

بررسی رابطه برخی متغیرهای اولیه توپوگرافی با حضور، فراوانی، مشخصات کمی گونه‌ها و تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: جنگل باغ شادی هرات، یزد)

مهین شجاعی^۱، بهمن کیانی^{۱*}، احد ستوده^۲ و حمیدرضا عظیم‌زاده^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۳)

چکیده

جهت بررسی رابطه متغیرهای شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا با مشخصات کمی گونه‌ها، تعداد ۱۲۵ قطعه نمونه ۱۰ آری به صورت تصادفی بلوکی مشخص و در قطعات نمونه حضور، تعداد، ارتفاع و قطر برابر سینه (برای گونه‌های درختی) و قطر یقه (برای گونه‌های درختچه‌ای) ثبت شد. هم‌چنین در هر قطعه نمونه، تیپ گیاهی براساس سهم گونه‌ها مشخص شد. براساس مقیاس متغیرها، تحلیل همبستگی با آزمون‌های پیرسون، اسپیرمن، فی و کرامر و مجذور اتا انجام شد. نتایج نشان دادند که ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در حضور و فراوانی گونه‌ها و هم‌چنین تیپ‌های گیاهی است. به‌طور کلی گونه‌های بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.) و بنه (*Pistacia atlantica* F. & M) در ارتفاعات پایین و گونه‌های تنگرس (*Amygdalus lycioedes* Spach.)، ارژن (*Amygdalus elaeagnifolia* Spach.) و کیکم (*Acer cinerascens* L.) در ارتفاعات بالاتر وضعیت بهتری داشتند. شیب همبستگی منفی با حضور گونه‌های افدرا (*Ephedra* spp) و بادام کوهی و همبستگی مثبت با حضور سایر گونه‌ها داشت. هم‌چنین درختان بنه بیشتر متمایل به حضور در جهات جنوبی بوده و در این جهات حجم و سطح مقطع بیشتری داشتند. اطلاعات حاصل از این تحقیق در شناسایی مکان‌های مناسب برای توسعه گونه‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تحلیل رگرسیون نشان داد که تنها فراوانی بادام و افدرا و ارتفاع متوسط بنه و بادام براساس متغیرهای شیب و ارتفاع از سطح دریا قابل پیش‌بینی بودند که البته ضریب تعیین در همه موارد ناچیز بود.

واژه‌های کلیدی: تراکم، رگرسیون، فیزیوگرافی، گونه‌های جنگلی، همبستگی

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۲. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bnkiani@yazd.ac.ir

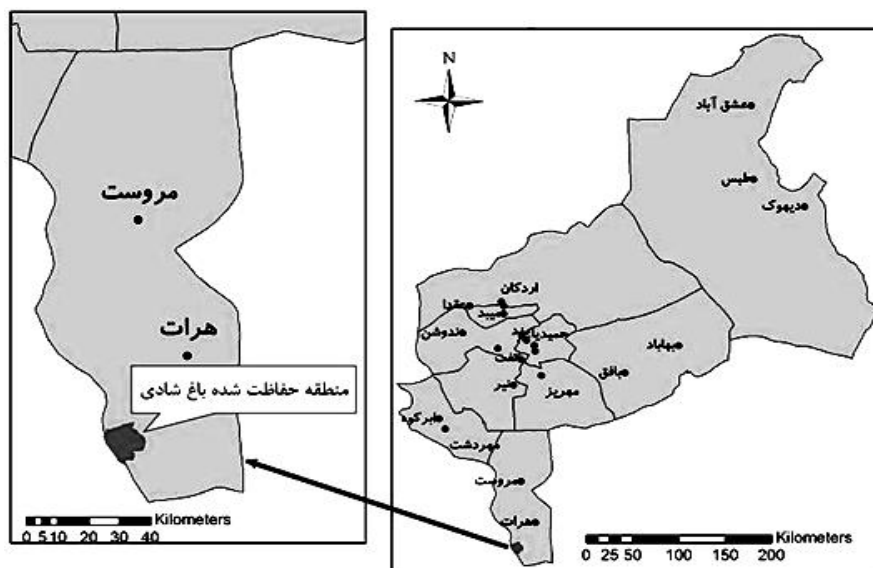
مقدمه

تجزیه و تحلیل روابط پوشش گیاهی و عوامل توپوگرافی از جمله بحث‌های مهم در بوم‌شناسی است (۲۳). تعیین عواملی که حضور و فراوانی نسبی گونه‌های گیاهی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک کنترل می‌کند، یکی از اهداف مهم پژوهش‌ها در این مناطق است، زیرا تجزیه و تحلیل کمی روابط می‌تواند در مدیریت گونه‌های گیاهی این مناطق مفید باشد (۳۶). پژوهش‌های زیادی در مورد بررسی رابطه بین پوشش‌های گیاهی و عوامل محیطی در مقیاس‌های مختلف در مناطق خشک و نیمه‌خشک شمال آمریکا، استرالیا، مصر، هند، ایران و ... انجام شده است (۹). توپوگرافی که به معنای شکل سطحی یک منطقه است (۳۹) تأثیر زیادی بر تنوع گیاهان و پراکنش آنها دارد (۲۶). عوامل توپوگرافی علاوه بر اینکه در استقرار توده‌های جنگلی نقش مهمی دارند بر روی بسیاری از خصوصیات کمی جنگل مانند سطح مقطع برابر سینه، حجم در هکتار، ارتفاع درختان، زادآوری و ... موثر می‌باشند (۱۷). ارتفاع و توپوگرافی روی الگوی پراکنش گیاهی تأثیر زیادی می‌گذارند (۳۱).

در پژوهش قلیچ‌نیا (۱۸) همبستگی جوامع گیاهی با عوامل توپوگرافی (شیب و جهت جغرافیایی) در منطقه نردین بررسی شد و نشان داد که بین عوامل توپوگرافی یاد شده و برخی از ویژگی‌های گیاهی مانند تراکم، تنوع و نوع گونه همبستگی معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین رضوی (۸) شناسایی توده‌های جنگلی را با استفاده از خصوصیات اکولوژیک رویشگاه در جنگل‌های واز مورد مطالعه قرار داده و نتایج این پژوهشگر نشان داد که عواملی نظیر ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب زمین در تفکیک تیپ‌های جنگلی نقش مهم‌تری نسبت به سایر عوامل اکولوژیک دارند. در تحقیق عبدالله‌زاده و همکاران (۱۳) در بررسی پاسخ قطر و ارتفاع کاج تهران به تغییرات شیب و جهت دامنه در پارک جنگلی لویزان مشخص شد که شیب فقط روی قطر برابر سینه و جهت دامنه و شیب به صورت توأم بر روی ارتفاع کاج تهران موثر می‌باشند.

نتایج تحقیق شکری و همکاران (۱۲) نشان داد که آشیان اکولوژیک اجتماعات ارس شیب‌های تند و خاک‌های کم‌عمق با مواد آلی کم و دارای درصد بالای شن، سنگریزه و آهک می‌باشد. سالاریان و همکاران (۱۱) نیز نتیجه گرفتند که جهت جغرافیایی به‌عنوان عامل بسیار مهم در پراکنش بادامک در جنگل‌های زاگرس در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. تحقیق آرخی و همکاران (۲۴) در بررسی عوامل تأثیرگذار بر پراکنش گروه گونه‌های اکولوژیک *Amygdalus orientalis* به این نتیجه رسید که ارتفاع از سطح دریا و سپس بافت خاک به‌عنوان عامل محدودکننده پراکنش گونه‌ها عمل می‌کنند. هم‌چنین جوادی و همکاران (۴) در تحقیق خود با عنوان بررسی تأثیر عوامل توپوگرافی و خاک بر ساختار تاج پوشش گیاهی در نیم‌رخ شمالی اشترانکوه استان لرستان به این نتیجه رسیدند که عوامل خاکی بیشترین تأثیر را در پراکنش و استقرار گونه‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه دارند و عوامل ارتفاع، شیب و شدت چرا در درجه اهمیت بعدی قرار دارند.

در مطالعه دیگری محمدی و همکاران (۲۰) ارتباط خاک، اقلیم و عوامل فیزیوگرافی با پارامترهای گیاهی سطح تاج پوشش، تراکم و ارتفاع متوسط گونه‌ی قیچ *Zygophyllum atriplicoides* را بررسی کردند و نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا با ارتفاع گیاهان رابطه مثبت نشان می‌دهد. نتایج پژوهش‌های دنیسف (۳۲) روی پراکنش و تغییرپذیری بادام‌های وحشی در آذربایجان نشان داده شد که ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان عامل محدودکننده پراکنش گونه‌ها می‌تواند مدنظر قرار بگیرد. همین‌طور جیمرسون و کاروترز (۳۷) در مطالعه جنگل‌های شمال غرب کالیفرنیا به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین عوامل موثر در استقرار گونه‌ها فاصله از اقیانوس، شیب، جهت، میزان بارندگی، ارتفاع و شاخص تشعشع می‌باشد. در تحقیقی کانتر و همکاران (۲۸) در بررسی مراتع کوهستانی آرژانتین با استفاده از تجزیه تطابق کانونیک (CCA) نتیجه گرفتند ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده ترکیب گیاهی می‌باشند. هم‌چنین سانجای و همکاران



شکل ۱. موقعیت منطقه باغ شادی در شهرستان هرات، یزد

مراتع غیر مشجر می‌باشد. عمدتاً به صورت کوهستانی و تپه ماهور و قسمتی به صورت دشت و دامنه‌ای می‌باشد. جهت کلی شیب نیز شمال شرقی و حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۲۰۰۰ و ۲۵۰۰ متر می‌باشد.

خاک منطقه به صورت کم عمق، سنگریزه دار و غیریکنواخت از سنگ‌های مادری آهکی - ماسه‌ای و شیل و مرمریت تشکیل شده که با بافتی سبک از لومی رسی تا شنی لومی - رسی متغیر بوده و اسیدیته آن بین ۸ تا ۸/۴ تغییر می‌کند. بر روی این خاک‌ها تیپ‌های گیاهی عمده بنه - بادام همراه با سایر گونه‌های درختی، درختچه‌ای و بوته‌ای از جمله کیکم، افدر، دافنه و غیره بوده و این منطقه به طور کلی جزو زبانه‌های انتهایی جنگل‌های زاگرس است. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۸۵ میلیمتر و بیشتر مربوط به فصل زمستان و میانگین دما ۱۷/۴ درجه سانتیگراد است. میانگین رطوبت نسبی نیز ۴۷ درصد بوده و اقلیم غالب منطقه نیز براساس سیستم دومارتن، نیمه خشک است.

روش تحقیق

برای شناخت منطقه و بررسی عوارض و تیپ‌های گیاهی و وضعیت پراکنش گونه‌ها ابتدا جنگل گردشی انجام شد. مساحت قطعات نمونه براساس تراکم پوشش گیاهی برابر با

(۴۰) الگوهای پوشش جنگلی را با توجه به تغییرات ارتفاع از سطح دریا در منطقه نیمه آبی غرب هیمالیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اندازه و تراکم درختان با افزایش ارتفاع از سطح دریا به شدت کاهش می‌یابد. این درحالی است که تراکم نونهال و نهال از این روند پیروی نکرده و الگوی خاصی را نشان دادند. تحقیقات دیگری نیز در این زمینه قابل ذکر هستند که از جمله به حسن‌زاد (۵)، اسماعیل‌زاده و حسینی (۲)، تمرناش (۳)، محتشم‌نیا و همکاران (۱۹) و خواجه (۷) می‌توان اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه جنگلی باغ شادی در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان خاتم واقع گردیده و از شهر هرات حدود ۳۸ کیلومتر فاصله دارد (شکل ۱). این منطقه با مساحتی بالغ بر ۳۴۰۰۰ هکتار در حدفاصل دو استان فارس و یزد قرار دارد. موقعیت آن از نظر جغرافیایی بین طول جغرافیایی ۲۹ ۳۵ تا ۲۹ ۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی ۷ ۵۴ تا ۱۸ ۵۴ شمالی قرار گرفته و شامل ۲۰۰۰۰ هکتار مراتع مشجر و ۱۴۰۰۰ هکتار

محاسبه DRC ابتدا قطر تمامی شاخه‌ها بالای ۲/۵ سانتی‌متر در محل یقه اندازه‌گیری شده، به توان دو رسانده و با هم جمع شد و در نهایت از آنها جذر گرفته شد (۲۹).

قطر یقه برای گیاهان شاخه‌زاد

$$DRC = d_1^2 + \dots + d_n^2 \quad (1)$$

برای سایر درختچه‌ها مانند افدرا، ارژن و بادام کوهی، به‌خاطر قابل رویت نبودن ساقه‌ها در اغلب موارد، امکان بررسی قطر یقه وجود نداشت. لازم به‌ذکر است که اندازه‌گیری ارتفاع درختان با شیب‌سنج سونتو و ارتفاع درختچه‌ها با شاخص مدرج و اندازه‌گیری قطر برابر سینه با نوار قطر‌سنج انجام شد. برای محاسبه سطح مقطع از فرمول مساحت دایره و جهت تعیین حجم درختان بنه نیز از رابطه ۲ استفاده شد:

محاسبه حجم درختان بنه

$$V = 0.4 d^2 h \quad (2)$$

در این رابطه d قطر برابر سینه بر حسب متر، h ارتفاع بر حسب متر و V حجم درخت بر حسب سیلو (چون اندازه دقیق نیست و فقط یک برآورد است از واحد سیلو استفاده می‌شود) هستند (۱۰). سطح مقطع و حجم تمامی درختان در هر قطعه نمونه جمع و با تقسیم به مساحت آن، به سطح هکتار تعمیم داده شد. رابطه حضور یا عدم حضور گونه‌ها در پلات‌ها و تعداد آنها در قطعه نمونه با متغیرهای توپوگرافی نیز مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین تحلیل همبستگی بین خود متغیرهای کمی درختان با آزمون‌های آماری انجام شد. برای بررسی نرمالیتیه از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده و در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون همبستگی اسپیرمن بین شیب و ارتفاع با میانگین متغیرهای کمی استفاده شد. و برای همبستگی بین جهت و میانگین متغیرهای کمی از آزمون مجذور اتا استفاده شد و مجذور این ضریب شبیه ضریب تعیین در تحلیل رگرسیون قابل استفاده است.

برای بررسی همبستگی متغیرهای شیب و ارتفاع با حضور یا عدم حضور گونه‌ها از آزمون همبستگی پوینت بای سریال استفاده شد و برای تعیین همبستگی بین جهت و حضور یا

۱۰ آر (۱۰۰۰ متر مربع) و شکل آنها دایره‌ای در نظر گرفته شد. معیار برای تعیین مساحت قطعه نمونه این بود که حداقل ۱۵-۱۰ درخت در داخل آن قرار گیرد. هم‌چنین با استفاده از شکل دایره‌ای، تعداد گیاهانی که روی مرز قرار گرفته کاهش یافته و لذا کنترل آنها زمان کمتری به‌خود اختصاص می‌دهد. در مرحله بعد نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۸۰۰۰۰ تهیه و در هر یک از حوضه‌های آبخیز منطقه بسته به وسعت و اهمیت تعدادی قطعه نمونه به‌صورت تصادفی روی نقشه مشخص شد. در مجموع تعداد ۱۲۵ قطعه نمونه (براساس بودجه و امکانات) به‌صورت تصادفی بلوکی در منطقه مورد مطالعه مشخص شد. در عرصه با کمک دستگاه مکان‌یاب، تمام قطعات نمونه در عرصه مورد بازبایی قرار گرفته و با مراجعه به محل قطعه نمونه، حضور گونه‌های درختی و درختچه‌ای و تعداد آن ثبت شد. هم‌چنین مشخصات توپوگرافی از قبیل شیب، جهت‌شیب و ارتفاع از سطح دریا مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای تعیین شیب در قطعات نمونه از دستگاه شیب‌سنج سونتو و برای ثبت موقعیت قطعات نمونه و ارتفاع از سطح دریا از دستگاه مکان‌یاب استفاده شد. جهت شیب نیز با قطب‌نما مشخص و ثبت گردید.

در این تحقیق احتمال حضور گونه‌های بنه (*Pistacia atlantica* F. & M.، بادام کوهی (*Amygdalus scoparia* Spach.)، کیکم (*Acer cinerascens* L.)، افدرا (*Ephedra* spp.)، تنگرس (*Amygdalus lycioedes* Spach.)، ارژن (*Amygdalus elaeagnifolia* Spach.) و دافنه (*Daphne mezereum* C.Koch.) که گونه‌های اصلی درختی و درختچه‌ای منطقه هستند، به‌عنوان متغیر وابسته و فاکتورهای شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل ارتفاع، قطر متوسط در پلات، سطح مقطع و حجم در هکتار برای گونه بنه، ارتفاع متوسط در پلات برای گونه‌های بادام کوهی و کیکم و قطر در محل یقه (*Diameter at Root Collar=DRC*) برای درختان کیکم بوده است. با توجه به اینکه درختان کیکم حالت چند شاخه در سطح زمین دارند برای

جدول ۱. آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی

صفت	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
متوسط ارتفاع بنه (متر)	۱/۷۵	۱۰/۷۵	۶/۱۳	۲/۱۲
متوسط ارتفاع بادام (متر)	۰/۸۶	۵	۲/۰۵	۰/۷۱
متوسط ارتفاع کیکم (متر)	۲/۱	۶/۳۴	۳/۵۴	۰/۸۶
معدل قطر یقه کیکم (سانتی متر)	۵/۱	۶۰	۲۱/۱۲	۱۳/۹
حجم در هکتار بنه (سیلو در هکتار)	۰/۰۱	۸۱/۵۲	۱۶/۵۶	۱۷/۹
سطح مقطع در هکتار بنه (مترمربع در هکتار)	۰/۰۱	۱۸/۳۲	۴/۶۸	۴/۲
میانگین قطر بنه (سانتی متر)	۲	۱۲۱/۶	۴۷/۷۵	۱۹/۱
تعداد تنگرس	۰	۳۶	۳/۲	۷/۱
تعداد افدرا	۰	۲۸	۱/۳۷	۳/۷
تعداد بادام	۰	۴۵	۵/۹	۹
تعداد کیکم	۰	۱۶	۱/۵	۳/۱
تعداد بنه	۰	۱۴	۲/۰۴	۱/۹

و نرمال بودن توزیع آنها مورد بررسی قرار گرفت. وجود مشاهدات خارج از رده بررسی و در صورت وجود، این داده‌ها حذف و آنالیز تکرار شد. شکل عمومی معادله رگرسیون خطی چند متغیره به صورت زیر است (۱۵):

تابع رگرسیون خطی چند متغیره

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon \quad (3)$$

در این رابطه X متغیر مستقل مورد مطالعه (در اینجا متغیرهای توپوگرافی) و Y متغیر وابسته (در اینجا خصوصیات کمی جنگل) β_0 مقدار ثابت، β_1 تا β_n ضرایب متغیرهای مستقل و ϵ مقدار خطا هستند. برای کنترل هم خطی چندگانه از مقدار VIF در خروجی نرم افزار استفاده شد. در مواردی که مقدار آن بیشتر از ۱۰ نباشد، از عدم وجود هم خطی اطمینان به عمل می آید (۱۵). هم چنین برای بررسی اعتبار مدل ها نمودار پراکنش مقادیر خطا در مقابل مقادیر پیش بینی شده به وسیله مدل رسم و در صورت

عدم حضور گونه‌ها نیز از آزمون همبستگی فی و کرامر استفاده شد. برای مشخص کردن همبستگی بین شیب و ارتفاع با تعداد افراد هر گونه از آزمون اسپیرمن استفاده شد. برای بررسی همبستگی حضور گونه‌های مختلف در قطعات نمونه با توجه به اینکه هر دو متغیر مقیاس دو جمله‌ای داشتند از ضریب فی استفاده شد. برای همبستگی بین تیپ و عوامل توپوگرافی نیز از مجذور اتا استفاده شد.

جهت بررسی قدرت پیش‌بینی متغیرهای توپوگرافی از تحلیل رگرسیون استفاده شد. ابتدا با رسم اسکاترگرام از وجود رابطه خطی بین متغیرهای مستقل و وابسته اطمینان حاصل شد. در مواردی که رابطه خطی وجود داشت، توزیع داده ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی و در صورت نرمال نبودن با تبدیل کردن تلاش شد تا متغیر با توزیع نرمال برای استفاده در ارزیابی مدل تولید شود. هم چنین همگنی واریانس مقادیر خطا

جدول ۲. رابطه متغیرهای توپوگرافی با مشخصات کمی درختان

ارتفاع متوسط بنه	ارتفاع متوسط بادام	ارتفاع متوسط کیکم	DRC کیکم	حجم در هکتار بنه	سطح مقطع در هکتار بنه	قطر متوسط بنه
شیب	۰/۲۸۳**	۰/۴۱۹**	۰/۱۷۹ ^{ns}	۰/۱۲۶ ^{ns}	۰/۲۲۳**	۰/۱۷۲ ^{ns}
جهت	۰/۲۷۹	۰/۲۲۲	۰/۳۶۲	۰/۴۲۰	۰/۲۳۹	۰/۲۶۰
ارتفاع	۰/۱۸۳ ^{ns}	۰/۰۹۹ ^{ns}	۰/۱۷۲ ^{ns}	۰/۰۵۸ ^{ns}	۰/۱۱۵ ^{ns}	۰/۱۹۰ ^{ns}

*: معنی‌دار در سطح یک درصد *; معنی‌دار در سطح پنج درصد ^{ns}: بدون همبستگی معنی‌دار

تصادفی نبودن تلاش شد تا با حذف نقاط پرت و انجام تبدیل‌های لازم، نتیجه مناسب به دست آید. جهت انجام تحلیل‌های آماری در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS 21 استفاده شد.

نتایج

آماره‌های توصیفی متغیرها در جدول ۱ مشاهده می‌شود. این آماره‌ها براساس داده‌های برداشت شده در قطعات نمونه هستند. خلاصه نتایج همبستگی بین شیب، جهت و ارتفاع با میانگین مشخصات کمی درختان در جدول ۲ قابل ملاحظه است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود شیب پلات با DRC درختان کیکم همبستگی مثبت و با سایر متغیرها همبستگی منفی داشته است. این بدان معنی است که با افزایش شیب، درختان کیکم در وضعیت بهتری از نظر رشد قطری دارند. بیشترین همبستگی با ارتفاع متوسط درختان بادام ملاحظه شده است که البته منفی است و نشان می‌دهد که درختان بادام کوهی مناطق کم‌شیب‌تر را ترجیح می‌دهند. در مشاهدات میدانی نیز ملاحظه شد که درختان بادام کوهی بیشتر در کف دره‌ها و مناطق کم‌شیب حضور می‌یابند.

در خصوص ارتفاع از سطح دریا همبستگی با ارتفاع متوسط درختان کیکم مثبت و با سایر متغیرها منفی بود که مجدداً خاطر نشان می‌سازد که درختان کیکم در مناطق مرتفع‌تر شرایط بهتری دارند، اما به‌طور کلی همبستگی این متغیر با خصوصیات کمی درختان خیلی قوی نبود. در خصوص متغیر جهت باید گفت رابطه‌ی غیرخطی قوی بین ارتفاع و DRC گونه‌ی کیکم با این

متغیر وجود دارد. براساس نتایج درختان بنه در جهت‌هایی که نور بیشتری می‌گیرند از جمله جنوب شرق، جنوب و جنوب غرب ارتفاع متوسط بیشتری (۶/۳ - ۶/۷ متر) داشتند. در حالی که درختان بادام کوهی در جهت‌های شمال شرق و غرب بلندتر بوده‌اند (۲/۲ متر). در خصوص حجم در هکتار گونه‌ی بنه باید گفت در جهت جنوب بیشترین مقدار (۲۲/۷ سیلو در هکتار) و در جهت شمال غرب، کم‌ترین مقدار (۴/۷ سیلو در هکتار) ملاحظه شد.

برای سطح مقطع نیز دقیقاً همین وضعیت وجود داشت و بیشترین مقدار در جهت جنوب (۶/۲ مترمربع در هکتار) و کمترین مقدار در جهت شمال غرب (۱/۶ مترمربع در هکتار) بود. در خصوص قطر بنه و کیکم باید گفت درختان بنه در جهت جنوب شرق قطورتر (۵۲/۳ سانتی‌متر) و در جهت شمال کم‌قطرتر (۳۷/۹ سانتی‌متر) بوده‌اند. در خصوص DRC کیکم بیشترین مقدار این متغیر در جهت غرب (۳۳/۱ سانتی‌متر) و کمترین آن در جهت جنوب غرب (۱۰/۹ سانتی‌متر) ملاحظه شد. نتایج همبستگی بین متغیرهای توپوگرافی با حضور گونه‌ها در جدول ۳ دیده می‌شود.

براساس نتایج، شیب زمین با حضور گونه‌های دافنه و بادام کوهی همبستگی منفی و با حضور سایر گونه‌ها همبستگی مثبت داشت، در نتیجه دافنه و بادام بیشتر تمایل به حضور در مناطق کم‌شیب خواهند داشت، درحالی‌که سایر گونه‌ها در مناطق شیب‌دار حضور بیشتری دارند البته این مسئله تنها برای گونه‌های کیکم و تنگرس قابل توجه است و تأیید می‌کند که

جدول ۳. رابطه حضور گونه‌های گیاهی با متغیرهای توپوگرافی

حضور دافنه	حضور ارژن	حضور تنگرس	حضور افدرا	حضور بادام	حضور کیکم	حضور بنه	
۰/۰۶۰ ^{NS}	۰/۱۱۰ ^{NS}	۰/۲۳۵ ^{**}	۰/۰۵۶ ^{NS}	۰/۰۹۱ ^{NS}	۰/۲۱۸ [*]	۰/۰۵۵ ^{NS}	شیب
۰/۲۲۱ ^{NS}	۰/۲۱۹ ^{NS}	۰/۱۳۶ ^{NS}	۰/۱۳۵ ^{NS}	۰/۳۲۹ ^{NS}	۰/۲۰۸ ^{NS}	۰/۲۸۲ ^{NS}	جهت
۰/۱۰۴	۰/۲۶۲ ^{**}	۰/۲۸۶ ^{**}	۰/۳۶۶ ^{**}	۰/۳۷ ^{NS}	۰/۴۰۹ ^{**}	۰/۰۸۴ ^{NS}	ارتفاع

** : معنی دار در سطح یک درصد * : معنی دار در سطح پنج درصد NS: بدون همبستگی معنی دار

جدول ۴. رابطه متغیرهای توپوگرافی با تعداد گونه‌ها در قطعه نمونه

تعداد دافنه	تعداد ارژن	تعداد تنگرس	تعداد افدرا	تعداد بادام	تعداد کیکم	تعداد بنه	
۰/۳۶ ^{NS}	۰/۱۹۱ [*]	۰/۲۸۳ ^{**}	۰/۱۱۸ ^{NS}	۰/۲۱۲ ^{**}	۰/۲۳۷ ^{**}	۰/۰۹۲ ^{NS}	شیب
۰/۱۹۳ ^{NS}	۰/۲۰۶ ^{NS}	۰/۱۷۹ ^{NS}	۰/۲۳۵ ^{NS}	۰/۲۶۶ ^{NS}	۰/۲۹۸ ^{NS}	۰/۲۸۴ ^{NS}	جهت
۰/۰۷۲ ^{NS}	۰/۳۶۸ ^{**}	۰/۳۷۶ ^{**}	۰/۳۹۷ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۴۷۴ ^{**}	۰/۱۳۷ ^{NS}	ارتفاع

** : معنی دار در سطح یک درصد * : معنی دار در سطح پنج درصد NS: بدون همبستگی معنی دار

جدول ۵. نتایج تحلیل همبستگی بین مشخصات کمی گونه‌ها

رابطه	همبستگی
ارتفاع متوسط بنه - حجم در هکتار بنه	۰/۶۳۲ ^{**}
ارتفاع متوسط بنه - سطح مقطع در هکتار بنه	۰/۴۶۹ ^{**}
ارتفاع متوسط بنه - قطر متوسط بنه	۰/۶۴۰ ^{**}
ارتفاع متوسط کیکم - DRC کیکم	۰/۵۶۶ ^{**}
حجم در هکتار بنه - سطح مقطع در هکتار بنه	۰/۹۵۲ ^{**}
حجم در هکتار بنه - قطر متوسط بنه	۰/۷۵۷ ^{**}
سطح مقطع در هکتار بنه - قطر متوسط بنه	۰/۷۰۶ ^{**}

** : معنی دار در سطح یک درصد

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص می‌شود هر سه متغیر شیب، جهت و ارتفاع همبستگی مثبت با تعداد گونه‌های مورد مطالعه داشتند به استثناء گونه بادام کوهی. در خصوص شیب همبستگی با تعداد ارژن، تنگرس، بادام و کیکم معنی دار بود که نشان می‌دهد در شیب‌های کمتر تعداد بادام افزایش می‌یابد در حالی که برای سایر گونه‌ها کاهش می‌یابد. بر این اساس می‌توان گفت در مناطق پرشیب تراکم گونه‌های فوق (غیر از بادام) بیشتر است. با افزایش ارتفاع از سطح دریا فراوانی گونه‌های تنگرس، ارژن، افدرا و کیکم افزایش یافت که نشان

این دو گونه تمایل به حضور در شیب‌های زیاد دارند. در خصوص ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت برای تمام گونه‌ها ملاحظه شد که در این میان بیشترین همبستگی مربوط به کیکم و افدرا بود که همبستگی معنی داری نیز وجود داشت. در خصوص جهت، همبستگی معنی دار با حضور هیچ یک از گونه‌ها مشاهده نشد. این بدان معنی است که گونه‌های مورد مطالعه در تمام جهت‌ها امکان حضور دارند. در جدول ۴ نتایج همبستگی بین متغیرهای توپوگرافی با تعداد گونه‌ها در قطعات نمونه مشاهده می‌شود.

می‌دهد گونه‌های فوق مناطق مرتفع را بیشتر ترجیح می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود همبستگی جهت با فراوانی گونه‌ها معنی‌دار نیست، البته لازم به ذکر است که بیشترین فراوانی کیکم و ارژن در جهت شمال غرب بود. در مورد گونه تنگرس و دافنه در جهت جنوب غرب بیشترین تعداد در قطعه نمونه ملاحظه شد. برای بادام و بنه نیز در جهت شمال بیشترین فراوانی در قطعه نمونه وجود داشت. انجام آزمون همبستگی بین متغیرهای کمی نشان داد که ارتباط قوی بین ارتفاع متوسط بنه با قطر، سطح مقطع و حجم آن وجود دارد. به عبارتی درختان بلندتر قطورتر و حجیم‌تر هم هستند (جدول ۵).

بین ارتفاع متوسط و DRC درختان کیکم نیز همبستگی معنی‌دار ملاحظه شد. هم‌چنین قطر متوسط بنه در قطعه نمونه رابطه معنی‌دار و قوی با حجم و سطح مقطع آن داشت. نمودار ابر نقاط برای مشخصات کمی گونه‌ها در مواردی که همبستگی معنی‌دار بود در شکل ۲ قابل ملاحظه است.

نتایج آزمون همبستگی بین حضور گونه‌های مختلف در قطعات نمونه نشان داد که بین حضور بنه و بادام با حضور گونه‌های دیگر همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. بین حضور کیکم و ارژن همبستگی معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ مشاهده شد ($r=0/34$). یافته‌های میدانی نیز موید این مطلب بوده‌اند که در مناطق مرتفع و کوهستانی هر دو گونه حضور بهتری داشتند. ممکن است بتوان این رابطه را به این صورت توجیه کرد که هر دو گونه نیازهای اکولوژیک مشابهی دارند. برای گونه ارژن همبستگی معنی‌دار با حضور گونه‌های افدرا و کیکم ($r=0/22$) و ($r=0/34$) ملاحظه شد. حضور افدرا در قطعات نمونه همبستگی معنی‌داری با حضور دافنه ($r=0/28$) و تنگرس ($r=0/46$) داشت.

در خصوص نتایج همبستگی متغیرهای توپوگرافی و تیپ، براساس نتایج تنها ارتفاع از سطح دریا با تیپ همبستگی معنی‌داری داشت ($r=0/29$). در نتیجه به‌نظر می‌رسد ارتفاع مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده تیپ گیاهی در منطقه مورد مطالعه است. انجام آزمون اتا (Eta) نشان داد که ضریب همبستگی بین

متغیر ارتفاع از سطح دریا و تیپ ۰/۸۴ بوده و در نتیجه $\text{Eta}^2 = 0/7$ است، بر این اساس می‌توان گفت ۷۰٪ از تغییرات تیپ را متغیر ارتفاع از سطح دریا می‌تواند پیش‌بینی کند. در خصوص شیب نیز باید گفت این متغیر تنها ۳۰٪ از تغییرات تیپ را پیش‌بینی می‌کند. بررسی همبستگی بین جهت و تیپ نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین این دو متغیر وجود ندارد. در واقع نمی‌توان گفت که تیپ خاصی تنها در یک جهت جغرافیایی خاص مستقر می‌شود ($r=0/5$).

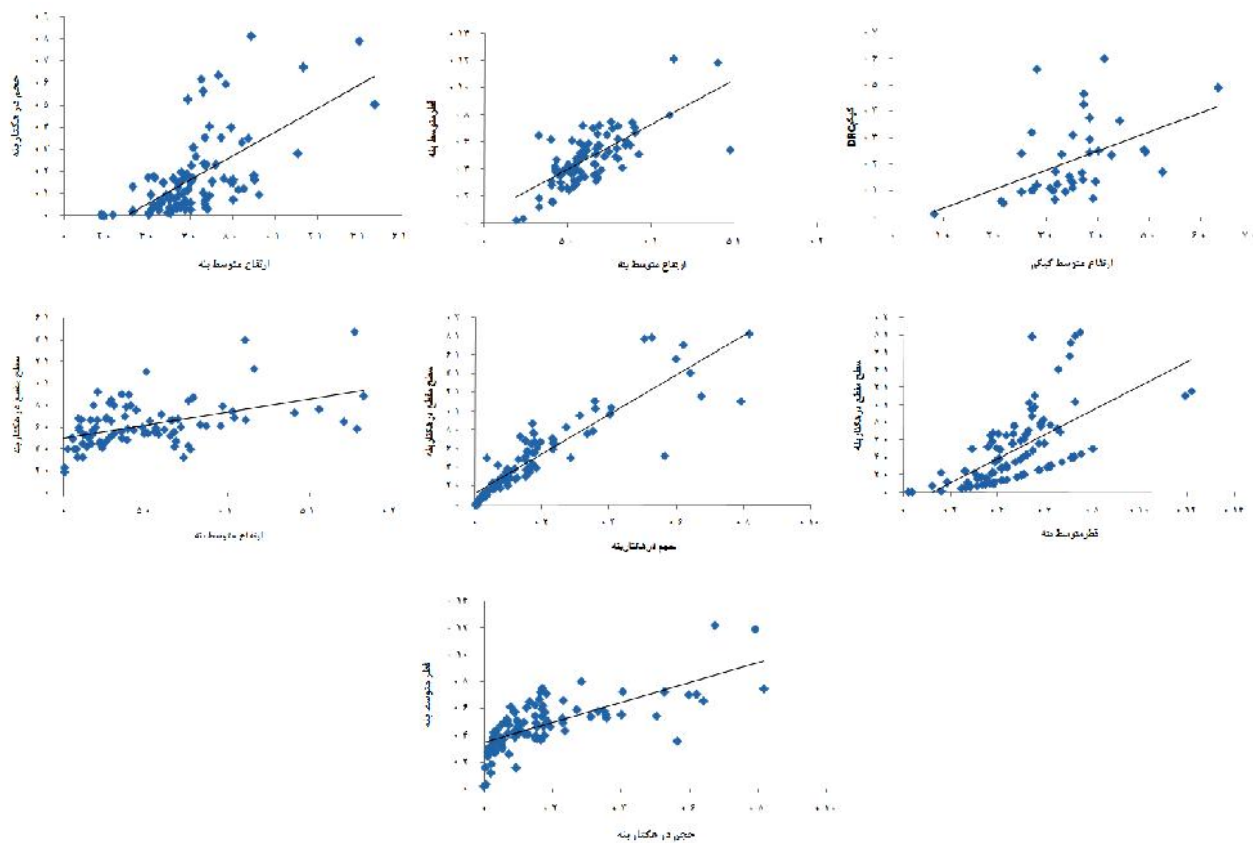
براساس نتایج تحلیل رگرسیون، از بین متغیرهای کمی، مدل خطی تنها برای متغیرهای ارتفاع متوسط درختان بنه و بادام در قطعه نمونه معنی‌دار بود که به‌صورت زیر می‌باشد.
متوسط ارتفاع بنه:

(شیب) $0/03 -$ (ارتفاع از سطح دریا) $0/001 - 8/62$
متوسط ارتفاع بادام:

(شیب) $0/02 -$ (ارتفاع از سطح دریا) $0/0201 - 3/69$
در خصوص مدل اول ضریب تعیین ۰/۰۸ و برای مدل دوم ۰/۱۴ بود. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود مقدار ضریب تعیین بسیار کم است. برای متغیرهای DRC درختان کیکم، ارتفاع متوسط درختان کیکم، حجم در هکتار بنه، سطح مقطع در هکتار بنه و میانگین قطر درختان بنه مدل خطی معنی‌دار نبود و تخمین منحنی نیز نتوانست مدل‌های درجه دو یا درجه سه مناسب برای برازش بر داده‌ها معرفی کند. هنگامی که فراوانی گونه‌ها در قطعه نمونه به‌عنوان متغیر وابسته مدنظر قرار گرفت، مدل خطی تنها برای گونه‌های دافنه و بادام معنی‌دار بود که به‌صورت زیر بودند.

تعداد دافنه:
(شیب) $0/01 -$ (ارتفاع از سطح دریا) $0/002 - 4/39$
تعداد بادام:

(شیب) $0/012 -$ (ارتفاع از سطح دریا) $0/001 - 0/92$
در خصوص مدل اول ضریب تعیین ۰/۳۲ و برای مدل دوم ۰/۱ بود. در مورد فراوانی گونه‌های ارژن، تنگرس، افدرا، کیکم و بنه مدل معنی‌دار نبود.



شکل ۲. رابطه بین مشخصات کمی گونه‌ها

بحث

عوامل فیزیوگرافی از جمله ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت جغرافیایی معمولاً نقش مهمی در پراکنش تیپ‌های مختلف، فراوانی و حضور گونه‌ها و مقدار مشخصات کمی آنها دارند. بررسی جهت و شدت ارتباط بین این عوامل می‌تواند در توسعه و مدیریت پوشش‌های گیاهی بسیار موثر است (۴). در این تحقیق مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا تعداد گونه‌ها در واحد سطح افزایش می‌یابد که این با نتایج تحقیق گودرزی و همکاران (۱۶) در مورد گونه‌ی بادامک مغایرت دارد. علت این امر می‌تواند دور ماندن مناطق مرتفع از دسترس روستاییان و عشایر حاضر در منطقه باشد، به‌علاوه در مناطق مرتفع جاده‌های مناسب‌تر کم‌تری وجود دارد. مقدار مشخصات کمی گونه‌ها از جمله ارتفاع متوسط بانه و بادام، قطر و حجم درختان بانه با افزایش ارتفاع کاهش یافت درحالی‌که در مورد

گونه‌ی کیکم همبستگی مثبت وجود داشت، این مسئله به‌دلیل نیازهای اکولوژیکی گونه‌ی مزبور است که ارتفاعات بالاتر را ترجیح می‌دهد. در تحقیقات گریتنس و وتاس (۳۵)، فیشر و فویل (۳۴)، کوروی و همکاران (۳۰) و آقایی و همکاران (۱) نیز ارتفاع از سطح دریا به‌عنوان عامل بسیار موثر بر حضور و فراوانی گونه‌ها معرفی شده است. در تحقیق تمرشاش (۳) مشخص شد که ارتفاع بر میزان تاج پوشش گیاهی موثر است. با افزایش میزان شیب، مقدار مشخصات کمی درختان کاهش یافت که این در تطابق با نتایج گودرزی و همکاران (۱۶) قرار دارد، علت این مسئله کاهش عمق خاک و رطوبت و در نتیجه میزان موادغذایی است. در خصوص تعداد پایه‌ها در واحد سطح در مناطق پرشیب فراوانی افزایش یافت که باز می‌توان آن را به مشکل بودن دسترسی روستاییان ارتباط داد. لازم به‌ذکر است که

هم‌چنین مشخص شد که ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عامل محیطی موثر در شکل‌گیری و حضور گونه‌ها هست که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. البته لازم است در تحقیقات بعدی متغیرهای مربوط به مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز مورد بررسی قرار گیرند.

در خصوص همبستگی تیپ‌های گیاهی با متغیرهای توپوگرافی مشخص شد که تنها ارتفاع از سطح دریا همبستگی معنی‌داری با تیپ گیاهی دارد که مقدار ضریب همبستگی بسیار قابل توجه بوده است، این عامل نزدیک به دو سوم تغییرات تیپ‌های گیاهی را تعیین می‌کند و مابقی آن تحت تأثیر عوامل دیگر هستند. در تحقیقات آقایی و همکاران (۱)، احمد و همکاران (۲۵)، حیدری و همکاران (۶)، فوتناین و همکاران (۳۳) و ساویج و اکمیف (۴۱) نیز نتایج مشابه به‌دست آمده است.

نتایج این تحقیق می‌تواند در شناسایی محدوده‌ی حضور تیپ‌ها و گونه‌های مختلف و نیازهای فیزیوگرافیک آنها که به نوبه‌ی خود تعیین‌کننده در دسترس بودن نور، رطوبت، خاک و مواد غذایی هستند و هم‌چنین مناطق مستعد برای کاشت آنها مورد استفاده قرار گیرد، تهیه‌ی نقشه تیپ، حضور و فراوانی براساس روابط همبستگی مورد مطالعه در این پژوهش می‌تواند راهنمای مناسبی برای منطقه حفاظت شده باغ شادی جهت حمایت از گونه‌ها و توسعه‌ی آنها باشند.

براساس نتایج تحلیل رگرسیون مشخص شد که متغیرهای شیب و ارتفاع از سطح دریا نمی‌توانند تعداد در هکتار و تاج پوشش در هکتار جنگل را به‌صورت معنی‌دار پیش‌بینی کنند. تنها صفاتی که تحت تأثیر این متغیرهای قرار داشتند، متوسط ارتفاع درختان بنه و بادام در قطعه نمونه بودند که البته در تمامی موارد مقدار ضریب تعیین کم بوده و خیلی قابل توجه نیست. در تحقیق انگر و موزیکا (۴۲) مشخص شد که متغیرهای توپوگرافی شامل شیب و انباشتگی جریان آبراه‌ها حدود ۴۰ درصد از تغییرات موجود در تعداد در هکتار درختچه‌ها را پیش‌بینی می‌کنند. در تحقیق حاضر اگرچه

همبستگی شیب با فراوانی گونه‌ها تنها برای گونه‌های تنگرس و کیکم معنی‌دار بود. در خصوص حضور گونه‌های تنگرس و کیکم همبستگی معنی‌دار و مثبت با مقدار شیب داشتند که با نتایج جوادی و همکاران (۴) و هم‌چنین با نتایج کانزو و همکاران (۲۸) و میرزایی و همکاران (۲۲) مغایرت دارد.

اگرچه در این تحقیق همبستگی معنی‌داری بین جهت و مشخصات کمی گونه‌ها ملاحظه نشد و براساس نتایج درختان بنه در جهت‌های جنوب، جنوب‌شرق و جنوب‌غرب که نور بیشتری می‌گیرند ارتفاع متوسط بیشتری داشتند درحالی‌که درختان بادام کوهی در جهت‌های شمال‌شرق و غرب بلندتر بوده‌اند. برای سطح مقطع و حجم درختان بنه نیز بیشترین مقادیر در جهت‌هایی ملاحظه شد که اصطلاحاً پرنور هستند. بیشترین قطر درختان کیکم نیز در جهت غربی ملاحظه شد، این نتایج در مورد گونه‌ی بادامک با نتایج گودرزی و همکاران (۱۶) تطبیق دارد، زیرا این گونه در تمام جهات جغرافیایی حضور داشته است، در خصوص سایر گونه‌ها نیز تقریباً در تمام جهت‌ها امکان یافتن گونه‌ها فراهم بود، این مسئله ممکن است به‌واسطه‌ی تغییرات توپوگرافیک نه‌چندان شدید در منطقه‌ی مورد مطالعه باشد. در واقع ماکروتوپوگرافی جنگل مورد تحقیق تنوع خیلی زیادی ندارد.

به‌طور کلی در این تحقیق گونه‌های دافنه و بادام کوهی تمایل به حضور در شیب‌های کم‌تر داشتند که این با مشاهدات میدانی تطبیق دارد درحالی‌که گونه‌های کیکم و تنگرس متمایل به حضور در مناطق مرتفع و در نتیجه با شیب بیشتر بودند. در تحقیق جوادی و همکاران (۴) مشخص شد که ارتفاع از سطح دریا همبستگی معنی‌داری با ۳۲ گونه گیاهی مورد مطالعه دارد که برای برخی از گونه‌ها مثبت و برخی دیگر منفی بود اما هیچ‌یک از گونه‌ها از نظر حضور همبستگی مثبت با متغیر شیب نشان ندادند در حالی‌که در تحقیق حاضر، حضور گونه‌های کیکم، تنگرس و ارژن همبستگی مثبت با عامل مزبور داشتند. در این تحقیق هم‌چنین مشخص شد که گونه‌ی دافنه دامنه پراکنش وسیع داشته و در تمام شیب‌ها و جهت‌ها حضور دارد.

وجود دارد، این متغیرها نمی‌توانند به‌تنهایی عوامل تعیین‌کننده باشند. هم‌چنین در صورت انجام نمونه‌برداری در یک گرادیان ارتفاعی به‌عنوان مثال در قالب یک ترانسکت، ممکن است نتایج بهتری به‌دست بیایند تا این که قطعات نمونه در سطح یک منطقه پراکنده شوند، زیرا با این کار متغیرهای مداخله‌گر با تحت تاثیر قرار دادن شرایط، منجر به معنی‌دار نشدن حضور متغیرهای توپوگرافی به‌ویژه ارتفاع و حصول ضرایب تعیین‌کم خواهند شد.

در مجموع باید گفت متغیرهای توپوگرافی تنها بخش کوچکی از تغییرات صفات کمی توده‌های جنگلی را پیش‌بینی نموده و بخش زیادی از آن تحت تاثیر سایر متغیرها از جمله حاصلخیزی رویشگاه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، شرایط توده و میزان دخالت در آن قرار دارد. قدر مسلم در توده‌هایی که دستخوش تغییر شده و تحت تاثیر دخالت‌های انسانی قرار گرفته‌اند، لحاظ نمودن اثر متغیرهای توپوگرافی همراه با خطا خواهد بود. به‌نظر می‌رسد انجام نوعی طبقه‌بندی براساس وضعیت کیفی و کمی توده‌ها بتواند باعث بهبود نتایج شود. اما در این صورت ممکن است تنوع و محدوده متغیرهای توپوگرافی کاهش یابد. با توجه به اثر متغیرهای مربوط به خاک خصوصاً رطوبت، پیشنهاد می‌شود در پیش‌بینی مشخصات کمی توده‌های جنگلی به‌ویژه در مناطق خشک، اثر این نوع متغیرها نیز لحاظ شود. اگرچه این کار با هزینه‌های اضافی همراه بوده و هدف نهایی مدل‌سازی که کاهش هزینه و زمان در برداشتهای صحرائی است را زیر سوال خواهد برد.

انباشتگی جریان مورد مطالعه قرار نگرفت اما شیب زمین به‌عنوان یکی از متغیرهای تاثیرگذار به همراه ارتفاع از سطح دریا توانست تنها تعداد درختچه‌های بادام و دافنه را با ضرایب تعیین ۰/۳۲ و ۰/۱ پیش‌بینی نماید. در تحقیق کریشنا پسارد و همکاران (۳۸) مشخص شد که متغیرهای بارش و درجه حرارت بیش از متغیرهای توپوگرافی در تعیین شاخص‌های پوشش گیاهی که تابعی از تاج پوشش و تراکم هستند نقش دارند. مقادیر پایین ضریب تعیین در تحقیق حاضر می‌تواند تاییدی بر این مسئله باشد. پارامترهای مربوط به خاک معمولاً رابطه تنگاتنگ با پوشش‌های گیاهی دارند. در تحقیق مختاری اصل و همکاران (۲۱) مشخص شد که درصد بسیار بالایی از پوشش و تراکم گونه‌های مرتعی تحت تاثیر خصوصیات شیمیایی خاک قرار دارد. برای تکمیل نتایج این تحقیق مطالعه خصوصیات خاک ضروری به‌نظر می‌رسد. در مطالعه عبداللهی و نادری (۱۴) متغیرهای ارتفاع از سطح دریا و شیب همبستگی معنی‌داری با تراکم و پوشش گونه درمنه داشتند. در تحقیق حاضر دامنه تغییرات ارتفاع خیلی زیاد نبوده (۴۰۰ متر) و به‌علاوه منطقه مورد مطالعه فاقد پوشش جنگلی همگن و یک‌دست می‌باشد. از اینرو اثر ارتفاع در پیش‌بینی خصوصیات کمی جنگل خیلی بارز نبوده است. در تحقیق براون (۲۷) مشخص شد که با استفاده از متغیرهای توپوگرافی و بیوفیزیکی در پیش‌بینی نوع پوشش گیاهی، بخش زیادی از تغییرات، تبیین نشده باقی می‌مانند. به‌نظر می‌رسد علیرغم علاقه‌ای که برای استفاده از این متغیرها در پیش‌بینی مشخصات توده‌های گیاهی

منابع مورد استفاده

- آقایی، ر.، س. الوانی‌نژاد، ر. بصیری و ر. ذوالفقاری. ۱۳۹۱. رابطه‌ی بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با عوامل محیطی (مطالعه‌ی موردی: رویشگاه وزگ در جنوب شرق یاسوج). *مجله علمی- پژوهشی اکولوژی کاربردی* ۱(۲): ۶۳-۵۳
- اسماعیل‌زاده، ا. و س. م. حسینی. ۱۳۸۶. رابطه بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با شاخص‌های تنوع‌زیستی گیاهی در ذخیره‌گاه سرخدار افراتخته. *محیط‌شناسی* ۴۳: ۳۰-۲۱
- تمرتاش، ر. ۱۳۹۱. بررسی رابطه خصوصیات گیاهی با عوامل توپوگرافی در واحدهای بهره‌برداری مراتع کوهستانی واز مازندران. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۱۹(۳): ۴۸۱-۴۶۹.

۴. جوادی، س. ا. ب. زمانی و ا. مختاری. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر عوامل پستی و بلندی و خاک بر ساختار پوشش گیاهی در نیمرخ شمالی اشترانکوه (استان لرستان). مرتع (۴): ۳۶۱-۳۵۲.
۵. حسن زاد ناورودی، ا. ۱۳۸۴. بررسی خصوصیات کمی و کیفی درختان توسکای بیلاقی در سه منطقه ارتفاعی در اسالم. مجله منابع طبیعی ایران (۵۹): ۱۲۹-۱۱۵.
۶. حیدری، م. س. مهدوی و ا. روشن. ۱۳۸۸. شناخت رابطه برخی از عوامل فیزیوگرافی و فیزیکی - شیمیایی خاک با گروه‌های بوم‌شناختی گیاهی در منطقه حفاظت شده مله‌گون ایلام. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران (۱۷): ۱۶۰-۱۴۹.
۷. خواجه، آ. م. ۱۳۷۷. بررسی اثر توپوگرافی بر تراکم گونه‌های علفی در پارک ملی گلستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه مرتعداری. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه گرگان. ۹۲ ص.
۸. رضوی، س. ا. ۱۳۸۰. تشخیص توده های جنگلی با استفاده از خصوصیات اکولوژیک رویشگاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۸۹ صفحه.
۹. زارع چاهوکی، م. ع. ا. زارع چاهوکی و م. زارع ارزانی. ۱۳۸۹. تاثیر عوامل توپوگرافی و خاک موثر بر پراکنش گونه های گیاهی در مراتع اشتهارد. نشریه مرتع و آبخیزداری (۳): ۳۴۰-۳۳۱.
۱۰. زبیری، م. ۱۳۷۳. آماربرداری در جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ ص.
۱۱. سالاریان، ع. ا. مناجی و ی. ایران‌منش، ۱۳۸۷. بررسی نیاز رویشگاهی گونه بادامک در جنگل های زاگرس: مطالعه موردی رویشگاه کره بس استان چهار محال و بختیاری، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران (۴): ۵۵۴۲-۵۵۲۸.
۱۲. شکری، م. م. ا. بهمینار و م. ر. طاطاییان. ۱۳۸۲. بررسی اکولوژیک پوشش گیاهی مراتع بیلاقی هزار جریب بهشهر. مجله منابع طبیعی ایران (۵۶): ۱۴۲-۱۳۱.
۱۳. عبدالله زاده، ب. م. طبری کوچک سرایی، خ. ثاقب طالبی و م. زبیری. ۱۳۸۳. پاسخ قطر و ارتفاع کاج تهران به تغییرات شیب و جهت دامنه در پارک جنگلی لویزان. پژوهش و سازندگی (۶): ۳۵-۳۰.
۱۴. عبداللهی، ج. و ح. نادری. ۱۳۹۰. بررسی اثر متغیرهای توپوگرافی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر نحوه عملکرد پارامترهای موثر بر رشد، پژوهش و سازندگی (۹۷): ۶۲-۵۲.
۱۵. کیانی، ب. ۱۳۹۳. کاربرد روشهای پیشرفته آماری در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد، ۵۲۲ ص.
۱۶. گودرزی، غ. ف. احمدلو و خ. ثاقب طالبی. ۱۳۹۱. تاثیر فیزیوگرافی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر پراکنش گونه بادامک در ۴ منطقه از استان مرکزی. مجله پژوهشهای علوم و فناوری چوب و جنگل (۱۹): ۷۶-۵۹.
۱۷. قربانلی، م. ۱۳۸۱. جغرافیای گیاهی. انتشارات سمت. تهران. ۳۰۷ صفحه.
۱۸. قلیچ‌نیا، ج. ۱۳۷۸. بررسی درجه همبستگی جوامع گیاهی با عوامل توپوگرافی (شیب و جهت) در منطقه نردین. مجله پژوهش و سازندگی (۴۳): ۴۱-۳۳.
۱۹. محتشم‌نیا، س. ق. زاهدی و ح. ارزانی. ۱۳۸۶. مطالعه پوشش گیاهی مراتع نیمه استپی اقلید در استان فارس در ارتباط با عوامل اداپتیکی و فیزیوگرافی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (۶): ۱۲۳-۱۱۱.
۲۰. محمدی، ا. س. ح. متین‌خواه و س. ج. خواجه‌الدین. ۱۳۹۱. بررسی برخی خصوصیات قبیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) در برخی مناطق نیمه خشک استان اصفهان. خشک بوم (۳): ۸۱-۶۹.
۲۱. مختاری اصل، ا. م. مصداقی، و م. ر. صادقس منش. ۱۳۸۶. عوامل موثر در استقرار و پراکنش چهار گونه مرتعی شور پسند در

- مراتع قرخلارند مرند در استان آذربایجان شرقی، *مجله علمی. پژوهشی مرتع* ۱(۲): ۱۱۶-۱۲۸.
۲۲. میرزایی، ج.، م. اکبری نیا، س. م. حسینی، ه. سهرابی و ج. حسین زاده. ۱۳۸۶. تنوع گونه ای گیاهان علفی در رابطه با عوامل فیزیوگرافیک در اکوسیستمهای جنگلی زاگرس میانی. *زیست شناسی ایران* ۴(۲۰): ۳۷۵-۳۸۲.
23. Antoine, G., and E. Z. Niklaus. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modeling* 135: 147-186.
24. Arekhi, S., M. Heydari and H. Pourbabaei. 2010. Vegetation. environmental relationships and ecological species groups of the Ilam Oak forest landscape, *Iran, Caspian Journal of Environtal Sciences* 8(2): 115-125.
25. Ahmad, S. S., S. Fazel, E. E. Valeem and I. Zafar. 2009. Evaluation of ecological aspects of Roadside vegetation around Havalian City using Multivariate techniques, *Pakistan Journal of Botany* 41(1):53-60.
26. Barnes, B. V. 1998. *Forest Ecology*, John Wiley and Sons Inc, 773p.
27. Brown, D. G. 1994. Predicting vegetation types at treeline using topography and biophysical disturbance variables, *Journal of Vegetation Science* 5: 641-656.
28. Cantero, J. J., J. Liira, J. M. Cisneros, J. Gonzalez, C. Nuez, L. Petryna, C. Cholaky and M. Zobel. 2003. Species richness, alien species and plant traits in central Argentine mountain grasslands, *Journal of Vegetation Science* 14:129-136.
29. Chojnacky, D. C. 1988. Woodland volume equations for Arizona Fort Apache and San Carlos Indian Reservations, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, 7 p.
30. Coroi, M., M. S. Skeffington, P. Giller, C. Smith, M. Gormally and G. O' Donovan. 2004. Vegetation diversity and stand structure in streamside forests in the south of Ireland, *Forest Ecology and Management* 202: 39-57.
31. Day, E. P. and C. D., Monk. 1974. Vegetation pattern on a southern Appalachian watershed, *Journal of Ecology* 55: 1064-1074.
32. Denisov, V. P. 1982. Distribution and variability of the wild almonds of Azerbaidzhan, *Instituta Rastenievodstva, Imeni. N. I. Vavilova* 126: 39-42.
33. Fontaine, M., R. Aerts, K. Ozkan, A. Mert, S. Gulsoy, H. Suel, M. Waelkens and B. Muys. 2007. Elevation and exposition rather than soil types determine communities and site suitability in Mediterranean mountain forests of southern Anatolia, Turkey, *Forest Ecology and Management* 247:18-25.
34. Fisher, M. A. and P. Z. Fuel. 2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona, *Forest Ecology and Management* 200: 293-311.
35. Grytnes, J. A. and O. R., Vetaas. 2002. Species richness and altitude: A comparison between null models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient, Nepal, *The American Naturalist* 159(3): 294-304.
36. He, M. Z., J. G. Zheng, X. R. Li and Y. L. Qian. 2007. Environmental factors affecting vegetation composition in the Alxa Plateau, China. *Journal of Arid Environments* 69: 473-489.
37. Jimerson, M. and S. K. Carotheers. 2002. Northwest California Oak woodlands: environment, species composition and ecological status, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR 164: 705-717.
38. Krishna Prasad, V., K. V. S. Badarinath and E. Anuradha. 2008. Effects of precipitation, temperature and topographic parameters on evergreen vegetation greenery in the Western Ghats, India, *International Journal of Climatology* 28: 1807- 1819.
39. Neufeldt, V. and D. B. Guralink. 1988. Webster new world dictionary, third college edition, Simon and Schuster, New York, 774p.
40. Sanjay, G., R. S. Rawal and N. P. Todaria. 2008. Forest vegetation patterns along an altitudinal gradient in sub. alpine zone of west Himalaya, India, *African Journal of Plant Sciences* 2: 42-48.
41. Sevgi, O., and U., Akkemik. 2007. A dendroecological study on *Pinus nigra* Arn. at different altitudes of northern slopes of Kazdaglari, *Turkey Journal of Environmental Biology* 28:73-75.
42. Unger I. M. and R. M. Muzika. 2008. Influence of microtopography on soil chemistry and understory riparian vegetation, Proceedings of the 16th Central Hardwoods Forest Conference, U. S. Department of Agriculture, *Forest Service* 565-579.