

## تأثیر اندازه حفرات جنگلی بر روی تنوع زیستی گونه‌های گیاهی در توده‌های بلوط - ممرزستان در جنگل خانیکان چالوس

سعید شعبانی، مسلم اکبری نیا\*، سید غلامعلی جلالی و علیرضا علی عرب

نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۴

### چکیده

اندازه حفرات جنگلی و شرایط به وجود آمده در درون حفرات از مسائلی است که در روند تنوع زیستی جوامع گیاهی کف جنگل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین منظور برای شناخت بهتر تغییرات تنوع زیستی در حفرات جنگل خانیکان چالوس از شاخصهای تنوع زیستی سیمپسون، شانون-وینر، منهنیک، مارگالف، پیت و هیل استفاده شده است. آماربرداری از حفرات به روش ترانسکت خطی صورت گرفت و فراوانی پوشش گیاهی نیز یادداشت شد. حفرات جنگلی در چهار کلاسه سطح (کمتر از ۲۰۰ متر مربع، ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع و بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع) قرار داده شد. در مجموع ۳۴ حفره جنگلی در مسیر ترانسکتها ثبت و ۴۳ گونه گیاهی در ۲۵ خانواده در کل حفرات شناسایی شد. نتایج همبستگی و تجزیه واریانس نشان داد مقادیر شاخصهای تنوع و غنای گونه‌ای با افزایش اندازه حفره افزایش معنی‌داری پیدا کرده و بیشترین میزان این شاخصها در حفرات بزرگتر از ۱۰۰۰ متر مربع مشاهده شد. همچنین مقادیر یکنواختی با افزایش اندازه حفره کاهش معنی‌داری پیدا کرده است و حفرات دو کلاسه اول سطح بیشترین میزان یکنواختی را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: حفرات جنگلی، کلاسه‌های سطح، شاخصهای تنوع زیستی، جنگل خانیکان چالوس.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۲۱۳۴۰۲ پست الکترونیک: [seidghameli@mod.ac.ir](mailto:seidghameli@mod.ac.ir) کف‌لایحه: ۰۹۱۱۱۲۱۳۴۰۲

### مقدمه

خاکی از قبیل دما، رطوبت و درجه دسترسی به مواد غذایی نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۳، ۱۴ و ۴۵). فاصله مرکز تا حاشیه حفره، جهت کشیدگی حفره، سایه ایجاد شده توسط خشکه‌دارها و وضعیت میکروتوپوگرافی هر حفره از جمله عواملی هستند که سبب اختلاف پراکنش نوری در قسمتهای مختلف هر حفره می‌شود (۲۹). از این رو پوشش داخل حفرات به سبب قابلیت دسترسی مناسب‌تر به منابع، به ویژه به نور، تفاوت‌های زیادی با جنگل متراکم اطراف خود دارند و همین امر تجدید حیات، رشد و همچنین تنوع و غنای پوشش گیاهی در داخل حفرات را افزایش می‌دهد (۴۷، ۴۸ و ۴۹). شدت ناهمگنی منابع محیطی هر حفره به همراه نیازهای اکولوژیک گیاهان، سبب می‌شود که هر گیاه با توجه به محدودیتها و فرصتهای

حفرات تاج پوشش نقش مهمی در جنگلهای نواحی معتدله بر عهده دارند (۲۶). بر اثر افتادن درخت یا درختان در سطح جنگل به دلایل مختلف (پایان دیرزیستی، بادافتادگی، آتش سوزی، بیماری و ...) حفراتی در تاج پوشش به وجود می‌آید که منشاء بسیاری از تغییر و تحولات در توده است. تاکنون مطالعات زیادی در مورد زادآوری (۱۷)، شرایط اقلیمی و خاکی (۴۱) و وضعیت هندسی در درون حفرات تاجی صورت گرفته است (۸). اما در این میان بررسی تنوع گونه‌ای گیاهان در حفرات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با ایجاد حفره تاج پوشش، بسیاری از منابع دچار تغییر خواهند شد. آنچه مسلم است، تغییرات نوری درون حفرات بیشتر از سایر عوامل خود را نشان می‌دهد (۱۱، ۱۲ و ۱۷)، هرچند در این بین ایجاد ناهمگنی در مواد و منابع

شاخصهای تنوع زیستی، تغییرات میزان تنوع زیستی را در حفرات با اندازه مختلف مورد بررسی قرار دهد. از این رو فرضیه تحقیق عبارت است از اینکه "با افزایش اندازه حفره میزان تنوع زیستی گونه‌های گیاهی افزایش پیدا خواهد کرد".

#### مواد و روشها

**منطقه مورد مطالعه:** این تحقیق در جنگلهای خانیکان واقع در عرض جغرافیایی ۳۳° ۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱° ۲۳ شرقی و در ارتفاع ۶۰۰ متری از سطح دریا انجام گرفت. مساحت منطقه مورد مطالعه ۶۰ هکتار است. به طور کلی خاکهای منطقه مورد بررسی دارای منشاء مادری آهکی و مارنی و در بعضی نقاط شیل‌های زغالی بوده و به همین جهت از تحت الارض مناسبی برخوردار نمی‌باشند. جنگل مربوطه دارای خاکی تکامل یافته و نسبتاً عمیق تا عمیق و در نقاط مرتفع بعضاً کم عمق، بافت خاک عموماً نیمه سنگین تا سنگین با درصد رس بیش از ۳۰ تا ۳۵ درصد که نشان دهنده زهکشی ضعیف خاک می‌باشد. اسیدیته خاک، بعضاً قلیایی بوده، ریزش و لغزشهای جدید در بیشتر مناطق دیده می‌شود. گونه درختی غالب در آشکوب اصلی بلوط و گونه درختی زیر آشکوب مرمرز می‌باشد. سایر گونه‌های درختی عبارتند از شیردار، پلت، لرگ، کلهو، شب‌خسب، انجیر و انجیلی.

**نمونه برداری و جمع‌آوری داده‌ها:** به منظور بررسی حفرات جنگلی ۱۰ ترانسکت خطی (فاصله هر ترانسکت با ترانسکت مجاور خود ۵۰ متر بود)، در راستای شمالی جنوبی در منطقه پیاده شد (۴ و ۳۷). حفرات جنگلی که در مسیر ترانسکتها قرار گرفته شد برداشت و آماربرداری گردید. تنه درختان حاشیه هر حفره (حفره گسترش یافته) به عنوان مرز حفره در نظر گرفته شد (۳). مساحت با اندازه گیری فاصله و آزیموت از مرکز حفره به تنه درختان حاشیه، اندازه‌گیری و ثبت شد. حفرات آمار برداری شده در ۴ کلاسه سطح کمتر از ۲۰۰ متر مربع، ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر

محیطی، بهترین مکان را برای استقرار انتخاب کند (۱۰، ۱۶ و ۲۹).

با توجه به شدت نیاز نوری گیاهان کف جنگل، با افزایش اندازه حفرات تعداد گونه‌های گیاهی افزایش پیدا خواهد کرد و به دنبال آن تنوع گونه‌ای بالاتر می‌رود (۴۶). در واقع حفرات جنگلی مانند جزایری با لایه‌های علفی بیشتر و پوشش چوبی جوان‌تر محسوب می‌شوند (۶ و ۲۸). زیر آشکوب می‌تواند مکانی مناسب برای گونه‌ها و زیر گونه‌های جدید و شاخصی مناسب برای تعیین میزان تنوع زیستی هر منطقه باشد. از این رو بکارگیری مشخصات گیاهان زیر آشکوب، راه حل مناسبی برای طبقه‌بندی گیاهان در گروه‌های کاربردی به حساب می‌آید. استراتژی گونه‌ای گرایم (۱۹۹۷) و تقسیم گیاهان به سه نوع ۱- گونه‌های رقیب، ۲- گونه‌های مخروبه‌پسند و ۳- گونه‌های بردبار به استرس بر این اساس بنا نهاده شده است (۳۰). تنوع گونه‌ای زیر آشکوب و گسترش مکانی تأثیر اندازه حفره بر روی تنوع گونه‌های زیر آشکوب معمولاً از راه حل ساده‌ای تبعیت نمی‌کند. به طور کلی نواحی واقع در هر حفره یا اطراف آن، تنوع بالاتری نسبت به جنگلهای بدون حفره از خود نشان می‌دهند. این تنوع در داخل حفره حداکثر است و با حرکت به محیط مجاور کاهش پیدا خواهد کرد (۴۳). در تأیید این مطلب بسیاری از مطالعات بیان می‌کنند که حفرات دارای گونه‌هایی هستند که رویش آنها در نواحی بدون حفره به ندرت دیده می‌شود، از این رو به عنوان گونه‌های شاخص حفره شناخته می‌شوند. هرچند که اختلاط عوامل محیطی مختلف سبب شناسایی تعداد معدودی از این گیاهان می‌شود، ولی احتمالاً گونه‌های شاخص بین اندازه حفرات متعدد متفاوت از هم خواهند بود (۱۵، ۲۳، ۲۶، ۳۲ و ۳۳).

در مجموع آنچه مسلم است، میزان تأثیر گذاری حفرات جنگلی بر جوامع واقع در آشکوب پایین، همبستگی معنی‌داری با اندازه حفره دارد (۱۸)، لذا این مطالعه سعی دارد که با شناسایی گونه‌های گیاهی در حفرات و استفاده از

که در این فرمول  $H$  شاخص تنوع شانون وینر و  $P_i$  فراوانی نسبی افراد گونه  $i$  ام در نمونه مورد نظر است.

ب) شاخص غنای گونه‌ای

۱- شاخص غنای مارگالف (عغغعغعغعغعغ)

$$d = \frac{S-1}{\ln N} \quad [3]$$

که در آن  $R$  غنای گونه‌ای مارگالف،  $S$  تعداد گونه‌ها،  $\ln$  لگاریتم طبیعی و  $N$  تعداد کل افراد است.

۲- شاخص غنای منهینیک (عغغعغعغعغ)

$$d = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad [4]$$

که در آن  $R$  غنای منهینیک،  $S$  تعداد گونه‌ها و  $N$  تعداد کل افراد می‌باشد.

ج) شاخصهای یکنواختی

۱- شاخص پیت (مغغغغ)

$$P = \frac{H}{\ln(S)} \quad [5]$$

که در آن  $E$ ، یکنواختی پیت،  $H$  شاخص شانون وینر،  $\ln$  لگاریتم طبیعی و  $S$  تعداد گونه‌هاست. بدین شاخص، شاخص پایلو نیز گفته می‌شود.

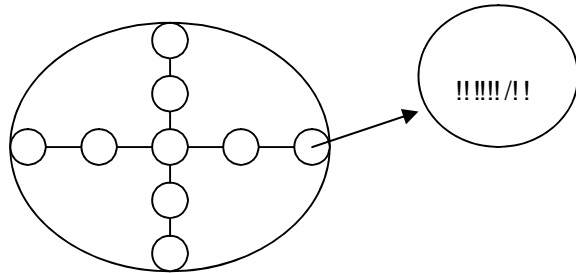
۲- شاخص هیل (هیل هیل هیل هیل)

$$E = \frac{1}{S \times H} \quad [6]$$

که در آن  $E$ ، شاخص یکنواختی هیل،  $S$  شاخص سیمپسون و  $H$ ، شاخص شانون- وینر می‌باشد.

مقادیر شاخصهای تنوع زیستی با استفاده از نرم‌افزارهای *Past* و *Ecological Methodology* تعیین شد، سپس با استفاده از نرم‌افزار *SPSS 15*، میزان همبستگی و تجزیه واریانس شاخصها با کلاسه‌های سطح حفره بررسی شد و

مربع، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع و بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع قرار گرفتند. برای بررسی پوشش گیاهی در هر حفره ۹ میکروپلات دایره‌ای شکل با سطح ۳/۱۴ متر مربع (شعاع ۱ متر) استقرار یافته بود. اولین میکروپلات در مرکز و سایر میکروپلاتها در راستای چهار جهت اصلی با فاصله مشخص از هم قرار می‌گرفت (شکل ۱)، به طوری که در هر جهت دو میکروپلات قرار داده شد (۴۱).



شکل ۱- روش پیاده کردن میکروپلاتها در هر حفره

تحلیل داده‌ها: درصد پوشش تمام گونه‌های گیاهی در میکروپلاتها ثبت شد. در هر حفره تنوع گونه‌ای با استفاده از شاخصهای سیمپسون و شانون وینر، غنای گونه‌ای در هر حفره با شاخصهای مارگالف و منهینیک و یکنواختی در هر حفره با شاخصهای پیت و هیل محاسبه شد. مقادیر هر کدام از شاخصهای گفته شده با فرمولهای زیر به دست آمد (۳۴، ۳۵، ۳۸ و ۵۴).

الف) شاخصهای تنوع گونه‌ای

۱- شاخص سیمپسون (کگکگکگکگ)

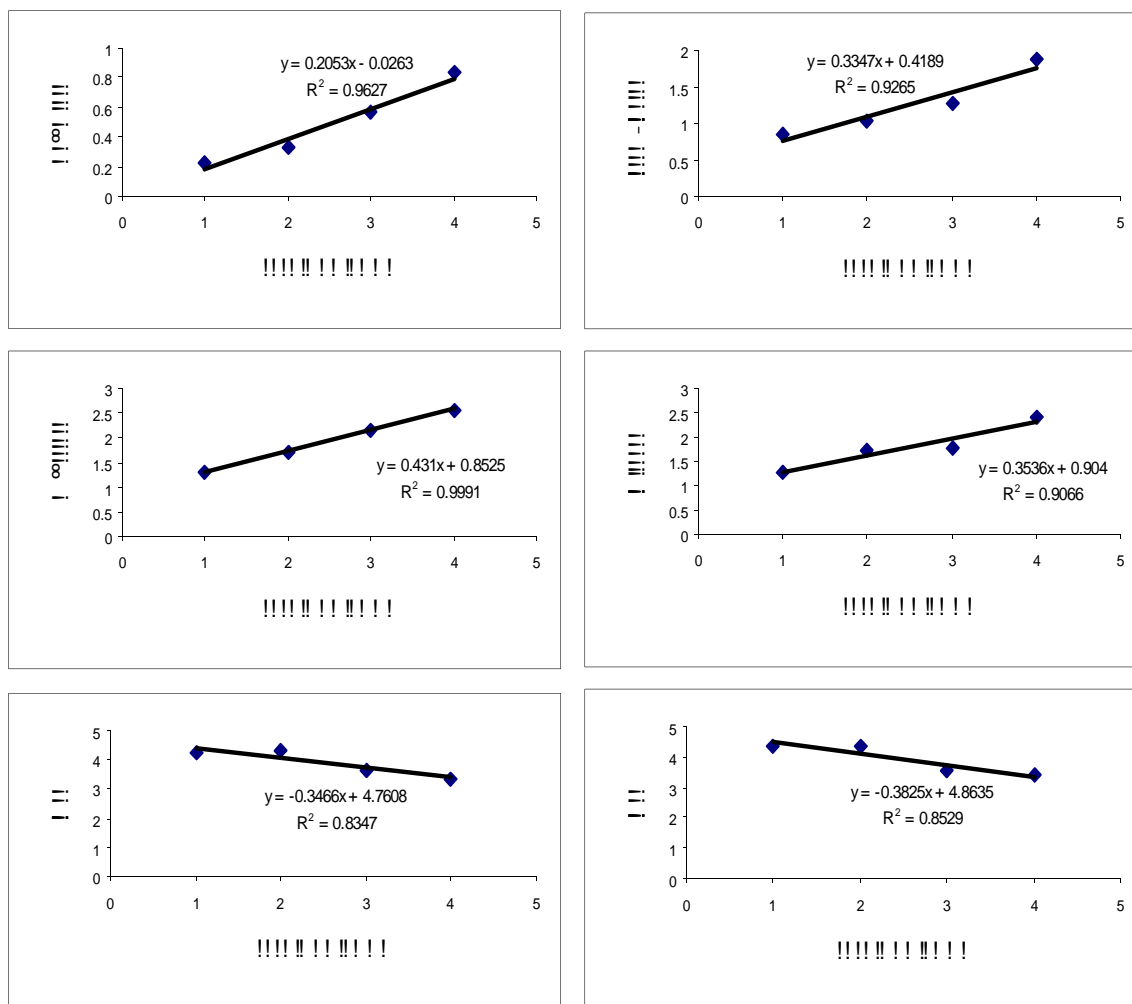
$$S = \frac{1}{\sum_{i=1}^j \left[ \frac{(f_i)^2}{N(N-1)} \right]} \quad [1]$$

که در آن  $S$ ، شاخص تنوع سیمپسون،  $s$  تعداد گونه‌ها و  $n_i$  تعداد افراد مربوط به هر گونه با رتبه  $i$  و  $N$  تعداد کل افراد می‌باشد.

۲- شاخص شانون و (یلاغ کغ فس عکع کگ ککعغذ)

$$H = - \sum_{i=1}^s [P_i \ln(P_i)] \quad [2]$$

نمودار ارتباط اندازه سطوح حفرات با هر شاخص در Excell رسم شد.



شکل ۲- رابطه میانگین مقادیر شاخصهای تنوع زیستی گونه‌های گیاهی با کلاسه سطح حفرات

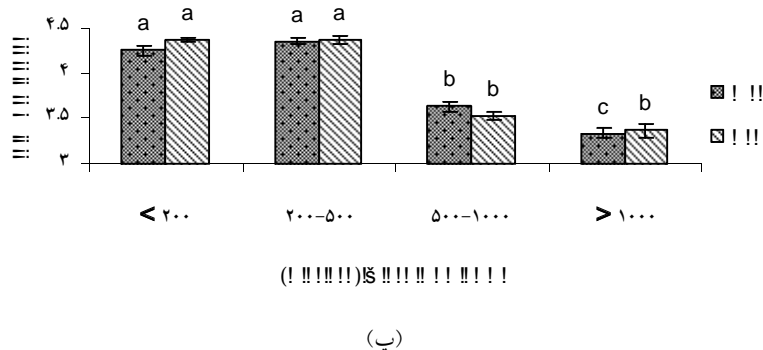
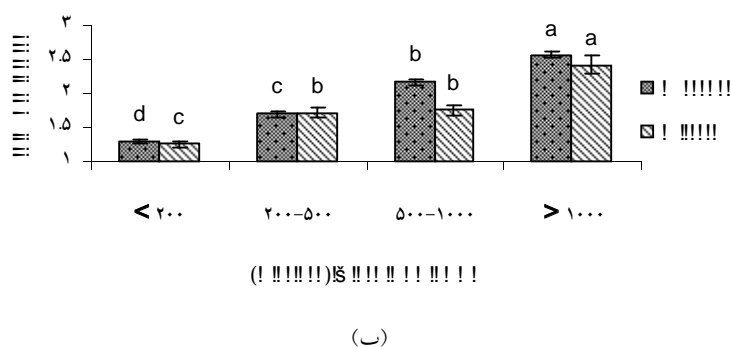
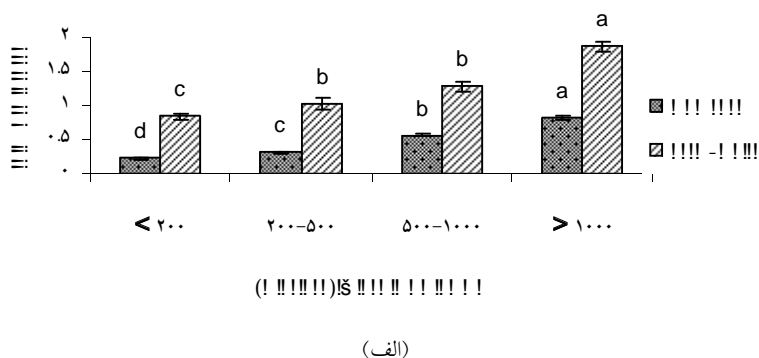
## نتایج

با توجه به آماربرداری در منطقه مورد مطالعه، ۳۴ حفرة جنگلی با اندازه‌های مختلف برداشت شد. در مجموع کلاسه سطح اول (کمتر از ۲۰۰ متر مربع) ۱۱ حفرة، کلاسه سطح دوم (۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع) ۱۰ حفرة، کلاسه سطح سوم (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر مربع) ۸ حفرة و کلاسه سطح چهارم (بیشتر از ۱۰۰۰ متر مربع) ۵ حفرة را در خود جای داده بود. در مجموع ۴۳ گونه گیاهی در ۲۵ خانواده در کف حفرات شناسایی شد، که بیشترین تعداد متعلق به خانواده گرامینه و با پنج گونه بود (جدول ۱).

مقادیر شاخصهای تنوع زیستی برای هر یک از حفرات مختلف محاسبه شد. با توجه به نتایج همبستگی، مقادیر شاخصهای تنوع سیمپسون ( $P_T$  ۰.۹۳۶،  $آد$ ) و شانون وینر ( $P_T$  ۰.۸۰۱،  $آد$ ) و شاخصهای غنای گونه‌ای منهنیک ( $P_T$  ۰.۲۹۶،  $آد$ ) و مارگالف ( $P_T$  ۰.۸۵۱،  $آد$ ) با افزایش اندازه افزایش پیدا کرده و همبستگی مثبتی نشان داد (شکل ۲). از طرف دیگر هر دو شاخصهای اندازه‌گیری یکنواختی پیت ( $P_T$  ۰.۷۰۶،  $آد$ ) و هیل ( $P_T$  ۰.۷۷۳،  $آد$ ) همبستگی منفی کامل و معنی‌داری را نشان داده است (شکل ۲).

جدول ۱- گونه‌های گیاهی شناسایی شده در حفرات جنگل خانیکان چالوس

ردیف	نام علمی گونه‌ها	نام فارسی	آندمیک	خانواده
۱	<i>Ruscus hyrcanus</i> ج.	کوله خاس	x	Liliaceae
۲	<i>Carex grioletia</i> ج.	نوعی جگن		Cyperaceae
۳	<i>Smilax exelsa</i> ج.	ازملک		Asparaginaceae
۴	<i>Primula heterochroma</i> غم‌م‌د	نوعی پامچال	x	Primulaceae
۵	<i>Brachypodium pinnatum</i> (ج.) نه‌ع‌غ‌ب. خ.	براختی پودیوم جنگلی		Gramineae
۶	<i>Pteris cretica</i> ج.	سرخس پنجه‌ای		Pteridaceae
۷	<i>Scutellaria tournefortii</i> غم‌ک‌غ‌ب.	بشقابی جنگلی		Labiatae
۸	<i>Viola odorata</i> ج.	بنفشه		Violaceae
۹	<i>Asplenium adiantum</i> ج.	نوعی سرخس		Aspleniaceae
۱۰	<i>Equisetum ramosisum</i> غم‌ل‌غ‌پ	نوعی دم اسب		Equisetaceae
۱۱	<i>Conyza bonariensis</i> (ج.) ل‌ک‌گ‌ل‌ا‌ب	نوعی پیر بهار		Compositae
۱۲	<i>Asplenium trichomanes</i> ج.	نوعی سرخس		Aspleniaceae
۱۳	<i>Phyllitis scolopendrium</i> ج.	سرخس زنگی دارو		Aspleniaceae
۱۴	<i>Pteridium aquilinum</i> ج.	سرخس عقابی		Hypolepidaceae
۱۵	<i>Hedera pastuchovii</i> غلا‌گ‌ل‌ا‌و‌غ. ک‌گ‌گ‌د‌س	داردوست		Araliaceae
۱۶	<i>Pteris dentata</i> ق‌گ‌ل‌ل‌ا‌ت	نوعی سرخس		Pteridaceae
۱۷	<i>Circaea lutetiana</i> ج.	عش‌رق		Onagraceae
۱۸	<i>Oplismenus undulatifolius</i> خ.	علف جنگلی		Gramineae
۱۹	<i>Calystesia sepium</i> (ج.)	نوعی پیچک جنگلی		Umbelliferae
۲۰	<i>Hypericum androsaemum</i> ج.	م‌ت‌ا‌م‌ت‌ی		Hypericaceae
۲۱	<i>Fragaria vesca</i> ج.	توت‌فرنگی		Rosaceae
۲۲	<i>Prunella vulgaris</i> ج.	نعناع جنگلی		Labiatae
۲۳	<i>Euphorbia amygdaloides</i> ج.	فرفیون		Gramineae
۲۴	<i>Tamus communis</i> ج.	تمیس		Dioscoraceae
۲۵	<i>Sanicula europaea</i> ج.	مرهمی		Umbelliferae
۲۶	<i>Danea racemosa</i> (ج.) Moench	همیشک	x	Liliaceae
۲۷	<i>Solanum kieseritzkii</i> ج. ا. د.	تاج‌ریزی جنگلی		Umbelliferae
۲۸	<i>Festuca drymeia</i> ج. & د.	فستوکای کوهی		Gramineae
۲۹	<i>Dryopteris filixmas</i> (ج.)	سرخس‌نر		Aspidiaceae
۳۰	<i>Microstegium vimenium</i> (ر.)	نوعی گرامینه		Gramineae
۳۱	<i>Ophioglossum vulgatum</i> ج.	سرخس مارزبان		Ophioglossaceae
۳۲	<i>Parietaria officinalis</i> ج.	ساش‌واش		Urticaceae
۳۳	<i>Geum urbanum</i> ج.	علف مبارک		Rosaceae
۳۴	<i>Menthe</i> ج. ع‌غ‌م‌ا‌ل‌ع	پونه‌آبی		Labiatae
۳۵	<i>Plantago major</i> ج.	بارهنک		Plantaginaceae
۳۶	<i>Pimpinella affinis</i> ج.	ترتیزک باغی		Umbelliferae
۳۷	<i>Oxalis corniculata</i> ج.	شبلدر ترشک		Oxalidaceae
۳۸	<i>Lamium album</i> ج.	گزنه سفید		Labiatae
۳۹	<i>Mercurialis prennis</i> ج.	علف‌جیوه		Euphorbiaceae
۴۰	<i>Cardamin impatiens</i> ج.	ترتیزک باتلاقی		Cruciferae
۴۱	<i>Rubus caesius</i> ج.	تمشک‌کیود		Rosaceae
۴۲	<i>Urtica dioica</i> ج.	گزنه دو پایه		Urticaceae
۴۳	<i>Carex acutiformis</i> ج.	جگن		Cyperaceae



شکل ۳- میانگین مقادیر شاخصهای تنوع زیستی در کلاسه سطح حفرات

یکنواختی گونه‌ای در دو کلاسه حفره اول و دوم مشاهده می‌شود (جدول ۲ و شکل ۳).

### بحث

شناخت فرآیندی که گسترش پوشش گیاهی را در حفرات جنگلی کنترل می‌کند از اهمیت بالایی برای مدیریت نزدیک به طبیعت جنگلهای نواحی معتدله برخوردار است (۹ و

به منظور تعیین سطح معنی‌داری، تجزیه واریانس در ارتباط با شاخصهای تنوع زیستی در کلاسه‌های مختلف حفرات نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر شاخصهای تنوع و غنای گونه‌ای با افزایش اندازه حفره افزایش پیدا کرده است (جدول ۲ و شکل ۳). همچنین مقادیر شاخصهای یکنواختی با افزایش اندازه حفره کاهش معنی‌داری پیدا کرده است، به طوری که بیشترین مقدار

اندازه حفره میزان تنوع گونه‌های گیاهی تغییر معنی‌داری پیدا نکرده است (۵). احتمالاً انجام نمونه‌برداری در سال بعد از بذرافشانی گونه‌های درختی و همچنین استقرار مناسب گونه‌های چوبی مانع از آن شده است که گونه‌های گیاهی گسترش زیادی پیدا کنند و به همین دلیل از میزان تنوع گونه‌های گیاهان در حفرات بزرگ‌تر کاسته شده است (۷).

۵۰). مطالعات زیادی افزایش تنوع زیستی مناطق دارای حفرات جنگلی را نسبت به مناطق با تاج پوشش بسته نشان می‌دهد (۴۰، ۳۶ و ۵۳).

نتایج این تحقیق نشان داد حفرات جنگلی تنوع زیستی بالایی دارند و این تنوع با افزایش سطح بالا خواهد رفت، که این نتیجه با بررسی‌های صورت گرفته در جنگلهای رامسر همخوانی دارد (۲). برخلاف این بررسی، نتایج به دست آمده در جنگلهای نوشهر نشان می‌دهد که با افزایش

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخصهای تنوع زیستی در کلاسه‌های سطح حفرات

معنی‌داری	ت	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	شاخصها	متغیر
۰/۰۰	۲۰۹/۷۰۲	۰/۵۰۵	۳	۱/۵۱۵	سیمپسون	ژن گروه‌ها
۰/۰۰	۳۶/۸۸۶	۱/۳۱۵	۳	۳/۹۴۴	شانون- وینر	
۰/۰۰	۱۹۰/۱۲۳	۲/۳۳۴	۳	۷/۰۰۱	منهینیک	
۰/۰۰	۴۰/۷۲۱	۱/۵۹۸	۳	۴/۷۹۴	مارگالف	
۰/۰۰	۶۹/۷۷۱	۱/۷۴۸	۳	۵/۲۴۴	پیت	
۰/۰۰	۱۲۳/۱۱۸	۲/۲۰۳	۳	۶/۶۱۰	هیل	
-	-	۰/۰۰۲	۳۰	۰/۰۷۲	سیمپسون	درون گروه‌ها
-	-	۰/۰۳۶	۳۰	۱/۰۶۹	شانون- وینر	
-	-	۰/۰۱۲	۳۰	۰/۳۶۸	منهینیک	
-	-	۰/۰۳۹	۳۰	۱/۱۷۷	مارگالف	
-	-	۰/۰۲۵	۳۰	۰/۷۵۲	پیت	
-	-	۰/۰۱۸	۳۰	۰/۵۳۷	هیل	
-	-	-	۳۳	۱/۵۸۷	سیمپسون	سطح
-	-	-	۳۳	۵/۰۱۳	شانون- وینر	
-	-	-	۳۳	۷/۳۷۰	منهینیک	
-	-	-	۳۳	۵/۹۷۱	مارگالف	
-	-	-	۳۳	۵/۹۹۵	پیت	
-	-	-	۳۳	۷/۱۴۷	هیل	

خوبی مشخص است با ایجاد تغییرات گفته شده، توانایی حفرات برای رویش جوامع گیاهی زیر آشکوب افزایش پیدا خواهد کرد. بررسی‌های صورت گرفته در جنگلهای پهن برگ آمریکا و بولیوی نیز نشان می‌دهد که مهم ترین عامل تأثیر گذار در افزایش تنوع و غنای گونه‌ای در حفرات جنگلی، اندازه حفرات و به دنبال آن قابلیت دسترسی

بعد از وقوع به هم خوردگی در جنگل، منابع و شرایط اکولوژیکی دچار تغییر می‌شود. نور بیشتری به کف می‌رسد، رطوبت خاک و میکرو اقلیم افزایش پیدا می‌کند، جریان هوا در اقلیم و خاک به صورت محسوسی بهتر خواهد شد. مجموعه این عوامل سبب می‌شود سیر تحولی و پویایی توده در مدت زمان کمتر و با سرعت بیشتری انجام شود. به

راحت‌تر به منابع نوری و آبی است که با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد (۲۰ و ۲۴).

یکی از مهم‌ترین عوامل به هم خوردگی در جنگلهای نواحی معتدله وقوع طوفان و بادهای محلی است. همچنین با به پایان رسیدن دیر زیستی در گونه‌های درختی، تعداد زیادی از این گونه‌ها بر روی زمین می‌افتند. برگشت مواد آلی و معدنی این گونه‌ها به خاک مواد مغذی زیادی را در اختیار خاک قرار می‌دهد و سبب غنای زی‌توده می‌شود. مطالعات زیادی افزایش تنوع و غنای گونه‌های چوبی و علفی را در کنار درختان پوسیده گزارش کرده است (۳۱ و ۵۲). ذکر این نکته ضروری است که در حفرات جنگلی وسیع‌تر، رطوبت که مهم‌ترین عامل تجزیه سریع درختان افتاده است به میزان بیشتری در اختیار خشک‌دار قرار می‌گیرد. به همین علت گونه‌های شمال ایران نسبت به اروپای مرکزی که اقلیمی خشک دارد زودتر تجزیه می‌شوند و این امر در بالا بردن تنوع گیاهی مناطق شمال نسبت به اروپای مرکزی نمی‌تواند بی‌تأثیر باشد، همچنین دمای محیط به عنوان یک عامل اکولوژیک مهم این فرآیند را تشدید می‌کند. مطالعات صورت گرفته در جنگلهای تایگا نشان می‌دهد که خشک‌دارها بیشترین سهم را در افزایش غنای خاک دارند و حیات گونه‌ها و جوامع گیاهی کف به شدت به آنها وابسته است و از این رو حفرات بزرگ‌تر به سبب آنکه از تعداد بیشتری درخت افتاده به وجود آمده‌اند این مزیت را دارند که از مواد غذایی بیشتری نیز استفاده نمایند (۲۵).

به طور معمول حفرات جنگلی محلی مناسب برای لانه‌گزینی بسیاری از جانداران محسوب می‌شود (۳۹). شدت گیاه‌خواری در این حفرات نسبت به جنگل بسته بالاتر است. با افزایش سطح حفرات (تا اندازه‌ای که اکوسیستم جنگل از حالت طبیعی خود خارج نشود) میزان تبادلات و همزیستی گیاهان و جانوران نیز بالاتر خواهد رفت. خورده شدن جزئی گیاه توسط علف‌خواران سبب رشد بیشتر و انبوه‌تر گیاهان می‌گردد، ضمن اینکه جانداران مختلف از سوسک و پروانه تا پرندگان و جوندگان و ... نقش ویژه‌ای

در پراکنش بذر گونه‌های گیاهی و درختی دارند، که با بررسی‌های صورت گرفته در اروپای مرکزی مطابقت نشان می‌دهد (۴۲).

یکی از به هم خوردگی‌هایی که در جنگلهای معتدله زیاد مشاهده می‌شود، ریشه‌کن شدن درختان و بدنال آن ایجاد نواحی میکروتوپوگرافیک پیت و ماند است. این نواحی میکروتوپوگرافی سبب ایجاد میکرو اقلیم در منطقه می‌شود. نواحی پیت با دارا بودن شیب خاص، محل انباشت مواد غذایی می‌شود که از مانده‌های کوچک به واسطه جریانهای فرسایش به آن راه پیدا می‌کند. در نتیجه بستر مناسبی برای رویش گونه‌های گیاهی پدید می‌آید (۲۸ و ۴۴). ضمن اینکه پیتها محل مناسبی برای گیاه جهت در امان ماندن از یخبندانها محسوب می‌شود. مطالعات صورت گرفته در جنگلهای آپالاش نیز نشان می‌دهد که پیت و ماند موجود در حفرات سبب افزایش تنوع گونه‌های گیاهی می‌شود. این در حالی است که در حفرات بزرگ‌تر به علت تعدد این نواحی میکروتوپوگرافیک، گونه‌های گیاهی فرصت مناسب‌تری برای رویش در اختیار دارند (۳۹).

تنوع گونه‌های حفرات جنگلی می‌تواند ناشی از گونه‌زایی هم باشد. محققین زیادی با بررسی رابطه تنوع و غنای گونه‌های گیاهی با حفرات جنگل، ذکر کرده‌اند که ایجاد حفره در جنگل و حضور گونه‌های گیاهی مختلف، از یک طرف باعث پایداری اکوسیستم شده و از تخریب آن جلوگیری به عمل می‌آورد و از طرف دیگر با ایجاد آشیان اکولوژیک و همزیستی بین گونه‌ای، نقش مهمی در پیدایش گونه‌ها، زیر گونه‌ها و ژنوتیپ‌های جدید ایفاء می‌کند. دنسلو (۱۹۸۰) و سیلورتون و اسمیت (۱۹۸۸) با بررسی حفرات جنگلی بدین نتیجه رسیدند که میزان گونه‌زایی به علت تبادلات خاص حیاتی در حفرات جنگلی، بیشتر از سایر مناطق دیده می‌شود. هرچقدر تاج پوشش جنگل بسته‌تر باشد، در دراز مدت، ایجاد حفرات با فضای زیاد، به شکل‌گیری این فرآیند کمک قابل توجهی می‌کند که با نتایج این بررسی مطابقت دارد (۲۲ و ۵۱).









