



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حافظت زیست بوم گیاهان"

دوره ششم، شماره سیزدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

بررسی تأثیر عوامل فیزیوگرافیک بر تنوع گیاهی جنگل‌های بنه در استان فارس (مطالعه موردی: جنگل تحقیقاتی بنه)

محمد رضا نگهدار صابر^{۱*}، شهرام احمدی^۲، لادن جوکار^۳، علیرضا عباسی^۴

^۱ استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

^۲ دکتری، اداره کل منابع طبیعی فارس

^۳ مریب پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

^۴ کارشناس، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۹

چکیده

مطالعات تنوع زیستی در جنگل تحقیقاتی بنه به مساحت ۹۳۷۴ هکتار در جنوب غربی استان فارس و در محدوده طول جغرافیائی $۳۰^{\circ} ۵۲' ۰''$ تا $۳۰^{\circ} ۵۲' ۴۰''$ و عرض جغرافیائی $۲۹^{\circ} ۱۵' ۰''$ تا $۲۹^{\circ} ۲۹' ۰''$ انجام شد. تعداد ۷۷ خطمنونه به طول ۵۰ متر در این عرصه به صورت سیستماتیک تصادفی توزیع و نمونه برداری شد. در هر قطعه نمونه فهرست گونه‌های بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی موجود تهیه و در نمونه برداری، فراوانی و تعداد آن‌ها برداشت گردید. محدوده موردنظر بر اساس پستی و بلندی منطقه با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به طبقات مختلف شبیه (در سه سطح کمتر از ۱۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد)، جهات جغرافیایی (در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب) و ارتفاع از سطح دریا (در سه سطح کمتر از ۱۸۰۰ متر و ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) تقسیم گردید. شاخص‌های مختلف غنا، تنوع و یکنواختی با استفاده از نرم‌افزار PAST محاسبه و در طبقات یادشده باهم مقایسه شدند. بیشترین تنوع و غنا در طبقه شبیه بیش از ۳۰ درصد مشاهده می‌گردد. بر اساس شاخص‌های بررسی شده طبقه شبیه ۱۰ تا ۳۰ درصد دارای بالاترین یکنواختی است. جهت شمال از تنوع بیشتری نسبت به جهت‌های دیگر برخوردار است. شاخص‌های یکنواختی حاکی از یکنواختی بیشتر در جهت شرق هستند. شاخص غنا بیشترین مقدار را برای جهت شمال نشان می‌دهد. بررسی شاخص‌های تنوع بین طبقات ارتفاعی در این منطقه نشان داد که تنوع، یکنواختی و غنا در طبقه ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰

* نویسنده مسئول: sabersiamak@gmail.com

متر از سطح دریابیش از سایر طبقات ارتفاعی است. نتایج نشان داد که عوامل پستی و بلندی زمین به شکل تأثیرگذاری در تنوع گیاهی منطقه دخالت دارد.

واژه‌های کلیدی: پستی و بلندی، تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، یکنواختی

مقدمه

تنوع زیستی مطابق تعریفی که در کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲ بیان شد، تغییرپذیری بین موجودات زنده در همه منابع شامل زمینی، دریابی و سایر اکوسیستم‌های آبی و فرآیندهای اکولوژیک آن‌هاست که شامل تنوع داخل گونه‌ها، بین گونه‌ها و اکوسیستم‌ها است. تنوع گونه تابعی از تعداد گونه‌ها (غنا) و نسبت تعداد افراد در داخل هر گونه (فراوانی یا یکنواختی) در یک سطح تعریف‌شده یا گروهی از موجودات است (احمدی، ۱۳۷۹). طبق نظر لودویک (۱۳۸۳) تنوع زیستی، انعطاف‌پذیری و ظرفیت سازگاری اکوسیستم‌های جنگلی با محیط اطراف را تضمین کرده لذا حفاظت از آن موجب مدیریت پایدار جنگل می‌شود.

از آنجاکه گیاهان برآیندی از خصوصیات محیطی هر منطقه هستند، آینه تمام نمای خصوصیات رویشگاهی آن منطقه محسوب می‌شوند (Barnes et al., ۱۹۹۸). مطالعه ترکیب گیاهی و تنوع زیستی گیاهی می‌تواند راهنمایی مناسب در قضاوت بوم‌شناسی و بررسی تنوع زیستی هر منطقه باشد.

گسترش گونه‌های پسته وحشی در استان فارس در عرصه‌ای به مساحت ۱/۲۰۰/۰۰۰ هکتار در چهار شکل عمده شامل تیپ‌های کیکم- بنه، بادام- پسته وحشی (بنه و کلخونگ)، پسته وحشی و بلوط- پسته وحشی می‌باشد. این گسترش گاهها اکثرًا در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا و در شبیه‌های مختلفی که عمدتاً شب آن‌ها بین ۱۵ تا ۳۰ درصد است، واقع گردیده‌اند. جهت جغرافیایی در این رویشگاه‌ها اغلب جنوبی یا شمالی است. بیشترین سازند زمین‌شناسی مشاهده شده در این رویشگاه‌ها رسوبات کواترنری و سپس سازند آسماری است. خاک رویشگاه‌های پسته وحشی در استان فارس بیشتر دارای بافت سبک، بدون ساختمان از خاک‌های نو تشکیل مناطق خشک و گرم با مبنای آهکی است. بر اساس روش دومارتون گسترش یافته بیشترین اقلیم‌های مشاهده شده در این مناطق اقلیم نیمه‌خشک سرد، اقلیم خشک بیابانی معتدل و اقلیم نیمه‌خشک معتدل است (نگهدار صابر و همکاران، ۱۳۸۲).

دامنه گسترش ارتفاعی جنس پسته در سلسله جبال زاگرس از ۷۰۰ متر از سطح دریا تا ۳۰۰۰ متر نامبرده شده است و چون نورپسند است در دامنه‌های جنوبی بیشتر از شمالی دیده می‌شود (فتاحی، ۱۳۷۴).

محققان مختلفی تنوع زیستی را با در نظر گرفتن فیزیوگرافی و یا هریک از عوامل مختلف فیزیوگرافی به صورت مجزا مانند ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت بررسی نموده‌اند (Baker and Barnes, ۱۹۹۸).

مرور منابع نشان می‌دهد که الگوی پراکنش گیاهان به طور عمده تحت تأثیر دو عامل درجه حرارت و رطوبت قرار دارد (Holdridge, ۱۹۷۴; Archibold, ۱۹۹۶) و از آنجایی که میزان درجه حرارت و رطوبت به طور مستقیم تابعی از الگوی ارتفاع از سطح دریاست (Barnes et al., ۱۹۹۸) لذا می‌توان گفت که ارتفاع از سطح دریا، عامل اصلی در الگوی توزیع ترکیب پوشش گیاهی هر منطقه و تنوع زیستی گیاهی آن در این رابطه محاسب می‌شود (Zhao et al., ۲۰۰۵).

نتایج تحقیقات اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در رویشگاه سرخدار افراخته گرگان نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های تنوع زیستی ندارد. نتایج آزمون دانکن در این تحقیق نشان داد که بیشینه میزان میانگین شاخص‌گنا، شاخص‌های تنوع شانون-وینر و مک‌آرتور و یکنواختی پیلو، شلدون و هیپ در جهت‌های غربی مشاهده می‌شود. همچنین، میانگین شاخص‌گنا و شاخص‌های تنوع شانون-وینر و مک‌آرتور در طبقه شیب ۱۰ تا ۳۵ درصد به بیشترین مقدار می‌رسد.

در بررسی ارتفاع از سطح دریا، مکان، شیب و جهت جغرافیایی بر تنوع زیستی گیاهی در شرق چین در کوه‌های (Helan) مشخص گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد (Jiang et al., ۲۰۰۷). بررسی تنوع زیستی گونه‌های چوبی در طول گرadian ارتفاعی در غرب هیمالیا نشان داد که مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی گیاهی با افزایش ارتفاع از سطح دریا ابتدا روند صعودی داشته (ارتفاعات میانی) و سپس روند نزولی (ارتفاعات بالا) نشان می‌دهد (Chawala et al., ۲۰۰۸).

چمنی (۱۳۷۴) تنوع و غنای گونه‌ای پارک ملی گلستان را در سه واحد دشت، تپه‌ماهور و کوهستان بررسی کرد و نشان داد که با افزایش ارتفاع، غنای گونه‌ای افزایش می‌یابد.

واثقی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعات منطقه کلات زیرجان گناباد واقع در خراسان رضوی با ارتفاع ۱۱۰۰ تا ۲۸۳۰ متر از سطح دریا به این نتیجه رسیدند که بیشترین تنوع گونه‌ای، گنا و یکنواختی در طبقه متوسط ارتفاعی (۱۴۰۰ تا ۱۹۰۰) و کمترین آن‌ها در طبقات ارتفاعی بالا به علت افزایش اشعه فوق بنفش و طبقات ارتفاعی پایین به علت دسترسی انسان است. بالاترین میزان غنای گونه‌ای در شیب‌های رو به جنوب مشاهده می‌شود اما از نظر تنوع و یکنواختی تفاوت معنی‌داری بین شیب‌های مختلف وجود ندارد، بنابراین عامل ارتفاع نسبت به جهت شیب در این منطقه اثرگذارتر است.

مطالعات در جنوب غرب عربستان مشخص نمود که پوشش گیاهی در طبقه ارتفاعی میانی دارای بیشترین غنا و تنوع گونه‌ای و یکنواختی بالایی است (Hegazy, ۱۹۹۸).

مطالعات در بلوطزارهای مناطق مدیترانه‌ای شیلی نشان داد که جهت جغرافیایی تأثیر زیادی بر غنای گونه‌ای دارد و غنای گونه‌ای در دامنه‌های جنوبی بیشتر از دامنه‌های شمالی است (Badano et al., ۲۰۰۵).

در مطالعه منطقه حفاظت‌شده ارغوان در ایلام توسط میرزابی و همکاران (۱۳۸۷) نتایج حاصل از آنالیزهای همبستگی نشان داد که در دامنه جنوبی تنوع گونه‌های علفی با مقدار رس و شن همبستگی منفی و با سیلت همبستگی مثبت دارد. در دامنه شمالی تنوع گونه‌های علفی با ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی داشت. در دامنه غربی تنوع گونه‌های علفی با شوری و ارتفاع از سطح دریا همبستگی منفی و با درصد آهک همبستگی مثبت داشت. نتایج همچنین نشان داد که گونه‌های چوبی در تمامی دامنه‌ها نسبت به عوامل فیزیکی واکنش بیشتری نشان می‌دهند. نتایج این تحقیق بیان می‌دارد که در ارزیابی‌های اکولوژیکی به منظور بررسی رابطه بین عوامل محیطی با پوشش در منطقه زاگرس برای پوشش علفی بیشتر فاکتورهای خاکی و برای بررسی گونه‌های چوبی بیشتر فیزیوگرافی و شکل زمین مدنظر قرار گیرند.

نتایج تحقیقات حیدری و همکاران (۱۳۸۹) در منطقه حفاظت‌شده دالاب ایلام نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر تنوع و غنای گونه‌های علفی تأثیر معنی‌داری داشته، به طوری که بیشترین تنوع و غنا در دامنه ارتفاعی پایین (کمتر از ۱۶۰۰ متر) و کمترین تنوع و غنا در ارتفاعات بالا (بیشتر از ۱۸۰۰ متر) مشاهده شد. علاوه بر این، شب تأثیر معنی‌داری بر غنا و تنوع داشته و بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در شبیه‌های کمتر از ۳۰ درصد مشاهده گردید.

در رویشگاه‌های گچی بریتانیا نشان داده شد که موقعیت گونه‌ها به طور قوی با شب و جهت دامنه در ارتباط است، زیرا جهت دامنه در میزان انرژی دریافتی خورشید اثر دارد و به تبع آن رطوبت در دامنه‌های جنوبی به میزان ۱۰-۲۰ درصد کمتر از دامنه‌های شمالی می‌باشد (Perring, ۱۹۵۹). براساس نتایج این مطالعه دامنه جنوبی بالاترین تنوع و غنای گونه‌ای را داشته که دلیل این موضوع می‌تواند کمتر بودن درصد پوشش گونه‌های درختی و درنتیجه افزایش نور در کف جنگل در دامنه‌های جنوبی باشد.

بنابر موارد بیان شده در بالا هدف از انجام این تحقیق شناسایی شرایط تنوع زیستی در درختان، درختچه‌ها و بوته‌های جنگل تحقیقاتی بنه فارس در رابطه با عوامل سطح‌الارضی منطقه است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در جنگل تحقیقاتی بنه به مساحت ۹۳۷۴ هکتار واقع در جنوب غربی استان فارس و در محدوده طول جغرافیائی^۰ ۱۵° تا^۰ ۲۹° و عرض جغرافیائی^۰ ۴۰° تا^۰ ۵۲° در بهار ۱۳۹۲ در

انجام شد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۷۰۰ متر و حد اکثر ۲۳۵۰ متر می‌باشد. موقعیت اجرای طرح در استان فارس در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت اجرای طرح در استان فارس

اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه‌خشک سرد با ضریب خشکی $34/9$ می‌باشد. طول دوره خشک حدود ۲۰۰ روز و طول دوره مرطوب ۱۶۵ روز می‌باشد (نجفی، ۱۳۷۵). بر اساس آمار هواشناسی ساله (۱۳۸۵-۱۳۸۵) ایستگاه ذکر شده، بارندگی متوسط سالانه ۴۴۷ میلی‌متر و میانگین دمای گرم‌ترین ماه سال $35/8$ و سردترین آن $1/4$ درجه سانتی‌گراد است.

حوزه مورد مطالعه در محدوده زون ساختمانی زاگرس و در حیطه بخش زاگرس چین خورده قرار گرفته است. این منطقه از سنگ‌های آهکی در حجم کوچک‌تر، انواع شیلی، کنگلومراپی، مارنی و آهکی‌مارنی تشکیل شده است. (هاشمی تنگستانی و اوچی، ۱۳۷۵).

در این منطقه هفت گونه واحد اراضی تشخیص داده شدند که عبارت‌اند از کوه‌های مرتفع با شیب زیاد، کوه‌های کم ارتفاع، تپه با دره‌های عمیق و شیب زیاد، تپه با دره‌های کم‌عمق و شیب ملایم، دشت دامنه‌ای رسوبی، دشت رسوبی رودخانه‌ای، واریزه‌های آبرفتی سنگریزه‌دار. خاک این منطقه اکثراً جوان و کم‌عمق و بدون تکامل پروفیلی است (نجابت، ۱۳۷۵).

در این محدوده فراوانی گونه‌های مختلف بادام چشمگیر بوده و تجدید حیات بنه در پناه تاج پوشش تنگرس و بادام وحشی لابلای سنگ‌ها فراوان است. مهم‌ترین گیاهان این منطقه در جدول ۱ ارائه می‌گردد (حبیبیان، ۱۳۷۵).

جدول ۱- فهرست مهم‌ترین گیاهان منطقه

ردیف	نام فارسی	نام علمی	خانواده
۱	بنه	<i>Pistacia atlantica</i>	Anacardiaceae
۲	کلخونگ	<i>Pistacia khinjuk</i>	Anacardiaceae
۳	بادامک	<i>Amygdalus haussknechtii</i>	Rosaceae
۴	تنگرس	<i>Amygdalus ebornea</i>	Rosaceae
۴	تنگرس	<i>Amygdalus Lycioides</i>	Rosaceae
۵	ارزن	<i>Amygdalus eleagnifolia</i>	Rosaceae
۶	بادام کوهی، بخورک	<i>Amygdalus scoparia</i>	Rosaceae
۷	افرا کیکم	<i>Acer monspessulanum</i>	Aceraceae
۸	زالالک	<i>Crataegus sp</i>	Rosaceae
۸	شن	<i>Lonicera nummulariifolia</i>	Crprifoliaceae
۹	گیلاس وحشی	<i>Cerasus microcarpa</i>	Rosaceae
۱۰	انجیر	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
۱۱	شاهتره	<i>Fumaria asepala</i>	Fumariaceae
۱۲	آویشن	<i>Thymus daenaensis</i>	Thymelaeaceae
۱۳	پیچک	<i>Convolvulus sp</i>	Convolvulaceae
۱۴	پیچک	<i>Convolvulus leiocolycinus</i>	Convolvulaceae
۱۵	دافنه	<i>Daphne mucronata</i>	Thymelaeceae
۱۶	افدرا	<i>Ephedra prosera Fisch. & Meyer</i>	Thymelaeceae
۱۷	افدرا	<i>Ephedra major Host</i>	Thymelaeceae
۱۸	افدرا	<i>Ephedra foliata</i>	Ephdraceae
۱۹	شیرین‌بیان	<i>Glycyrriza glabra</i>	Papilionaceae
۲۰	کاکوتی	<i>Ziziphora sp</i>	Labiatae
۲۱	دغدغک	<i>Colutea persica Boiss</i>	Papilionaceae
۲۲	بابونه	<i>Anthemis sp</i>	Compositae
۲۳	بومادران شیرازی	<i>Achillea eriophara</i>	Compositae
۲۴	انواع گون	<i>Astragalus sp</i>	Papilionaceae

ادامه جدول (۱)

ردیف	نام فارسی	نام علمی	خانواده
۲۵	لبدیسی بوته‌ای	<i>Ajuga chamaecistus</i>	Labiatae
۲۶	گوش بره بوته‌ای	<i>Phlomis elliptica</i>	Labiatae
۲۷	هفت‌بند خشک	<i>Polygonum aridum</i>	Polygonaceae
۲۸	جو سیخ	<i>Ebenus stellata</i>	Papilionaceae

روش تحقیق

مطالعات بررسی تنوع گیاهان خشبي جنگل تحقیقاتی بنه فارس در اردیبهشت ۱۳۹۲ انجام شد. در این مطالعه، تعداد ۷۲ خطنمونه با استفاده از میزان انحراف معیار در نمونه‌برداری‌های قبلی در جنگل تحقیقاتی بنه به طول ۵۰ متر به صورت تصادفی سیستماتیک توزیع و نمونه‌برداری شد. فهرست گونه‌های بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی موجود تهیه شد و در نمونه‌برداری تعداد آن‌ها برداشت گردید. محدوده موردنظر بر اساس عوامل پستی و بلندی با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به طبقات مختلف شبیب با توجه به نحوه اسکان عشاير و چرای دام (در سه طبقه کمتر از ۱۰ درصد و ۱۰ تا ۳۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد) جهت جغرافیایی (در چهار جهت اصلی شمال، جنوب، شرق و غرب) و ارتفاع از سطح دریا (با توجه به سطح ارتفاعی جنگل تحقیقاتی بنه فارس که ۱۷۰۰ متر تا ۲۳۵۰ از سطح دریا می‌باشد، در سه سطح کمتر از ۱۸۰۰ متر و بیش از ۲۰۰۰ متر و بیش از ۲۰۰۰ از سطح دریا) تقسیم شد.

شاخص‌های مختلف تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای با استفاده از نرم‌افزار PAST (Hamer et al., ۲۰۰۱) محاسبه و در طبقات مختلف ارتفاعی، جهت و شبیب باهم مقایسه شدند.

نتایج

نتایج آنالیز داده‌ها در جدول ۲ الی ۴ مشاهده می‌گردد. بر اساس این تجزیه و تحلیل واحدهای شبیب و جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا با هم‌دیگر مقایسه شدند که نتایج آن به شرح زیر ارائه می‌گردد.

بررسی شاخص‌های زیستی در جهات جغرافیایی

به طور کلی شاخص‌های تنوع نشان‌دهنده تنوع بیشتر در جهت شمال نسبت به سایر جهات است. با توجه به شاخص تنوع سیمپسون یا جینی (λ -۱)، همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود جهت

شمال از تنوع بیشتری نسبت به جهت‌های دیگر برخوردار است و جهت غرب و شرق و جنوب به ترتیب کمترین تنوع را داردند. شاخص شانون-وینر و اعداد هیل نیز مؤید همین ادعا می‌باشد؛ اما شاخص تعداد گونه‌ها (N^0) کمترین تنوع را در جهت شرق نشان می‌دهد.

همچنین شاخص سیمپسون که معرف غالبیت است، در جهت شمال علی‌رغم تنوع بیشتر، کمترین مقدار را دارد. پس از آن در جهت غرب و به دنبال آن در جهت شرق و نهایتاً در جنوب بیشترین غالبیت را نشان می‌دهد.

شاخص‌های یکنواختی هیل ($E1, E2, E3, E4, E5$) و کامارگو در جهات جغرافیایی حاکی از یکنواختی بیشتر در جهت شرق هستند پس از آن یکنواختی در جهات شمال، غرب و جنوب به ترتیب کاهش می‌یابد. در شاخص‌های اسمیت-ولیسون و نی اصلاح شده هرچند رویشگاه‌های شرقی دارای یکنواختی بیشتری هستند اما در شاخص اسمیت-ولیسون یکنواختی پس از جهت شرقی به ترتیب غرب، جنوب و شمال کاهش می‌یابد. در شاخص نی اصلاح شده یکنواختی بعد از جهت شرق در جهات جنوب، غرب و در نهایت شمال کاهش می‌یابد.

شاخص غنای مارگالف و قیاس آماری بیشترین غنا را برای جهت شمال نشان می‌دهد و پس از آن غنای گونه‌ای در جهت غرب، جنوب و نهایتاً شرق کاهش می‌یابد. با استفاده از شاخص منهنیک بیشترین غنا در جهت شرق و پس از آن جهات غرب، شمال و در آخر جنوب مشاهده می‌شود.

جدول ۲- شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در جهات اصلی جغرافیایی در جنگل تحقیقاتی بنه

جهات جغرافیایی					کل داده‌ها
W	S	N	E		شاخص‌های تنوع
۲۴۷	۳۶۹	۳۹۱	۶۶	۱۰۷۳	عداد کل (N)
۲۳	۲۰	۲۶	۱۲	۲۰	تعداد گونه (S)
۲/۶۳۸	۲/۱۸۹	۲/۷۷۷	۲/۲۶۱	۲/۷۱۵	تنوع شانون- وینر H
۰/۰۹۴۰	۰/۱۶۵۲	۰/۰۷۷۳	۰/۱۲۳۵	۰/۰۹۰۳	شاخص سیمپسون = λ
۰/۹۰۶۰	۰/۸۳۴۸	۰/۹۲۲۷	۰/۸۷۶۵	۰/۹۰۹۷	تنوع سیمپسون = $1-\lambda$
					اعداد هیل N.
۲۳	۲۰	۲۶	۱۲	۲۰	
۱۳/۹۸۵	۸/۹۲۶	۱۶/۰۷۱	۹/۵۹۳	۱۵/۱۰۵	N ₁
۱۰/۶۳۴	۶/۰۵۳	۱۲/۹۳۷	۸/۰۹۷	۱۱/۰۷۸	N ₂
					شاخص‌های یکنواختی
۰/۸۴۱۳	۰/۷۳۰۷	۰/۸۵۲۳	۰/۹۰۹۹	۰/۷۹۸۲	E ₁
۰/۶۰۸۱	۰/۴۴۶۳	۰/۶۱۸۱	۰/۷۹۹۴	۰/۵۰۳۵	E ₂ (Evenness)
۰/۵۹۰۲	۰/۴۱۷۲	۰/۶۰۲۸	۰/۷۸۱۲	۰/۴۸۶۴	E ₃
۰/۷۶۰۴	۰/۶۷۸۱	۰/۸۰۵۰	۰/۸۴۴۱	۰/۷۳۳۵	E ₄
۰/۷۴۱۹	۰/۶۳۷۵	۰/۷۹۲۰	۰/۸۲۶۰	۰/۷۱۴۶	E ₅
۰/۴۵۹۰	۰/۳۴۸۰	۰/۴۷۱۰	۰/۶۳۱۰	۰/۳۷۷۰	کامارگو
۰/۳۹۵۰	۰/۳۵۹۰	۰/۳۱۹۰	۰/۶۸۸۰	۰/۲۶۴۰	اسمیت و ولیسون

ادامه جدول (۲)

جهات جغرافیایی				کل داده‌ها
W	S	N	E	
۰/۱۵۱۰	۰/۱۷۰۰	۰/۱۳۶۰	۰/۲۹۴۰	۰/۱۲۰۰
۳/۹۹۳۲	۳/۲۱۴۵	۴/۱۸۸۵	۲/۶۲۵۵	۴/۱۵۵۸
۱/۴۶۳۵	۱/۰۴۱۲	۱/۳۱۴۹	۱/۴۷۷۱	۰/۹۱۵۸
۱۶/۴۱	۱۳/۱	۱۷/۳۸	۱۱/۸۹	۲۹/۷۹

نی اصلاح شده
شاخص‌های غنا

شاخص مارگالوف

شاخص منهنیک

قیاس آماری

بررسی شاخص‌های زیستی در طبقات ارتفاعی

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، شاخص‌های تنوع به‌طور کلی در طبقه ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا مقدار بیشتری را نشان می‌دهد. طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا در رتبه بعدی و کمترین تنوع در منطقه مربوط به‌طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا مشاهده می‌شود. با توجه به شاخص N که تعداد گونه‌ها را نشان می‌دهد، طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا سطح تنوع کمتری را نسبت به طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا دارد، که علت آن عدم تأثیر گرفتن از یکنواختی توزیع فراوانی گونه‌ها است.

بررسی تفاوت آماری تنوع بین طبقات ارتفاعی در این منطقه نشان داد که تنوع در طبقه ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا با طبقات ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ و کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا به صورت معنی‌داری متفاوت است اما تنوع در طبقات ارتفاعی کمتر از ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا با هم‌دیگر تفاوت معنی‌داری ندارد.

مطالعه شاخص‌های یکنواختی در این منطقه نشان داد که یکنواختی در طبقه ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بیشتر از سایر طبقات ارتفاعی است. پس از آن طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا قرار می‌گیرد و درنهایت طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا کمترین یکنواختی را نشان می‌دهد.

بر اساس محاسبات انجام‌شده در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰ متر از سطح دریا به بالا شاخص‌های مارگالوف، منهنیک و قیاس آماری مقادیر بیشتر را نسبت به سایر طبقات ارتفاعی نشان می‌دهند که نشان‌گر غنای

بیشتر گونه‌ای در این طبقه ارتفاعی است. در طبقات ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا شاخص‌ها بسیار نزدیک و مشابه همدیگر هستند اما شاخص منهنیک در طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا بیشتر از مقدار این شاخص در طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا است.

جدول ۳- شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در طبقات ارتفاع از سطح دریا در جنگل تحقیقاتی بنه

طبقات ارتفاع از سطح دریا			کل داده‌ها	شاخص‌های تنوع
≥ 2000	۲۰۰۰-۱۸۰۰	$1800 \geq$		
۳۱۱	۴۲۸	۲۲۴	۱۰۷۳	تعداد کل (N)
۲۴	۲۲	۲۱	۳۰	تعداد گونه (S)
۲/۷۲۲	۲/۴۱۶	۲/۴۲۳	۲/۷۱۵	تنوع شانون-ویر H
/۰۸۱۸	.۰/۱۲۵۴	.۰/۱۲۱۷	.۰/۰۹۰۳	شاخص سیمپسون = λ
/۹۱۸۲	.۰/۸۷۴۶	.۰/۸۷۸۳	.۰/۹۰۹۷	تنوع سیمپسون = $1-\lambda$
اعداد هیل				
۲۴	۲۲	۲۱	۳۰	N.
۱۵/۳۶۴	۱۱/۲۰۱	۱۱/۲۸۰	۱۵/۱۰۵	N1
۱۲/۲۲۳	۷/۹۷۴	۸/۲۱۷	۱۱/۰۷۸	N2
شاخص‌های یکنواختی				
.۰/۸۵۹۶	.۰/۷۸۱۶	.۰/۷۹۵۹	.۰/۷۹۸۲	E1
.۰/۶۴۰۱	.۰/۵۰۹۱	.۰/۵۳۷۱	.۰/۵۰۳۵	E2(Evenness)
.۰/۶۲۴۵	.۰/۴۸۵۸	.۰/۵۱۴۰	.۰/۴۸۶۴	E3
.۰/۷۹۵۶	.۰/۷۱۱۹	.۰/۷۲۸۵	.۰/۷۳۳۵	E4
.۰/۷۸۱۴	.۰/۶۸۷۳	.۰/۷۰۲۱	.۰/۷۱۴۶	E5
.۰/۴۷۸۰	.۰/۳۸۶۰	.۰/۴۰۴۰	.۰/۳۷۷۰	کamarگو
.۰/۳۸۵۰	.۰/۳۱۲۰	.۰/۳۳۲۰	.۰/۲۶۴۰	اسمیت و ویلسون
.۰/۱۴۸۰	.۰/۱۲۹۰	.۰/۱۴۳۰	.۰/۱۲۰۰	نی اصلاح شده
شاخص‌های غنا				
۴/۰۰۷۱	۳/۴۵۲۷	۳/۴۵۹۸	۴/۱۵۵۸	شاخص مارگالوف
۱/۳۶۰۹	۱/۰۵۱۲	۱/۱۶۶۷	۰/۹۱۵۸	شاخص منهنیک
۲۳/۸۵	۲۰/۷۱	۲۰/۶۹	۲۹/۷۹	قیاس آماری

بررسی شاخص‌های زیستی در طبقات شب

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود کمترین تنوع در بین طبقات شب در طبقه شب کمتر از ۱۰ درصد مشاهده می‌گردد و بیشترین تنوع در طبقه شب بیش از ۳۰ درصد مشاهده می‌گردد؛ اما بر اساس انجام آزمون^a در شاخص تنوع شانون وینر تفاوت معنی‌داری بین شب ۱۰ تا ۳۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد مشاهده نمی‌گردد ولی هر دو طبقه با طبقه شب ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری دارند. از نظر غالیت که شاخص سیمپسون معرف آن است در شب کمتر از ۱۰ درصد بیشترین مقدار مشاهده می‌شود. مقدار این شاخص در شب ۱۰ تا ۳۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد به هم نزدیک است. شاخص تنوع N2 نیز رفتاری متأثر از شاخص سیمپسون را به صورت معکوس نشان می‌دهد. بر اساس شاخص‌های بررسی‌شده طبقه شب ۱۰ تا ۳۰ درصد دارای بالاترین یکنواختی است. پس از آن طبقه شب بیش از ۳۰ درصد قرار گرفته و کمترین یکنواختی در طبقه شب کمتر از ۱۰ درصد مشاهده می‌شود.

طبقه‌ی شب ۳۰ درصد به بالا از نظر تعداد گونه و شاخص‌های غنا در مرتبه بالاتری نسبت به سایر طبقات شب قرار می‌گیرد. البته با تکاهی به شاخص منهنجیک این مقدار در طبقه شب بین ۱۰ تا ۳۰ درصد مقدار بیشتری را نشان می‌دهد ولی با توجه به اثر ضریب K بر روی این شاخص و عدم بررسی عوامل مؤثر بر این ضریب در این مجال استناد به مقادیر شاخص قیاس آماری مطمئن‌تر است.

جدول ۴- شاخص‌های تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای در طبقات شب در جنگل تحقیقاتی پنه

طبقات شب			کل داده‌ها	
$\geq / .30$			$\leq / .10$	
۴۸۴	۲۲۶	۳۶۳	۱۰۷۳	شاخص‌های تنوع تعداد کل (N)
۲۸	۲۱	۲۲	۳۰	تعداد گونه (S)
۲/۷۱۴	۲/۶۸۶	۲/۳۸۸	۲/۷۱۵	تنوع شانون- وینر H
۰/۰۸۹۶	۰/۰۸۳۰	۰/۱۲۴۴	۰/۰۹۰۳	شاخص سیمپسون
۰/۹۱۰۴	۰/۹۱۷۰	۰/۸۷۵۶	۰/۹۰۹۷	تنوع = ۱-λ = سیمپسون
اعداد هیل				
۲۸	۲۱	۲۲	۳۰	N.
۱۵/۰۹۰	۱۴/۶۷۳	۱۰/۸۹۲	۱۵/۱۰۵	N1
۱۱/۱۶۲	۱۲/۰۴۷	۸/۰۳۹	۱۱/۰۷۸	N2
شاخص‌های یکنواختی				
۰/۸۱۴۵	۰/۸۸۲۲	۰/۷۷۲۶	۰/۷۹۸۲	E1
۰/۵۳۸۹	۰/۶۹۸۷	۰/۴۹۵۱	۰/۵۰۳۵	E2(Evenness)
۰/۵۲۱۸	۰/۶۸۳۶	۰/۴۷۱۰	۰/۴۸۶۴	E3
۰/۷۳۹۷	۰/۸۲۱۰	۰/۷۳۸۰	۰/۷۳۳۵	E4
۰/۷۲۱۲	۰/۸۰۷۹	۰/۷۱۱۶	۰/۷۱۴۶	E5
۰/۴۰۴۰	۰/۵۳۳۰	۰/۳۷۱۰	۰/۳۷۷۰	کامارگو
۰/۳۴۲۰	۰/۴۶۱۰	۰/۲۷۹۰	۰/۲۶۴۰	اسمیت و ویلسون
۰/۱۳۸۰	۰/۱۶۵۰	۰/۱۳۳۰	۰/۱۲۰۰	نی اصلاح شده
شاخص‌های غنا				
۴/۳۶۷۵	۳/۶۸۹۷	۳/۵۶۲۷	۴/۱۵۵۸	شاخص مارگالوف
۱/۲۷۲۷	۱/۳۹۶۹	۱/۱۵۴۷	۰/۹۱۵۸	شاخص منهنیک
۲۴/۳۱	۲۰/۶۵	۱۸/۷۹	۲۹/۷۹	قیاس آماری

بحث

نتایج نشان داد که مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی شامل تنوع (Heterogeneity)، یکنواختی (Evenness) و غنا (Richness) در جنگل تحقیقاتی بنه فیروزآباد در جهات جغرافیایی، طبقات شیب و سطوح ارتفاع از سطح دریا با همدیگر تفاوت دارند.

با توجه به این نکته که الگوی پراکنش گیاهان به طور عمده تحت تأثیر دو عامل درجه حرارت و رطوبت قرار دارد (Holdridge, ۱۹۷۴; Archibold, ۱۹۹۶)، جهت شمال در منطقه موردمطالعه دارای شرایط مناسب‌تری از نظر دما و رطوبت است لذا، تعداد گونه‌ها بیشتر و فراوانی آن‌ها بهتر توزیع شده است، بنابراین شاخص‌های تنوع مقدار بیشتر و شاخص غالبیت (Simepsion) مقدار کمتری را نشان می‌دهد. در حالی که در سایر جهات، بخصوص جهت جنوب به دلیل شرایط سخت‌تر گونه‌هایی که دارای مقاومت بیشتری هستند، غالب شده‌اند. این مسئله در مطالعات پور بابایی (۱۳۷۷)، حسینی (۱۳۷۹) و سهرابی و اکبری‌نیا (۱۳۸۴) نیز خاطرنشان شده است. البته در سایر مطالعات بررسی شده مانند اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) که در افرا تخته گرگان جهت غربی را مؤثر در تنوع زیستی منطقه می‌داند با توجه به اینکه منطقه در شرق دریای خزر قرار دارد و رطوبت تأثیرگذار آن بر رویش گیاهی منطقه از جهت غرب وارد می‌شود، بدیهی است که مناطق غربی شرایط بهتری را نشان دهند. مطالعه شرایط اقلیمی در سایر مناطق نیز مشخص خواهد ساخت که مسئله اصلی در اثر جهت جغرافیایی بروی شاخص‌های تنوع متأثر از شرایط اقلیمی (رطوبت و حرارت) موجود است.

شاخص تنوع علاوه بر تعداد گونه‌ها از فراوانی آن‌ها نیز تأثیر می‌پذیرد اما شاخص N^* که صرفاً تعداد گونه‌ها را نشان می‌دهد از این قاعده پیروی ننموده، لذا ترتیب تنوع در جهات جغرافیایی جنوب و شرق نسبت به سایر شاخص‌ها تغییر یافته است.

شاخص‌های یکنواختی در جهت شرق برتری نشان می‌دهند و این بدین معنی است که فراوانی افراد در بین گونه‌ها توزیع یکنواخت‌تری دارد. از آنجاکه تعداد گونه‌ها در جهات شمال و غرب و جنوب نسبت به جهت شرق بیشتر و نسبت فراوانی گونه‌ها نیز متفاوت است لذا میزان یکنواختی در این جهات کمتر از جهت شرق می‌باشد. علت این امر تأثیرپذیری شاخص نی اصلاح شده از غنای گونه‌ای و حساسیت نسبت به گونه‌های نادر و گونه‌های عمومی است. شاخص‌های مارگالوف، منهنيک و قیاس آماری نیز حاکی از غنای بیشتر جهت جغرافیایی شمال است. احتمالاً اختلاف در نتایج جدول ۲ در خصوص شاخص‌های غنا حاصل تأثیر لگاریتم پایه طبیعی نسبت به جذر تعداد افراد در مخرج کسرها می‌باشد. همچنین فرمول‌های مارگالوف و منهنيک مشروط به برقراری رابطه $s=k\sqrt{n}$ است. از آنجاکه صحت برقراری این رابطه بررسی نشده است، شاخص قیاس آماری شاخص مطمئن‌تری در این زمینه محسوب می‌گردد.

گونه‌های بادامک، اینوس، تنگرس و بنه در جهت جنوبی با فراوانی‌های بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها مشاهده می‌شوند و باعث شده که شاخص غالبیت بیشتر از سایر جهات شود. Barnes et al., (۱۹۹۸) میزان حرارت و رطوبت به طور مستقیم تابعی از الگوی ارتفاع از سطح دریاست (لذا می‌توان گفت که ارتفاع از سطح دریا، عامل اصلی در توزیع ترکیب پوشش گیاهی هر منطقه و تنوع زیستی گیاهی آن در این رابطه محسوب می‌شود (Zhao et al., ۲۰۰۵). در بررسی منابع اکثریت محققان ارتفاعات طبقه میانی را دارای بیشترین تنوع زیستی می‌دانند. البته استفاده از واژه "میانی" در هر مکان معنی متفاوتی را می‌تواند داشته باشد، همچنان که حدود طبقه‌بندی نیز امری واپسیه به سلیقه یا شرایط منطقه است. به طور کلی حدود ارتفاعی جنگل‌ها و رویش گیاهی در هر منطقه تا ارتفاع مشخص متوقف می‌شود. این مقدار واپسیگی زیادی به شکل معکوس با عرض جغرافیایی دارد، یعنی هرچه عرض جغرافیایی کاهش یابد درختان و گیاهان تا ارتفاع بیشتری رشد می‌کنند. مثلاً مرز جنگل در ایرلند تا ارتفاع ۵۰۰ متر و در اروپای مرکزی تا ۱۸۰۰ متر و در شمال ایران تا ۲۲۰۰ متر و در جنوب ایران تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا است (مروی مهاجر، ۱۳۸۵). با توجه به مطلب گفته شده، مقایسه مستقیم هر یک از مناطق مورد بررسی در سوابق با منطقه موردمطالعه ایجاد شباهت و یا اختلافاتی را خواهد کرد. به طور کلی احتمالاً علت تنوع بیشتر طبقه ارتفاعی ۲۲۰۰ متر از سطح دریا تحت تأثیر شرایط کاهش دما و افزایش رطوبت در این حدود است. در طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا که دامنه‌های تحت فرسایش را شامل می‌شود، کمبود بستر خاک مناسب باعث کاهش تنوع می‌گردد؛ اما در طبقه ارتفاعات کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا که حدود دشت‌ها را شامل می‌گردد، خاک دارای عمق بیشتر است و بدیهی است که رویش مناسب‌تری را ایجاد نموده و تنوع بیشتری نیز برقرار می‌گردد هرچند که تجاوز به اراضی و تغییر کاربری لطمات زیادی به عرصه این حدود وارد کرده است. احتمالاً در طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا که دارای شیبی زیاد است و بستر رویش صخره‌ای است، گونه‌های گیاهی به شکل نامنظمی از نظر مکانی با فراوانی‌های متنوع در مناطق دارای خاک یا لابلای شکاف سنگ‌ها رسته‌اند، لذا این نامنظمی باعث کاهش یکنواختی در این حدود ارتفاعی شده است؛ اما در ارتفاع ۲۲۰۰ متر از سطح دریا به بالا و در طبقه ارتفاعی کمتر از ۱۸۰۰ متر از سطح دریا به علت وجود شبکه کمتر، بستر رویشی مناسب‌تر و خاک عمیق‌تر توزیع گونه‌ها یکنواخت‌تر از طبقه ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا انجام شده است.

بررسی طبقات ارتفاعی نشان داد که علی‌رغم بالا بودن شاخص غالبیت در طبقه ارتفاع ۲۰۰۰ متر، تنوع گونه‌های در طبقه ارتفاعی ۲۲۰۰ متر نسبت به دو طبقه دیگر بیشتر است که این مسئله با نتایج تحقیقات جیانگ و همکاران (Jiang et al., ۲۰۰۷) مطابقت دارد.

گونه‌های بدامک، تنگرس، بنه و اینوس دارای فراوانی بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها در طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰ متر هستند که همین باعث افزایش شاخص غالبیت سیمپسون است. همان‌طور که گفته شد، در بحث غنای گونه در خصوص ضریب k_a ، استفاده از شاخص قیاس آماری بهتر است.

کاهش دما در افزایش ارتفاع از سطح دریا باعث مناسب‌تر بودن شرایط آب و هوایی در طبقه ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر از سطح دریا شده و بنابراین موجب افزایش غنای گونه‌ای می‌گردد. طبقه ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا عمدتاً دارای شیب زیاد، فرسایش و بیرون‌زدگی سنگی و کم‌عمق بودن خاک بستر رویش است و غنای گونه‌ای آن از طبقه ارتفاعی ۲۰۰۰ متر به بالا از سطح دریا کمتر است.

در طبقات ارتفاعی ۲۲۰۰ دارای یکنواختی بیشتری است. این طبقه دارای تنوع گونه‌ای بالاتری نیز بود، لذا ترکیب تنوع و یکنواختی در این محدوده ارتفاعی پوشش گیاهی مناسبی را ایجاد می‌نماید که در چشم‌انداز طبیعی آن نیز مشهود است. شرایط نسبتاً ملایم‌تر آب و هوایی احتمالاً موجب این امر شده باشد.

از آنجاکه تعداد افراد و تعداد گونه‌ها در طبقه شیب بیش از ۳۰ درصد فراوان‌تر از سایر طبقات شیب است، بنابراین بالا بودن میزان غنای گونه‌ای در این طبقه شیب دور از انتظار نیست. کشاورزی زیر اشکوب و چرای دام از عوامل اصلی تنوع کمتر و غالبیت بیشتر در طبقه شیب کمتر از ۱۰ درصد و بین ۱۰ تا ۳۰ درصد است. در مرور منابع تحقیقات اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که تنوع گونه‌ای در شیب‌های بین ۱۰ تا ۳۵ درصد بیشتر است. حیدری و همکاران (۱۳۸۹) نیز بر همین مصداق بیشترین تنوع را در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد ذکر نموده‌اند؛ اما در منطقه جنگل تحقیقاتی بنه بیشترین شاخص‌های تنوع در شیب‌های بیش از ۳۰ درصد مشاهده شده‌اند. با توجه به این که دسترسی به این حدود برای چرای دام و کشاورزی و قطع درخت و سکنی گزینه عشایر مشکل‌تر از سایر مناطق بوده، لذا تخریب کمتر صورت گرفته و گونه‌ها فرصت حضور در فراوانی‌های مناسب را دارا هستند.

با توجه به موارد به دست آمده به‌طور کلی مناطقی از این جنگل که در اسکان عشایر و چرای دام قرار دارد از نظر تنوع و غنای گونه‌ای بهشت ت تحت تأثیر قرار گرفته و نیاز به احیاء و بازسازی دارد. مناطقی نیز که به دلیل صعب‌العبور بودن از این تنش‌ها به دورمانده است می‌تواند به عنوان ذخیره‌گاه‌هایی ژنتیکی برای تأمین منابع احیاء عرصه‌های تخریب‌شده قرار گیرد.

منابع

- احمدی، ش. ۱۳۷۹. تأثیر اجرای شیوه‌های مختلف پرورش بر ترکیب گونه‌ای درختان در جنگل آموزشی و پژوهشی شصت کلاته گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۷۹ صفحه.
- اسماعیل‌زاده، ا.، حسینی، م.، اسدی، ح.، غدیری پور، پ.، احمدی، ع. ۱۳۹۱. رابطه تنوع زیستی گیاهی با عوامل فیزیوگرافی در ذخیره‌گاه سرخدار افراحته، زیست‌شناسی گیاهی، (۴)۲۱: ۱۲-۱.
- پوربابایی، ح. ۱۳۷۷. تنوع زیستی گونه‌های چوبی در جنگل‌های استان گیلان، رساله دکتری، دانشگاه گیلان، ۲۶۴ صفحه.
- چمنی، ع. ۱۳۷۴. بررسی تنوع و غنای گونه‌های موجود در رویشگاه‌های گیاهی دشت میرزا بایلو و جنوب کوه آلمه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۹۰ صفحه.
- حیبیان، ح. ۱۳۷۵. گزارش مطالعات وضعیت موجود پوشش گیاهی جنگل تحقیقاتی بنه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ۹۷ صفحه.
- حسینی، م. ۱۳۷۹. بررسی تنوع زیستی در جنگل‌های سوزنی برگ یومی شمال ایران، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت جنگل‌های شمال و توسعه پایدار، رامسر، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور: ۷۵-۹۰.
- حیدری، م.، عطار روشن، س.، حاتمی، خ. ۱۳۸۹. ارزیابی تنوع زیستی گیاهان علفی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس میانی- منطقه حفاظت‌شده دالاب، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، (۱)۲۸: ۴۲-۴۲.
- سهرابی، ۵.، اکبری‌نیا، م. ۱۳۸۴. تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در منطقه جنگلی ۵ سرخ، جوانزو، استان کرمانشاه، فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، (۳)۱۳: ۲۷۹-۲۹۴.
- فتاحی، م. ۱۳۷۴. اکولوژی پسته وحشی، مجموعه مقالات اولین سمینار ملی بنه، مرکز تحقیقات منابع طبیعی امور دام ایلام: ۶۲-۲۶.
- لودویک، جی. ۱۳۸۳. کاربرد آمار در بوم شناسی (روش‌ها و محاسبات پایه‌ای)، ترجمه پوربابایی، ح. گیلان، دانشگاه گیلان، ۴۲۸ صفحه.
- مروی مهاجر، م. ۱۳۸۵. جنگل شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۸: ۲۷۰-۹.
- میرزایی، ج.، اکبری‌نیا، م.، حسینی، م.، کهزادی، م. ۱۳۸۷. مقایسه عکس‌عمل تنوع زیستی گونه‌های علفی و چوبی به‌عوامل محیطی در جهت‌های مختلف جغرافیایی جنگل‌های زاگرس، علوم محیطی، (۵)۱۳: ۸۵-۹۴.
- نجابت، م. ۱۳۷۵. گزارش مطالعات وضعیت موجود خاکشناسی، طبقه‌بندی و ارزیابی قابلیت اراضی جنگل تحقیقاتی بنه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ۹۳ صفحه.
- نجفی، ح. ۱۳۷۵. گزارش مطالعات وضعیت موجود هوا و اقلیم شناسی جنگل تحقیقاتی بنه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ۱۱۰ صفحه.

نگهدار صابر، م، فتاحی، م، بردبار، ک، رعیتی نژاد، ع، رهبر، غ، نصیرزاده، ع. ۱۳۸۲. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی عوامل مؤثر در پراکنش پسته وحشی در استان فارس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، ۱۱۵ صفحه.

واشقی، پ، اجتهادی، ح، زاهدیپور، ح. ۱۳۹۰. بررسی تنوع زیستی گیاهی در ارتباط با متغیرهای ارتفاع و جهت-شیب- بررسی موردی در ارتفاعات کلات گناباد خراسان، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ۹ (۳): ۵۴۷-۵۵۸.

هاشمی تنگستانی، م، اوچی، م. ۱۳۷۵. گزارش مطالعات وضعیت موجود زمین شناسی و ژئومورفولوژی جنگل تحقیقاتی بنه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ۲۷ صفحه.

Archibold, O.W. ۱۹۹۱. Ecology of world vegetation. Chapman and Hall, London.
Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molinga-Montenegro, M.A., Quiroz, C.L. ۲۰۰۰.

Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central Chile. *Journal of Arid Environments*, ۶۲: ۹۳-۱۰۸.

Baker, M.E., Barnes, B.V. ۱۹۹۸. Landscape ecosystem diversity of river floodplains in northwestern Lower Michigan, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, ۲۸: ۱۴۰۵-۱۴۱۸.

Barnes B.V.D.R., Zak, S.H, Denton, R., Spurr, S.H. ۱۹۹۸. *Forest Ecology*, 4 editon , John wiley & Sons Inc, ۷۷۴ pp

Chawla, A., Rajkumar, S., Singh, K.N., Brij Lal, R.D.S., Thukral, A.K. ۲۰۰۸. Plant species diversity along an altitudinal gradient of Bhabha Valley in Western Himalaya. *Journal of Mountain Science*, ۵: ۱۵۷-۱۷۷.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. ۲۰۰۱. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): ۱ pp.

Hegazy, A.k., El-Demerdash, M.A. Hosni, H.A. ۱۹۹۸. Vegetation, species diversity and floristic relation along an altitudinal gradient in South-West Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments*. Vol. 38 Issue 1 :۳-۱۳.

Holdridge, L.R. ۱۹۷۴. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105: ۳۶۷-۳۶۸.

Jiang, Y., Kang, M., Zhu, Y., Ku, G. ۲۰۰۷. Plant biodiversity patterns on Helan Mountain, China. *Acta Oecologica*, 32: ۱۲۰-۱۳۳.

Perring, F. ۱۹۰۹. Topographical gradients of chalk grassland. *Journal of ecology*, 48: ۴۱۵-۴۴۲

Zhao, C.M., Chen, W.L., Tian, Z.Q., Xie, Z.Q. ۲۰۰۰. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia mountain, central China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 47(12): ۱۴۳۱-۱۴۴۹.