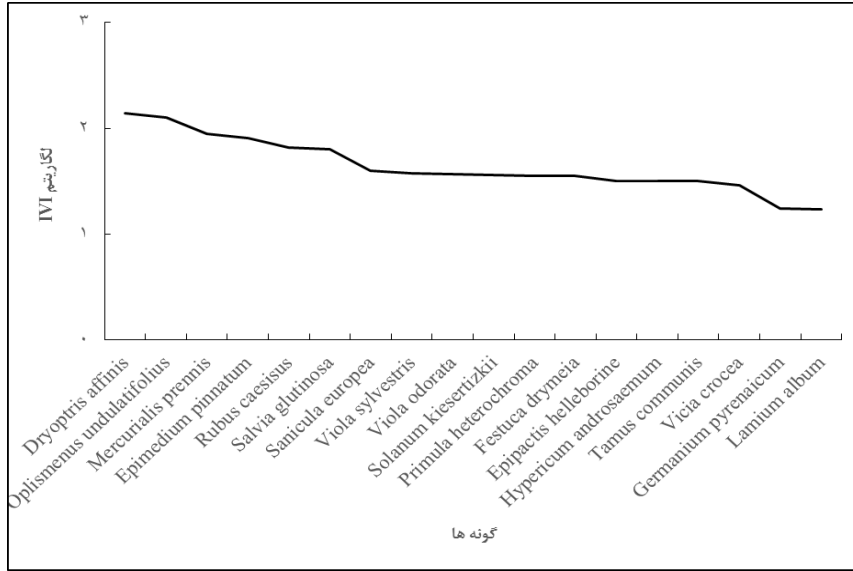


(ب)

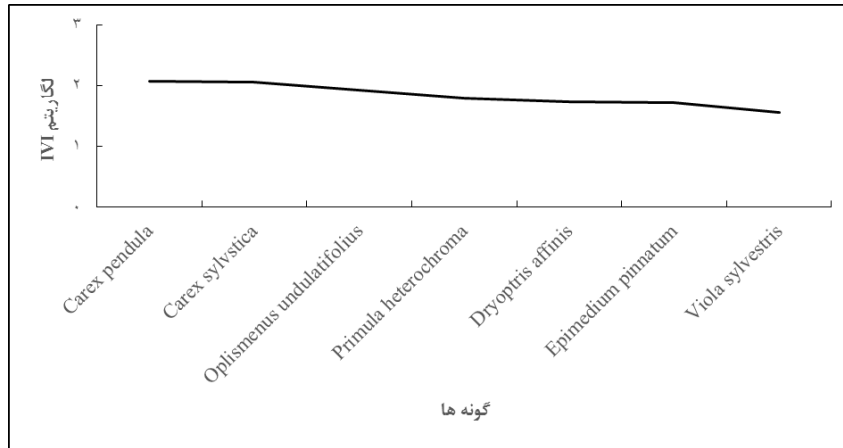
شکل ۴- میانگین مقدار شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای در موقعیت‌های مختلف

اهمیت نسبی، در هر سه موقعیت شاهد، پیت و ماند، منحنی حالت نرمال لگاریتمی نشان داد (شکل‌های ۵ تا ۷).

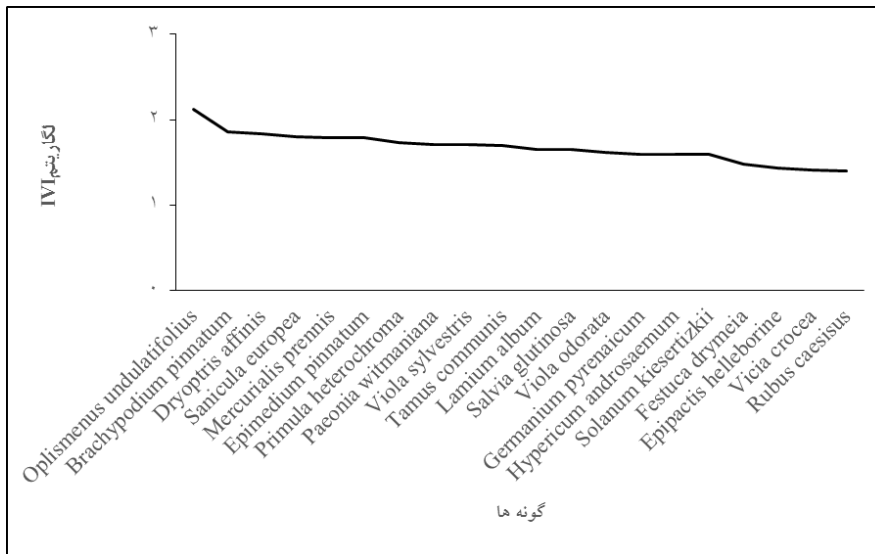
به‌منظور بررسی میزان اهمیت گونه‌های گیاهی با یکدیگر در موقعیت‌های مختلف، از شاخص اهمیت نسبی استفاده شد. مطابق منحنی‌های



شکل ۵- مقدار اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی در موقعیت شاهد



شکل ۶- مقدار اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی در موقعیت پیت



شکل ۷- مقدار اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی در موقعیت ماند

بحث

در این پژوهش به بررسی عوارض میکروتوپوگرافیکی پیت و ماند در حوزه آبخیز کوهستانی کرکود نوشهر پرداخته شد. همان‌طور که در نتایج بیان شد، میزان شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای در عوارض ماند بیشتر از پیت به دست آمد. Löhms et al. (2010) در پژوهش خود گزارش کردند که ارتباط معنی‌داری بین شرایط خرداقلیم مانند میزان نور دریافتی، دما و رطوبت خاک با شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای وجود دارد. از آنجا که با ریشه‌کن شدن و ایجاد پیت و ماند توپوگرافیکی، خرداقلیمی متفاوت با قبل شکل می‌گیرد (Kooch et al., 2014)، نور دریافتی ناشی از پرتوهای خورشیدی افزایش می‌یابد. به‌ویژه آنکه عوارض ماند به علت تپه‌ای بودن و قرار داشتن در سطوح ارتفاعی بالاتر، نور بیشتری نسبت به پیت و نواحی هموار جنگلی دریافت می‌کنند. در اکوسیستم‌های با تاج بسته مانند منطقه پژوهش که اغلب از گونه راش تشکیل شده است، تأمین نور لازم، مهم‌ترین چالش پیش روی گیاهان کف عرصه است. در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است که در صورت رفع نیاز نوری، گیاهان مختلف زیراشکوب جنگلی، گسترش مناسب‌تری خواهند داشت (Galhid et al., 2006). افزون‌بر این (Mezei et al., 2014) بیان کردند که تابش پرتو خورشیدی، با افزایش حرارت محیط و خاک در عوارض ماند و فعال کردن سیستم زایشی انواع گیاهان، بستر مناسبی برای حضور گیاهان مختلف در این عوارض فراهم می‌آورد (Mezei et al., 2014). در این زمینه پژوهش‌های دیگر نشان داد که جوانه‌زنی و سبز شدن گونه‌های گیاهی در عوارض ماند نسبت به پیت به سبب افزایش حرارت محیطی، افزایش معنی‌داری می‌یابد (Valtera & Schaetzi, 2017). همان‌طور که پیشتر ذکر شد، از دیگر عوامل محدودکننده حضور گونه‌های گیاهی در نواحی پیت نسبت به ماندها، مقدار رطوبت خاک بین این دو عارضه میکروتوپوگرافی است. اگرچه در پژوهش حاضر، رطوبت

خاک اندازه‌گیری نشد، مطابق پژوهش Valtera & Schaetzi (2017) استنباط می‌شود که گردش آب و منابع رطوبتی در ماندها به نحو مطلوب‌تری انجام گرفته و زیاد بودن مقادیر آب ورودی به درون پیت‌ها رویش گیاهان را محدود کرده است. Rodriguez-Calcerrada et al. (2008) این مسئله را در ارتباط با تنفس و نحوه چرخه مواد غذایی در این دو عارضه مقایسه کردند. بر اساس تحقیق آنها، به دلیل ایجاد حفره در خاک، انباشت لاشبرگ و مواد آلی از دیگر نواحی به درون پیت به سهولت انجام می‌گیرد. بدین ترتیب نسبت تجزیه مواد آلی با افزایش و انباشت آب در پیت‌ها کاهش پیدا می‌کند. (Kooch et al., 2014) نیز به کاهش تجزیه مواد آلی در عوارض پیت به سبب بیشتر بودن درصد رطوبت خاک اشاره کردند. در همین زمینه Frei & Fleckenstein (2014) گزارش دادند که ممکن است فرسایش مواد آلی و معدنی و ریزش مواد غذایی به درون پیت‌ها سبب افزایش عناصر مختلف در این عوارض شود، اما به علت آنکه تجزیه مواد در آن به خوبی انجام نمی‌گیرد، مواد آلی غذایی در اختیار افق‌های مختلف خاک قرار نخواهد گرفت. Bialkowski & Buttler (2015) نیز در تأیید مطالب ذکر شده بیان کردند که تنفس بهینه خاک و ریشه در نواحی ماند سبب افزایش تنوع و غنای گونه‌ای در این عوارض نسبت به پیت شد. به عبارت دیگر، نبود تنفس مطلوب خاک ممکن است مقدار کربن را در خاک افزایش دهد که در پی آن، حیات انواع فون موجود در خاک که از مهم‌ترین عوامل تجزیه مواد آلی و گردش و پویایی عناصر غذایی درون خاک هستند به خطر خواهد افتاد (Hümann et al., 2011). بدیهی است با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که ایجاد مجموع شرایط یادشده سبب استقرار مناسب‌تر انواع گیاهان در عوارض ماند در مقایسه با نواحی پیت شد. البته برخی پژوهش‌ها نیز رویش مطلوب انواع گیاهان را در نواحی پیت نشان داده‌اند (Šamonil et al., 2008). عوامل متعددی سبب مشاهده نتایج متفاوت در تنوع و غنای

گونه‌ای بین پژوهش‌های مختلف شده است. فصل نمونه‌برداری، نوع اکوسیستم، دلیل ریشه‌کن شدن و نوع درختان ریشه‌کن شده از عواملی اند که ممکن است بر تغییرات پوشش گیاهی در عوارض پیت و ماند و وقوع این تفاوت‌ها در تحقیقات مختلف تأثیرگذار باشند.

از دیگر نتایج این پژوهش، یکنواختی زیاد نواحی پیت نسبت به ماند است (شایان ذکر است که یکنواختی به چگونگی توزیع افراد در بین گونه‌ها گفته می‌شود؛ به عبارت دیگر با افزایش جمعیت یک گونه، یکنواختی گونه‌ای کاهش پیدا می‌کند). پژوهش‌های Kooch et al. (2014) و Mezei et al. (2014) بیانگر آن است که شرایط رویش در عوارض پیت سخت‌تر از ماند است. در این تحقیقات استنباط شد که وجود نور محیطی کم، رطوبت زیاد خاک، انباشت مواد آلی و کم بودن تنفس خاک، محیطی پرتنش را در پیت‌ها به وجود می‌آورد (Kooch & Bayranvand, 2017). در نتیجه کاهش گروهی از گونه‌ها در این عوارض به وجود می‌آید و بدین ترتیب یکنواختی گونه‌ای افزایش پیدا می‌کند (Mezei et al., 2014).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی ترکیب و تنوع زیستی گیاهی بین مناطق واجد و بدون آشفستگی در جنگل‌های شمال کشور پرداخته است. یافته‌ها بیانگر آن است که عوارض میکروتوپوگرافیکی پیت و ماند، تأثیر معنی‌داری بر ترکیب و تنوع گیاهان در اکوسیستم‌های جنگلی دارند. حفظ و غنای گونه‌های گیاهی از اهداف اولیه جنگل‌های تجاری نیست. اما می‌توان با تدابیر جنگل‌شناسی و حفظ درصد مشخصی از درختان قطور در واحد سطح، ضمن تأمین پیت و مانده‌های توپوگرافیکی برای آینده جنگل، به پایداری خاک و گیاهان اکوسیستم نیز کمک کرد. شایان ذکر است که اجرای پژوهش‌های بیشتر درباره عوارض پیت و ماند، می‌تواند اطلاعاتی ویژه از فرایندهای طبیعی در اکوسیستم‌های طبیعی در اختیار قرار دهد تا توانایی مدیران را در مدیریت واحد جنگلداری تسهیل کند.

همان‌طور که در نتایج گزارش شد، منحنی اهمیت نسبی گونه‌های گیاهی برای همه موقعیت‌ها روند نرمال لگاریتمی را نشان داد که بیانگر همزیستی مسالمت‌آمیز اجتماع بزرگی از گونه‌هاست (Nobakht

References

- Bialkowski, R., & Buttle, J.M. (2015). Stemflow and throughfall contributions to soil water recharge under trees with differing branch architectures. *Hydrological Processes*, 29, 4068–4082.
- Bobrovsky, M., & Loiko, S. (2016). Patterns of pedoturbation by tree uprooting in forest soils. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 1, 1–22.
- Clinton, B.D., & Baker, C.R. (2000). Catastrophic windthrow in the southern Appalachians: characteristics of pits and mounds and initial vegetation responses. *Forest Ecology and Management*, 126, 51–60.
- Ejtehadi, H., Sepehry, A., & Akkafi, H.R. (2012). *Methods of measuring biodiversity*. Ferdowsi University of Mashhad Press, 230 p.
- Fatemi Talab, S.R., Mataji, A., & Babai Kafaki, S. (2012). Determination of stand dynamic and its relationship with understory biodiversity in managed and unmanaged stands of Beech forests Case study: Safarud forest). *Iranian Journal of Forest*, 4(3), 277–287.

- Frei, S., & Fleckenstein, J.H. (2014). Representing effects of micro-topography on runoff generation and sub-surface flow patterns by using superficial rill/depression storage height variations. *Environmental Modelling & Software*, 52, 5–18.
- Galhidy, L., Mihok, B., Hago, A., Rajkai, K., & Standova, T. (2006). Effects of gap size and associated changes in light and soil moisture on the understory vegetation of a Hungarian beech forest. *Plant Ecology*, 183, 133–145.
- Habashi, H. (2019). Spatial correlation of pit and mound topography with canopy gaps in a virgin mixed beech forest, northern Iran. *Journal of Forestry Research*, 30, 295–303.
- Hümann, M., Schüler, G., Müller, C., Schneider, R., Johst, M., & Caspari, T. (2011). Identification of runoff processes – the impact of different forest types and soil properties on runoff formation and floods. *Journal of Hydrology*, 409, 637–649.
- Kern, C.C., Schwarzmann, J., Kabrick, J., Gerndt, K., Boyden, S., & Stanovick, J.S. (2019). Mounds facilitate regeneration of light-seeded and browse-sensitive tree species after moderate-severity wind disturbance. *Forest Ecology and Management*, 437, 139–147.
- Kieltyk, P., & Delimat, A. (2019). Impact of the alien plant *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded vegetation in the northern foothills of the Tatra Mountains, Central Europe. *Plant Ecology*, 220, 1–12.
- Kooch, Y. (2012). Pedodiversity Imposed by Pit and Mound Topography, Canopy Gap and Individual Tree Species in Mixed Beech of Tarbiat Modares University Experimental Forest Station. PhD Thesis, Tarbiat Modares University, 155 p.
- Kooch, Y., Zaccane, C., Lamersdorf, N.P., & Tonon, G. (2014). Pit and mound influence on soil features in an oriental beech (*Fagus orientalis lipsky*) forest. *European Journal of Forest Research*, 133, 347–354.
- Kooch, Y., & Bayranvand, M. (2017). Effect of canopy gaps area on soil biological activities and organic matter fractions in a Beech forest stand. *Iranian Journal of Forest*, 8(4), 533–546.
- Löhmus, P., Turja, K., & Löhmus, A. (2010). Lichen communities on treefall mounds depend more on root-plate than stand characteristics. *Forest Ecology and Management*, 260, 1754–1761.
- Mesdaghi, M. (2001). Analysis and description of plant cover. Ferdowsi University of Mashhad Press, 287 p.
- Mezei, P., Grodzki, W., Blaz̄enec, M., & Jakuš, R. (2014). Factors influencing the wind–bark beetles' disturbance system in the course of an *Ips typographus* outbreak in the Tatra Mountains. *Forest Ecology and Management*, 312, 67–77.
- Mohamadi fard, F., Mollashahi, M., & Ravanbakhsh, H. (2020). The impact of ecotourism on vegetation structure and plant diversity of Noor forest park, Iran. *Iranian Journal of Forest*, 11(4), 559–573.
- Muscolo, A., Sidari, M., & Mercurio, R. (2007). Influence of gap size on organic matter decomposition, microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*, Poiret) stands. *Forest Ecology and Management*, 242, 412–418.
- Nobakht, M., Pourbabaee, H., beygom Faghir, M., & Abedi, R. (2011). Variations of diversity indices and Species Importance Value (SIV) of Plant species in the Dr. Dorostkar's Forest Reservoir Area, Gisum, Talesh, *Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources*, 63(4), 389–398.
- Pawlik, L., Buma, B., Šamonil, P., Kvaček, J., Gałazka, A., Kohout, P., & Malik, I. (2020). Impact of trees and forests on the Devonian landscape and weathering processes with implications to the global Earth's system properties - A critical review. *Earth-Science Reviews*, 205, 103200, 45 p.
- Plotkin, A.B., Schoonmaker, P., Leon, B., & Foster, D. (2017). Microtopography and ecology of pit-mound structures in second-growth versus old-growth forests, Audrey Barker. *Forest Ecology & Management*, 404(15), 14–23.

- Rodriguez-Calcerrada, J., Pardos, J.A., Gil, L., & Aranda, I. (2008). Ability to avoid water stress in seedlings of two oak species is lower in a dense forest understory than in a medium canopy gap. *Forest Ecology and Management*, 255, 421–430.
- Salahi, T., Pourbabaei, H., Salahi, M., & Karamzadeh, S. (2018). Study on Floristic Composition and Chorology of Bibi yanlou's Forest Park, Astara. *Ecology of Iranian Forests*, 6(11), 1–13.
- Šamonil, P., Král, K., Douda, J., & Šebková, B. (2008). Variability in forest floor at different spatial scales in a natural forest in the Carpathians: effect of windthrows and mesorelief. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 2256–2606.
- Schaetzl, R.J. (2013). Compete soil profile inversion by tree uprooting. *Physical Geography*, 7(2), 181–189.
- Valtera, M., & Schaetzl, R.J. (2017). Pit-mound microrelief in forest soils: Review of implications for water retention and hydrologic modelling. *Forest Ecology and Management*, 393, 40–51.
- Whittaker, R.H. (1977). Evolution of species diversity in land communities. *Journal of Evolutionary Biology*, 10, 325–335.



Research Article

Studying the plants species diversity under microtopography in mixed beech forests, case study: Deldareh forests, Nowshahr

S. Shabani^{1*}, S. Varamesh², K. Sefidi³, and A.A. Haghghi⁴

¹ Research Assistant, Research Dept. of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

² Assistant Prof., Forest Science & Engineering, University of Mohaghegh Ardabili

³ Associate Prof., Forest Science & Engineering, University of Mohaghegh Ardabili

⁴ Lecturer Assistant, Dept. of Plant Protection, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

(Received: 08 December 2020; Accepted: 28 April 2021)

Abstract

The uprooting of large trees leads to the formation of depressions in the root area and plate-like features next to it, which are referred to as pit and mound microtopography. For studying the plant species diversity in these positions, Deldareh forests, Nowshahr was selected. For this purpose, all pits and mounds were identified in 70 ha of the study area. The presence and frequency of plant species were recorded on these positions and each pit and mound was compared with a plot 2×4m located 25m far from these positions. First, to analyze the plant species, biodiversity indices were computed. Then, to study SIV in each position, relative frequency, relative density, and relative dominance were also calculated. The results indicated all indices of diversity and richness had significant difference between positions, except the Simpson one. Accordingly, in the comparison between the pit and control positions, the control position, and between the control and mound positions, the mound position had higher values of the indices. Also, neither of both evenness indices showed a significant difference between different positions. The study of the SIV also showed that in all positions, there is a normal logarithmic curve. The findings of the present study show the high ability of pit and mound effects on increasing the species richness in forest stands. Therefore, the design of silviculture methods should be such that by maintaining and increasing the thick trees, a certain number of pit and mound microtopography remains per unit area.

Keywords: Plant Species Diversity, Uprooted Trees, Species Important Value, Species Richness.