



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حفاظت 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)

محمدرضا نگهدارصابر^{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 مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

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

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۳۰

چکیده

مطالعات تنوع زیستی در جنگل تحقیقاتی بنه به مساحت ۹۳۷۴ هکتار در جنوب غربی استان فارس و در محدوده طول جغرافیائی ۵۲°۳۰' تا ۵۲°۴۰' و عرض جغرافیائی ۲۹° تا ۲۹°۱۵' انجام شد. تعداد ۷۲ خط‌نمونه به طول ۵۰ متر در این عرصه به صورت سیستماتیک تصادفی توزیع و نمونه‌برداری شد. در هر قطعه نمونه فهرست گونه‌های بوتهای، درختچه‌ای و درختی موجود تهیه و در نمونه‌برداری، فراوانی و تعداد آنها برداشت گردید. محدوده موردنظر بر اساس پستی و بلندی منطقه با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS به طبقات مختلف شیب (در سه سطح کمتر از ۱۰ درصد و ۱۰ تا ۳۰ 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 شیب بیش از ۳۰ درصد مشاهده می‌گردد. بر اساس شاخص‌های بررسی‌شده طبقه شیب 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، دریایی و سایر اکوسیستم‌های آبی و فرآیندهای اکولوژیک آنهاست که شامل تنوع داخل گونه‌ها، بین گونه‌ها و اکوسیستم‌ها است. تنوع گونه‌تابعی از تعداد گونه‌ها (غنا) و نسبت تعداد افراد در داخل هرگونه (فراوانی یا یکنواختی) در یک سطح تعریف شده 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 آنجا که 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 بوم‌شناختی 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 اکثراً در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا و در شیب‌های مختلفی که عمدتاً شیب آن‌ها بین ۱۵ تا ۳۰ درصد است، واقع گردیده‌اند. جهت جغرافیایی در این رویشگاه‌ها اغلب جنوبی یا شمالی است. بیشترین سازند زمین‌شناسی مشاهده‌شده 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 دومارتن گسترش‌یافته بیش‌ترین اقلیم‌های مشاهده‌شده در این مناطق اقلیم نیمه‌خشک سرد، اقلیم خشک بیابانی معتدل و اقلیم نیمه‌خشک معتدل است (نگهدارصابر 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 نموده اند (Baker and Barnes, ۱۹۹۸).

مرور منابع نشان می دهد 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 می توان گفت که ارتفاع از سطح دریا، عامل اصلی در الگوی توزیع ترکیب پوشش گیاهی هر منطقه و تنوع زیستی گیاهی آن در این رابطه محسوب می شود (Zhao et al., ۲۰۰۵).

نتایج تحقیقات اسماعیل زاده و همکاران (۱۳۹۱) در رویشگاه سرخدار افراخته گرگان نشان داد که عامل ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی داری بر شاخص های تنوع زیستی ندارد. نتایج آزمون دانکن در این تحقیق نشان داد که بیشینه میزان میانگین شاخص غنا، شاخص های تنوع شانون-وینر و مک آرتور و یکنواختی پیلو، شلدون و هیپ در جهت های غربی مشاهده می شود. همچنین، میانگین شاخص غنا و شاخص های تنوع شانون-وینر و مک آرتور در طبقه شیب ۱۰ تا ۳۵ درصد به بیشترین مقدار می رسد.

در بررسی ارتفاع از سطح دریا، مکان، شیب و جهت جغرافیایی بر تنوع زیستی گیاهی در شرق چین در کوه های (Helan) مشخص گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، غنای گونه ای افزایش می یابد (Jiang et al., ۲۰۰۷). بررسی تنوع زیستی گونه های چوبی در طول گرادیان ارتفاعی در غرب هیمالیا نشان داد که مقادیر شاخص های تنوع زیستی گیاهی با افزایش ارتفاع از سطح دریا ابتدا روند صعودی داشته (ارتفاعات میانی) و سپس روند نزولی (ارتفاعات بالا) نشان می دهد (Chawala et al., ۲۰۰۸).

چمنی (۱۳۷۴) تنوع و غنای گونه ای پارک ملی گلستان را در سه واحد دشت، تپه ماهور و کوهستان بررسی کرد و نشان داد که با افزایش ارتفاع، غنای گونه ای افزایش می یابد.

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 گونه ای، غنا و یکنواختی در طبقه متوسط ارتفاعی (۱۴۰۰ تا ۱۹۰۰) و کمترین آن ها در طبقات ارتفاعی بالا به علت افزایش اشعه فوق بنفش و طبقات ارتفاعی پایین به علت دسترسی انسان است. بالاترین میزان غنای گونه ای در شیب های رو به جنوب مشاهده می شود اما از نظر تنوع و یکنواختی تفاوت معنی داری بین شیب های 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 گونه ای 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 میرزایی 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 به‌منظور 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، به‌طوری‌که 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، شیب تأثیر معنی‌داری بر غنا و تنوع داشته و بیشترین تنوع و غنای گونه‌ای در شیب‌های کمتر از ۳۰ درصد مشاهده گردید.

در رویشگاه‌های گچی بریتانیا نشان داده شد که موقعیت گونه‌ها به‌طور قوی با شیب و جهت دامنه در ارتباط است، زیرا جهت دامنه در میزان انرژی دریافتی خورشید اثر دارد و به‌تبع آن رطوبت در دامنه‌های جنوبی به میزان ۲۰-۱۰ 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 در نتیجه افزایش نور در کف جنگل در دامنه‌های جنوبی باشد.

بنابر موارد بیان‌شده 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 جغرافیایی ۳۰' ۵۲° تا ۴۰' ۵۲° و عرض جغرافیایی ۲۹° ۰' تا ۲۹° ۱۵' در بهار ۱۳۹۲

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	ارژن	<i>Amygdalus eleagnifolia</i>	Rosaceae
۶	بادام کوهی، بخورک	<i>Amygdalus scoparia</i>	Rosaceae
۷	افرا کیکم	<i>Acer monspessulanum</i>	Aceraceae
۸	زالزالک	<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 asepalae</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>Daphnea mucronata</i>	Thymelaeaceae
۱۶	افدرا	<i>Ephedra prosera Fisch. & Meyer</i>	Thymelaeaceae
۱۷	افدرا	<i>Ephedra major Host</i>	Thymelaeaceae
۱۸	افدرا	<i>Ephedra foliata</i>	Ephedraceae
۱۹	شیرین بیان	<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	لبیدیسی 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 خشبی 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 شیب با توجه به نحوه اسکان عشایر 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 متر از سطح دریا می‌باشد، در سه سطح کمتر از ۱۸۰۰ متر و ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر و بیش از ۲۰۰۰ متر 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 شیب باهم مقایسه شدند.

نتایج

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

بررسی شاخص‌های زیستی در جهات جغرافیایی

به‌طور کلی شاخص‌های تنوع نشان‌دهنده تنوع بیشتر در جهت شمال نسبت به سایر جهات است. با توجه به شاخص تنوع سیمپسون یا جینی ($1-\lambda$)، 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 دارند. 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. پس‌از آن در جهت غرب و به دنبال آن در جهت شرق و نهایتاً در جنوب بیشترین غالبیت را نشان می‌دهد.

شاخص‌های یکنواختی هیل (E_1, E_2, E_3, E_4, E_5) و کامارگو در جهات جغرافیایی حاکی از یکنواختی بیشتر در جهت شرق هستند پس‌از آن یکنواختی در جهات شمال، غرب و جنوب به ترتیب کاهش می‌یابد. در شاخص‌های اسمیت-ویلسون و نی اصلاح‌شده هرچند رویشگاه‌های شرقی دارای یکنواختی بیشتری هستند اما در شاخص اسمیت-ویلسون یکنواختی پس از جهت شرقی به ترتیب غرب، جنوب و شمال کاهش می‌یابد. در شاخص نی اصلاح‌شده 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 پس‌از آن غنای گونه‌ای در جهت غرب، جنوب و نهایتاً شرق کاهش می‌یابد. با استفاده از شاخص منهنیک بیش‌ترین غنا در جهت شرق و پس‌از 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		
۲۴۷	۳۶۹	۳۹۱	۶۶	۱۰۷۳	شاخص‌های تنوع
					عداد کل (N)
۲۳	۲۰	۲۶	۱۲	۳۰	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
۲۳	۲۰	۲۶	۱۲	۳۰	N_0
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 ویلسون

ادامه جدول (۲)

جهات جغرافیایی				کل داده‌ها	
W	S	N	E		
۰/۱۵۱۰	۰/۱۷۰۰	۰/۱۳۶۰	۰/۲۹۴۰	۰/۱۲۰۰	نی اصلاح شده شاخص‌های غنا
۳/۹۹۳۲	۳/۲۱۴۵	۴/۱۸۸۵	۲/۶۲۵۵	۴/۱۵۵۸	شاخص مارگالوف
۱/۴۶۳۵	۱/۰۴۱۲	۱/۳۱۴۹	۱/۴۷۷۱	۰/۹۱۵۸	شاخص منهنیک
۱۶/۴۱	۱۳/۱	۱۷/۳۸	۱۱/۸۹	۲۹/۷۹	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 به طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا مشاهده می‌شود. با توجه به شاخص N_0 که تعداد گونه‌ها را نشان می‌دهد، طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا تنوع کمتری را نسبت به طبقه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا دارا است، 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 به‌صورت معنی‌داری متفاوت است اما تنوع در طبقات ارتفاعی کمتر از ۱۸۰۰ متر و ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا باهمدیگر 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 در نهایت 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 دریابیشتر 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

شاخص‌های تنوع	طبقات ارتفاع از سطح دریا			کل داده‌ها
	≥ 2000	1800-2000	≥ 1800	
تعداد کل (N)	۳۱۱	۴۳۸	۳۲۴	۱۰۷۳
تعداد گونه (S)	۲۴	۲۲	۲۱	۳۰
تنوع شانون-وینر H	۲/۷۳۲	۲/۴۱۶	۲/۴۲۳	۲/۷۱۵
شاخص سیمپسون λ	۰/۸۱۸	۰/۱۲۵۴	۰/۱۲۱۷	۰/۰۹۰۳
تنوع سیمپسون $1-\lambda$	۰/۹۱۸۲	۰/۸۷۴۶	۰/۸۷۸۳	۰/۹۰۹۷
اعداد هیل				
N۰	۲۴	۲۲	۲۱	۳۰
N۱	۱۵/۳۶۴	۱۱/۲۰۱	۱۱/۲۸۰	۱۵/۱۰۵
N۲	۱۲/۲۲۳	۷/۹۷۴	۸/۲۱۷	۱۱/۰۷۸
شاخص‌های یکنواختی				
E۱	۰/۸۵۹۶	۰/۷۸۱۶	۰/۷۹۵۹	۰/۷۹۸۲
E۲(Evenness)	۰/۶۴۰۱	۰/۵۰۹۱	۰/۵۳۷۱	۰/۵۰۳۵
E۳	۰/۶۲۴۵	۰/۴۸۵۸	۰/۵۱۴۰	۰/۴۸۶۴
E۴	۰/۷۹۵۶	۰/۷۱۱۹	۰/۷۲۸۵	۰/۷۳۳۵
E۵	۰/۷۸۱۴	۰/۶۸۷۳	۰/۷۰۲۱	۰/۷۱۴۶
کامارگو	۰/۴۷۸۰	۰/۳۸۶۰	۰/۴۰۴۰	۰/۳۷۷۰
اسمیت و ویلسون	۰/۳۸۵۰	۰/۳۱۲۰	۰/۳۳۲۰	۰/۲۶۴۰
نی اصلاح شده	۰/۱۴۸۰	۰/۱۲۹۰	۰/۱۴۳۰	۰/۱۲۰۰
شاخص‌های غنا				
شاخص مارگالوف	۴/۰۰۷۱	۳/۴۵۲۷	۳/۴۵۹۸	۴/۱۵۵۸
شاخص منهنیک	۱/۳۶۰۹	۱/۰۵۱۲	۱/۱۶۶۷	۰/۹۱۵۸
قیاس آماری	۲۳/۸۵	۲۰/۷۱	۲۰/۶۹	۲۹/۷۹

بررسی شاخص‌های زیستی در طبقات شیب

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود کمترین تنوع در بین طبقات شیب در طبقه شیب کمتر از ۱۰ درصد مشاهده می‌گردد و بیشترین تنوع در طبقه شیب بیش از ۳۰ درصد مشاهده می‌گردد؛ اما بر اساس انجام آزمون t در شاخص تنوع شانون وینر تفاوت معنی‌داری بین شیب ۱۰ تا ۳۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد مشاهده نمی‌گردد ولی هر دو طبقه با طبقه شیب ۱۰ درصد تفاوت معنی‌داری دارند. از نظر غالبیت که شاخص سیمپسون معرف آن است در شیب کمتر از ۱۰ درصد بیشترین مقدار مشاهده می‌شود. مقدار این شاخص در شیب ۱۰ تا ۳۰ درصد و بیش از ۳۰ درصد به هم نزدیک است. شاخص تنوع H' نیز رفتاری متأثر از شاخص سیمپسون را به صورت معکوس نشان می‌دهد.

بر اساس شاخص‌های بررسی‌شده طبقه شیب ۱۰ تا ۳۰ درصد دارای بالاترین یکنواختی است. پس از آن طبقه شیب بیش از ۳۰ درصد قرار گرفته و کمترین یکنواختی در طبقه شیب کمتر از ۱۰ درصد مشاهده می‌شود.

طبقه‌ی شیب ۳۰ درصد به بالا از نظر تعداد گونه و شاخص‌های غنا در مرتبه بالاتری نسبت به سایر طبقات شیب قرار می‌گیرد. البته با نگاهی به شاخص منهنیک این مقدار در طبقه شیب 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 شیب در جنگل تحقیقاتی بنه

طبقات شیب			کل داده‌ها	
$\geq 30\%$	$10\% - 30\%$	$\leq 10\%$	شاخص‌های تنوع	
۴۸۴	۲۲۶	۳۶۳	۱۰۷۳	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 λ سیمپسون
۰/۹۱۰۴	۰/۹۱۷۰	۰/۸۷۵۶	۰/۹۰۹۷	تنوع $1-\lambda$ سیمپسون
اعداد هیل				
۲۸	۲۱	۲۲	۳۰	N۰
۱۵/۰۹۰	۱۴/۶۷۳	۱۰/۸۹۲	۱۵/۱۰۵	N۱
۱۱/۱۶۲	۱۲/۰۴۷	۸/۰۳۹	۱۱/۰۷۸	N۲
شاخص‌های یکنواختی				
۰/۸۱۴۵	۰/۸۸۲۲	۰/۷۷۲۶	۰/۷۹۸۲	E۱
۰/۵۳۸۹	۰/۶۹۸۷	۰/۴۹۵۱	۰/۵۰۳۵	E۲(Evenness)
۰/۵۲۱۸	۰/۶۸۳۶	۰/۴۷۱۰	۰/۴۸۶۴	E۳
۰/۷۳۹۷	۰/۸۲۱۰	۰/۷۳۸۰	۰/۷۳۳۵	E۴
۰/۷۲۱۲	۰/۸۰۷۹	۰/۷۱۱۶	۰/۷۱۴۶	E۵
۰/۴۰۴۰	۰/۵۳۳۰	۰/۳۷۱۰	۰/۳۷۷۰	کمارگو
۰/۳۴۲۰	۰/۴۶۱۰	۰/۲۷۹۰	۰/۲۶۴۰	اسمیت و ویلسون
۰/۱۳۸۰	۰/۱۶۵۰	۰/۱۳۳۰	۰/۱۲۰۰	نی اصلاح‌شده
شاخص‌های غنا				
۴/۳۶۷۵	۳/۶۸۹۷	۳/۵۶۲۷	۴/۱۵۵۸	شاخص مارگالوف
۱/۲۷۲۷	۱/۳۹۶۹	۱/۱۵۴۷	۰/۹۱۵۸	شاخص منهینک
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 باهمدیگر تفاوت دارند.

با توجه به این نکته که الگوی پراکنش گیاهان به‌طور عمده تحت تأثیر دو عامل درجه حرارت و رطوبت قرار دارد (Holdridge, ۱۹۷۴; Archibold, ۱۹۹۶)، جهت شمال در منطقه مورد مطالعه 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 (سیمپسون) 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 می‌دانند 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 بر روی 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_0 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 مارگالف، منهنیک 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 مارگالف و منهنیک 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، ابنوس، 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.

میزان حرارت و رطوبت به‌طور مستقیم تابعی از الگوی ارتفاع از سطح دریاست (Barnes et al., ۱۹۹۸) 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 وابسته به سلیقه یا شرایط منطقه است. به‌طور کلی حدود ارتفاعی جنگل‌ها و رویش گیاهی در هر منطقه تا ارتفاع مشخصی متوقف می‌شود. این مقدار وابستگی زیادی به‌شکل 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 گفته‌شده، مقایسه مستقیم هر یک از مناطق مورد بررسی در سوابق با منطقه مورد مطالعه ایجاد شبهات و یا اختلافاتی را خواهد کرد. به‌طور 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 به‌شکل 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 شیب 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 گونه‌ای 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 بادامک، تنگرس، بنه و ابنوس 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 ، 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 عمده‌تاً دارای شیب زیاد، فرسایش و بیرون‌زدگی سنگی و کم‌عمق بودن خاک بستر رویش است و غنای گونه‌ای آن از طبقه ارتفاعی ۲۲۰۰ 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 این‌که دسترسی به این حدود برای چرای دام و کشاورزی و قطع درخت و سکنی گزیدن عشایر مشکل‌تر از سایر مناطق بوده، لذا تخریب کمتر صورت گرفته و گونه‌ها فرصت حضور در فراوانی‌های متناسب را دارا هستند.

با توجه به موارد به‌دست‌آمده به‌طور کلی مناطقی از این جنگل که در اسکان عشایر و چرای دام قرار دارد از نظر تنوع و غنای گونه‌ای به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته و نیاز به احیاء و بازسازی دارد. مناطقی نیز که به دلیل صعب‌العبور بودن از این تنش‌ها به دور مانده است می‌تواند به‌عنوان 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 افراخته، زیست شناسی گیاهی، ۲۱(۴): ۱-۱۲.
- 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.
- حبیبیان، 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 بومی 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(۲): ۲۸-۴۲.
- سهرابی، ه.، اکبری نیا، م. ۱۳۸۴. تنوع گونه‌های گیاهی در ارتباط با عوامل فیزیوگرافی در منطقه جنگلی ده سرخ، جوانرود، استان کرمانشاه، فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۳(۳): ۲۷۹-۲۹۴.
- فتاحی، م. ۱۳۷۴. اکولوژی پسته وحشی، مجموعه مقالات اولین سمینار ملی بنه، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام ایلام: ۲۶-۶۲.
- لودویک، جی. ۱۳۸۳. کاربرد آمار در بوم‌شناسی (روش‌ها و محاسبات پایه‌ای)، ترجمه پوربابایی، ح. گیلان، دانشگاه گیلان، ۴۲۸ صفحه.
- مروی مهاجر، م. ۱۳۸۵. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۰۹: ۴۱۸ صفحه.
- میرزایی، ج.، اکبری نیا، م.، حسینی، م.، کهزادی، م. ۱۳۸۷. مقایسه عکس‌العمل تنوع زیستی گونه‌های علفی و چوبی به عوامل محیطی در جهت‌های مختلف جغرافیایی جنگل‌های زاگرس، علوم محیطی، ۵(۳): 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.
- واثقی، پ.، اجتهادی، ح.، زاهدی پور، 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.، اوجی، 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. ۱۹۹۶. Ecology of world vegetation. Chapman and Hall, London.
- Badano, E.I., Cavieres, L.A., Molinga-Montenegro, M.A., Quiroz, C.L. ۲۰۰۵. 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 , ۴ editon , John wiley & Sons Inc, ۷۷۴pp
- 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, ۴(۱): ۹pp.
- 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. ۳۸ Issue ۱ :۳-۱۳.
- Holdridge, L.R. ۱۹۷۴. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science, ۱۰۵: ۳۶۷-۳۶۸.
- Jiang, Y., Kang, M., Zhu, Y., Ku, G. ۲۰۰۷. Plant biodiversity patterns on Helan Mountain, China. Acta Oecologica, ۳۲: ۱۲۵-۱۳۳.
- Perring, F. ۱۹۵۹. Topographical gradients of chalk grassland. Journal of ecology, ۴۸: ۴۱۵-۴۴۲
- Zhao, C.M., Chen, W.L., Tian, Z.Q., Xie, Z.Q. ۲۰۰۵. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia mountain, central China. Journal of Integrative Plant Biology, ۴۷(۱۲): ۱۴۳۱-۱۴۴۹.