پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۹، پاییز ۱۳۸۸
صص ۱۱۳-۹۹

بررسی ارتباط مورفولوژی گیاهی با خصوصیات مورفومتری نبکاهای گونهٔ «روماریا تورسستانیکا»

محسن پورخسروانی* ـ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان
عباسعلی ولی ـ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان
مسعود معیری ـ استادیار دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵ تأیید نهایی: ۱۳۸۸/۳/۱۱

چکیده

مدل‌سازی ارتباطات اکوژئومورفولوژیکی به‌دلیل کاربردهای متعددی از قبیل پیش‌بینی روند تغییرات توالی، تعدیل و تخریب اراضی، ارزیابی تأثیرات تغییرات اقلیمی، تغییرات در استفادهٔ اراضی و احیای شرایط پایداری سامانه‌های مناطق خشک دارای اهمیت است. نبکا یکی از اشکال ناهمواری در مناطق خشک است که از فرایندهای بادرفتی و پوشش گیاهی تأثیر می‌پذیرد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی ارتباطات موجود بین خصوصیات مورفولوژی گونهٔ گیاهی روماریا تورسستانیکا[1] با عوامل مورفومتری نبکاها و ارتباطات داخلی موجود بین مؤلفه‌های مورفومتری نبکاست. بدین منظور، پارامترهای ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه و مؤلفه‌های قطر قاعده، ارتفاع و شیب دامنه ۱۵۷ نبکا در امتداد ۱۰ ترانسکت در منطقه خیرآباد سیرجان اندازه‌گیری شد. تکنیک رابطه‌سنجی بین پارامترهای گیاهی با مؤلفه‌های مورفومتری نبکا براساس آنالیز رگرسیون ساده و چندگانه تحلیل شده است. نتایج آنالیز رگرسیون ساده، حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از یک درصد با ضریب تبیین ۵۸ درصد برای رابطه خطی و ۶۰ درصد برای توابع درجه ۲ و ۳ است. همچنین بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه با ارتفاع نبکا ارتباط معنی‌داری در سطح احتمال خطای کمتر از یک درصد با ضریب تبیین ۵۴ درصد برای رابطه خطی و ۵۸ درصد برای توابع درجه ۲ و درجه ۳ وجود دارد. نتایج آنالیز رگرسیون چندگانه مبین توجیه ۷۴ درصدی تغییرات ارتفاع نبکا با دو مؤلفه عمودی و افقی پوشش گیاهی است. پارامترهای تاج پوشش و ارتفاع گیاه نیز ۵۳ درصد تغییرات قطر قاعده نبکا را توجیه می‌کنند. نتایج آنالیز رگرسیون بررسی ارتباطات بین خصوصیات مورفومتری نبکاهای گونهٔ روماریا تورسستانیکا، حاکی از ارتباط معنی‌دار بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا و قطر قاعده نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از ۱ درصد با ضریب تبیین ۴۹ درصد برای رابطه خطی و درجه ۲ و ۵۰ درصد برای رابطه درجه ۳ است.

کلیدواژه‌ها: اکوژئومورفولوژی، سیرجان، مورفولوژی، مورفومتری، نبکا.

نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۴۷۰۷۲۹
* E- mail: mohsen_Pourkhosravani_2007@yahoo.com

1. Reaumaria Turcestanica

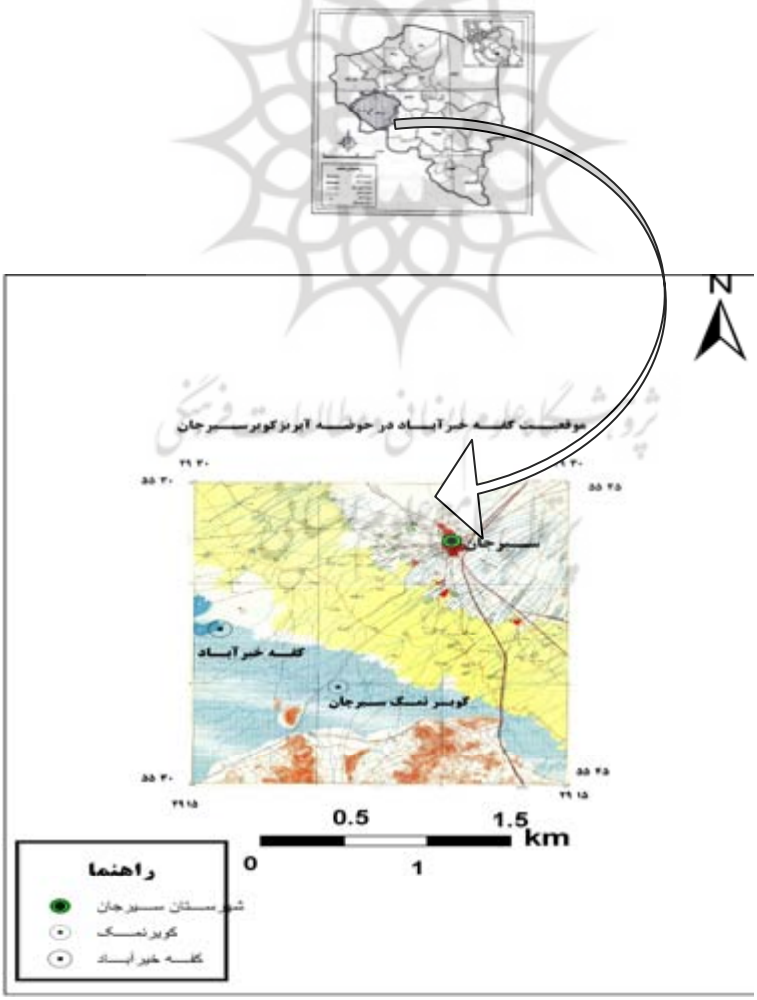
مقدمه

نبکاها اشکال موقتی‌ای هستند که در سامانه‌های بادرفتی در مناطق ماسه‌ای و خشک به‌وجود می‌آیند. (Nickling and Wolfe , 1994, 3; Tengberg and Chen, 1998, 2). گرچه چشم‌اندازهای نبکایی به‌ظاهر یکسان و یکنواخت هستند، لیکن خصوصیات آنها به‌خوبی معماری درونی‌شان را تعیین می‌کند، که آن نیز به نوبهٔ خود منعکس‌کنندهٔ تغییرات اندازه‌های ذرات شن در تپه‌هاست. درواقع نبکاها تجمع شن‌های معلقی هستند که اطراف گیاهان را احاطه می‌کنند (Langford, 1999, 1). ناهمواری نبکا و تشکیل تپهٔ آن، از شرایط آب‌وهوایی، اندازه و مواد بادرفتی، نوع و تراکم پوشش گیاهی، ظرفیت انتقال باد و منبع تأمین‌کنندهٔ رسوبات تأثیر می‌پذیرد (Hugenholtz & Wolf, 2006, 2). نوع و تراکم پوشش گیاهی، به پویایی رسوبات در سامانه می‌انجامد، به‌طوری‌که پوشش گیاهی، انتقال رسوب را کاهش می‌دهد (Lancaster and Baas, 1998, 12) و منبع رسوب را محدود می‌کند. زمانی که رشد و توسعهٔ پوشش گیاهی تحت تأثیر دفن رسوبات و فرسایش قرار می‌گیرد (Van der Stoel et al., 2002, 2) گونه‌های مختلف گیاهی، مقاومت‌های متفاوتی در برابر دفن بادرفت‌ها نشان می‌دهند و می‌توانند به‌صورت حمل و دفن انتخابی روی تپه تأثیر بگذارند (Maun and Perumal, 1999, 1). نبکاها در پی آشفتگی چشم‌انداز تشکیل می‌شوند و مورفولوژی نبکا تا حد زیادی به‌وسیلهٔ الگوهای رویشی گونه‌های گیاهی تشکیل‌دهندهٔ آن کنترل می‌شود. توسعه نبکای ناشی از افت پتانسیل اراضی مناطق بیابانی و بیابان‌زایی، در مناطقی صورت گرفته که چرای دام بوده و کانون تولید رسوبات بادی و حمل آنها منجر به ایجاد نبکا گردیده است (Wang et al., 2003, 11; Zhu et al., 1981, 12). نکتهٔ درخور توجه در فرایند ایجاد و توسعه نبکا، وضعیت پوشش گیاهی است. عوامل مختلفی نظیر بردباری اکولوژیکی گونه‌های گیاهی، در توسعهٔ چشم‌انداز نبکا نقش بسزایی دارند و قابلیت ایجاد نبکا در گونه‌های مختلف متفاوت است (Dougill & Thomas, 2002, 2). بررسی مورفولوژی و اکولوژی تپه‌های نبکایی از گونه‌های Arctotheca Populifolia و Gazania Ragens در ساحل جنوبی افریقای جنوبی، نشان می‌دهد که فرم و رشد گونه‌های گیاهی تا حد زیادی منعکس‌کنندهٔ مورفولوژی نبکا، اقلیم و اکولوژی محل رشد آن است (Hesp and Mclachlan, 2000, 3). مدل‌سازی به‌مثابه ابزاری برای درک ارتباطات اکوژئومورفولوژیکی پیچیده‌ای است که در سیر تکامل ناهمواری و پوشش گیاهی حاکم است، می‌تواند در مدیریت تغییرات محیطی یا انسانی در سامانه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک مؤثر واقع شود. برخی از این کاربردها را می‌توان چنین برشمرد: پیش‌بینیِ جهت توالی ناهمواری‌های ساکن و تپه‌های به‌ظاهر غیرفعال (Arens et al., 2004, 12)، تعدیل و مدیریت بیابان‌زایی و تخریب اراضی نیمه‌خشک (Barbier et al., 2006, 4)، ارزیابی اثر تغییرات اقلیمی (Anthonsen et al., 1996, 3; Hugenholtz and Wolfe, 2005, 3; Marin et al., 2005, 17; Thomas et al., 2005, 1)، بررسی اثر تغییر در نوع استفادهٔ اراضی و احیای شرایط ایجاد برای تشکیل و پایداری سامانه‌های متأثر از آن (Forman et al., 2001, 27; Forman & Pierson, 2003, 9; Hesse et al., 2003, 18). به‌طور کلی نتایج تحقیقات انجام شده بر روی خصوصیات و ارتباطات موجود در شکل‌گیری و توسعه نبکاها کمتر از معیارهای کمّی تبعیت کرده و عمدتاً دیدگاه‌های کلاسیک را در شکل‌گیری این گونه‌های ناهمواری دنبال کرده است. در پژوهش حاضر سعی شده است با تکیه بر روش‌های کمّی، خصوصیات ژئومورفولوژی موجود در چشم‌انداز نبکاها بررسی شود و ارتباط بین

عوامل مؤثر در شکل‌زایی نبکاها تعیین گردد. از آنجا که عوامل متعددی در مورفولوژی نبکا دخیل‌اند. در این تحقیق سعی شده است با ثابت نگه داشتن برخی از این عوامل، میزان نقش عامل پوشش گیاهی در مورفولوژی نبکا بررسی شود. به‌عبارت دیگر، با انتخاب یک منطقهٔ محدودِ مورد مطالعه، عوامل اقلیمی (باد، باران و ...) عوامل ترسیمی (اندازه، دانه‌بندی و ...) و عامل زمان ثابت فرض شده است و به تغییرات و ارتباطات حاصل بر اثر عملکرد گونه‌های گیاهی تشکیل‌دهنده نبکا پرداخته شده است. هدف اصلی پژوهش حاضر، بر رابطه‌سنجی بین عوامل پوشش گیاهی با خصوصیات مورفومتری نبکا با به‌کار بستن تکنیک‌های اندازه‌گیری عددی و تحلیل‌های آماری رابطه‌سنجی پایه‌ریزی شده است، تا دیگر پژوهشگران نیز با به‌کاربستن روش‌های کمّی قادر به مقایسه نتایج خود با نتایج این پژوهش باشند.

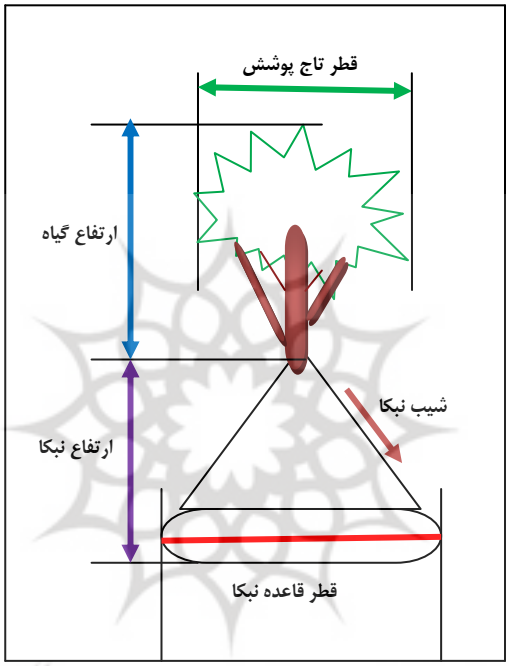
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، موسوم به کفه خیرآباد از محدودهٔ حوضه آبریز کویر سیرجان است که در ۳۵ کیلومتری غرب شهرستان سیرجان واقع شده است.



شکل ۱. موقعیت کفه خیرآباد در حوضه آبریز کویر سیرجان

حوضهٔ آبریز کویر سیرجان در محدودهٔ طول‌های ′۵۷ °۵۴ و ′۲۷ °۵۶ شرقی قرار دارد. کفهٔ خیرآباد در محدودهٔ ′۱۸ °۵۵ طول شرقی و ′۲۶ °۲۹ عرض شمالی در غرب حوضهٔ آبریز کویر سیرجان واقع شده است (فرهنگ جغرافیای آبادی‌های استان کرمان، ۱۳۸۲، ۱۳۹). شکل ۱ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. کفهٔ خیرآباد با ارتفاع متوسط ۱۶۸۸ متر از سطح تراز دریا و متوسط بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد در غرب شهرستان سیرجان قرار دارد؛ جهت باد غالب در این کفه °۱۳۵ جنوب شرقی است (آمارنامه اداره هواشناسی شهرستان سیرجان، ۱۳۸۱).



شکل ۲. پارامترهای اندازه‌گیری شده از نبکاهای منطقه مورد مطالعه

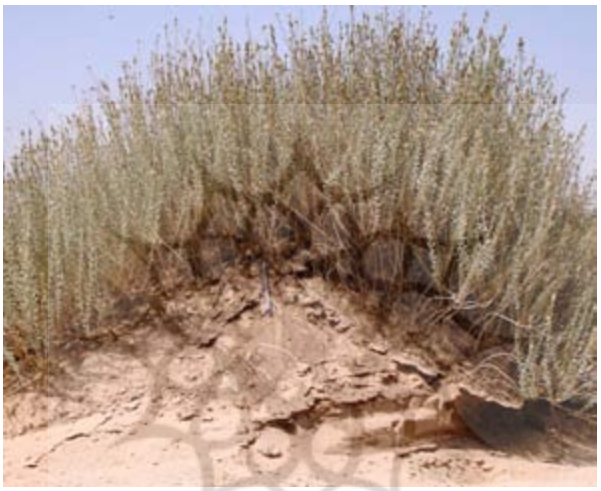
مواد و روش‌ها

ابتدا با استفاده از عکس‌های هوایی،منطقهٔ محدودهٔ کفهٔ خیرآباد مشخص شد و سپس با مراجعات حضوری به منطقه، قلمرو توسعه نبکاها تعیین گردید. سپس نمونه‌برداری در امتداد ۱۰ ترانسکت ۱۰۰۰ متری که کل کفه را پوشش داده‌اند صورت گرفت و در امتداد هر ترانسکت خصوصیات مورفومتری نبکاها اندازه‌گیری شد. حجم نمونه بستگی به موقعیت نبکا نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده داشته است. در مجموع ۱۵۷ نبکا از گونهٔ روماریا تورسستانیکا مورد ارزیابی قرار گرفته است. به‌منظور بررسی خصوصیات نبکاها، عوامل مورفومتری نبکا شامل صفات ارتفاع، شیب دامنه و قطر قاعده اندازه‌گیری گردید و برای بررسی خصوصیات پوشش گیاهیِ تشکل‌دهندهٔ نبکا عوامل مورفولوژی گیاهی شامل قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه مورد سنجش و اندازه‌گیری واقع شده است. برای محاسبهٔ قطر تاج پوشش متوسط، دو قطر اندازه‌گیری شدهٔ تاج گیاه و برای محاسبهٔ ارتفاع گیاه بلندترین شاخهٔ گیاه تا قله نبکا ملاک عمل قرار گرفته است. تکنیک رابطه‌سنجی بین صفات گیاهی با صفات مورفومتری نبکا براساس آنالیز رگرسیون ساده و چندگانه با استفاده از

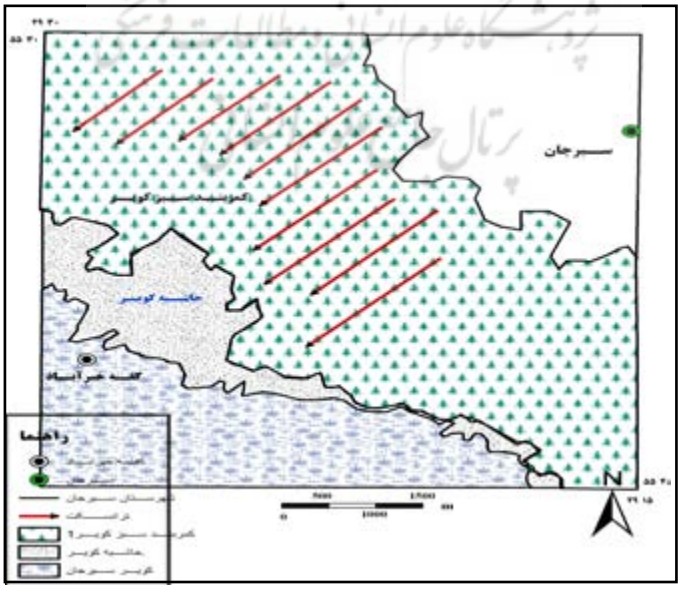
نرم‌افزار SPSS استوار شده است. برای انتخاب بهینهٔ روابط سادهٔ رگرسیونی، توابع مختلف خطی درجه ۲ و درجه ۳ آزمون شده و برای بررسی میزان تأثیر پارامترهای مختلف از روش رگرسیونی چندگانه استفاده شده است. مشخصات گیاه‌شناسی گونهٔ روماریا تورسستانیکا در جدول ۱ ذکر شده است (مظفریان، ۱۳۸۲، ۲۶۷).

جدول ۱. مشخصات گونهٔ روماریا تورسستانیکا در منطقه مورد مطالعه

اسم علمی	اسم فارسی	اسم محلی	خانواده	فرم حیاتی	فرم رویشی
روماریا تورسستانیکا	گل گزی	سرمه	Tamaricaceae	بوته ای	کامفیت (۳۰cm-۰)



شکل ۳. سیمای ظاهری نبکای تشکیل شده از گونهٔ روماریا تورسستانیکا در منطقهٔ مورد مطالعه



شکل ۴. موقعیت ترانسکت‌های نمونه‌برداری در کفه خیرآباد

انواع نبکا

نبکاها عموماً در سطح همواری که میزان ماسهٔ آن متوسط و سطح آب زیر زمین بالاست و یا رطوبت موجود برای حیات پوشش گیاهی کافی باشد، ظاهر می‌شوند. عناصر تشکیل‌دهندهٔ نبکا شامل ماسه ـ لای، رس و سیلت است. شکل نبکا تابعی است از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان که گونه‌هایی نظیر دسته‌ای از گرامینه‌ها، درختچه‌های تاغ، گز و مانند اینها هستند. بر همین اساس، نبکاها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند:

الف) نبکاهای درختی، مانند نبکاهایی که از گونه‌های گز تشکیل می‌شوند.

ب) نبکاهای درختچه‌ای، مانند نبکاهای تشکیل‌شده از گونهٔ اشنان.

ج) نبکاهای بوته‌ای، مانند نبکاهای گونهٔ گل گزی.

د) نبکاهای پهن‌برگان علفی، مانند نبکاهای گونهٔ خارشتر.

و) نبکاهای گراس‌ها و شبه‌گراس‌ها، مانند نبکاهای گونه‌های سبد و سیف.

ارتفاع نبکاها از چند دسی‌متر تا چند متر و طول آن از یک متر تا ۱۰ متر می‌رسد. شایان ذکر است که گیاهان منفرد باید ارتفاعی بیش از ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر داشته باشند تا بتوانند ماسه‌ها را کنترل کنند. اگر دانه‌های ماسه چسبندگی نداشته باشند ـ به عبارتی عناصر رس و لای نداشته باشند ـ حجم آنها با تغییر و سرعت باد تغییر می‌یابد. با افزایش میزان رسوب، گیاه برای جلوگیری از مدفون شدن، به رشد خود در جهت بالا ادامه می‌دهد. این رشد تا جایی ادامه می‌یابد که ریشهٔ گیاه با سطح آب زیرزمینی ارتباط داشته باشد، اما جایی که آب زیرزمینی افت می‌کند این ارتباط قطع می‌شود و تخریب نبکا آغاز می‌گردد، که سرانجام به مرگ نبکا می‌انجامد. نبکاهای چندین ساله و دائمی در تغییر سطح سفره آب زیرزمینی، هرزآب‌ها، تبخیر و تعرق، و کنترل رسوبات بادی در منطقه نقش اساسی دارند. عده‌ای از دانشمندان تلماسه‌های گیاهی را به دو گروه عمده تقسیم می‌کنند:

۱) نبکاهایی که ابعادشان بسیار کوچک است، به‌طوری‌که ارتفاع آنها از چند دسی‌متر و طول آنها از ۱ تا ۱/۵ متر تجاوز نمی‌کند.

۲) روبدوها (Rebdou) که با ابعاد بزرگ‌ترشان از نبکاها متمایز می‌شوند. طول آنها به ۲ تا ۷ متر و عرض‌شان به ۱ تا ۵ متر می‌رسد. غیر از ابعاد، شکل ربدوها نیز پیچیده‌تر از نبکاهاست و گاهی چند مخروط را نشان می‌دهد که کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. مرتفع‌ترین ربدوها در لوت غربی دیده می‌شود که گاه ارتفاع آنها به ۱۲ متر می‌رسد (تریکار، ۱۳۷۹، ۳۹۵).

الف) پهن برگ علفی(خارشتر) ب) بوته‌ای (گل گزی) خ) درختی (گز) د) درختچه‌ای (اشنان)

شکل ۵. تصاویری از انواع نبکاها

یافته‌های تحقیق

نتایج آنالیز رگرسیون ارتباط بین خصوصیات مورفولوژی گیاهی با خصوصیات مورفومتری نبکای گونهٔ روماریا تورسستانیکا در جدول ۲ بیان شده است.

جدول ۲. نتایج آنالیز رگرسیون سادهٔ روابط بین پارامترهای مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نبکا برای گونهٔ روماریا تورسستانیکا

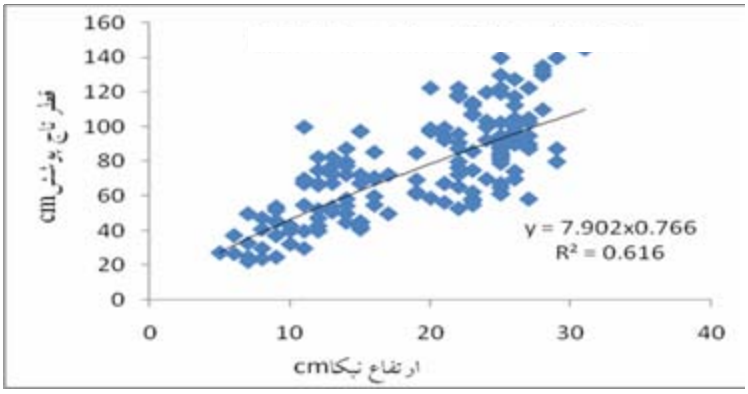
پارامترهای مدل	نوع مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	درجه آزادی	مقدار f	سطح معنی‌دار	ضرایب مدل			
							b∘	b1	b2	b3
ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا	خطی	۰/۷۶۵	۰/۵۸۵	۱۵۵	۲۱۸/۸۵	۰/۰۰۰	۷/۰۵۴۳	۰/۳۷۹۲	–	–
	درجه ۲	۰/۷۷۸	۰/۶۰۵	۱۵۴	۱۱۷/۷	۰/۰۰۰	۲/۸۶۸۴	۰/۶۶۹۷	−۰/۰۰۴۲	–
	درجه ۳	۰/۷۷۹	۰/۶۰۷	۱۵۳	۷۸/۶۷	۰/۰۰۰	۵/۰۵۸۱	۰/۴۰۲۷	۰/۰۰۴۸	−۹E−۵
قطر تاج پوشش و ارتفاع نبکا	خطی	۰/۷۴۱	۰/۵۴۹	۱۵۵	۱۸۸/۸۳	۰/۰۰۰	۵/۴۰۲۷	۰/۱۷۶۴	.....	.....
	درجه ۲	۰/۷۶۴	۰/۵۸۴	۱۵۴	۱۰۸/۱۳	۰/۰۰۰	−۲/۰۱۳۰	۰/۳۹۰۲	−۰/۰۰۱۳	.....
	درجه ۳	۰/۷۶۶	۰/۵۸۷	۱۵۳	۷۲/۴۲	۰/۰۰۰	−۶/۴۷۳۳	۰/۵۹۷۷	−۰/۰۰۴۲	۱/۲E −۵
قطر تاج پوشش و قطر قاعده بنکا	خطی	۰/۷۰۳	۰/۴۹۵	۱۵۵	۱۵۲/۱۰	۰/۰۰۰	۱۱/۷۱۷۴	۰/۵۶۳۱	.....	.....
	درجه ۲	۰/۷۰۵	۰/۴۹۷	۱۵۴	۷۶/۰۵	۰/۰۰۰	۶/۲۴۲۳	۰/۷۲۸۳	−۰/۰۰۱۱	.....
	درجه ۳	۰/۷۰۷	۰/۵۰۰	۱۵۳	۵۱/۰۸	۰/۰۰۰	۲۴/۸۰۷۸	−۰/۱۷۱۲	۰/۰۱۱۸	−۶ E−۵
ارتفاع گیاه و قطر قاعده نبکا	خطی	۰/۵۳۱	۰/۲۸۲	۱۵۵	۶۰/۸۲	۰/۰۰۰	۲۷/۰۵۹۶	۰/۸۴۵۲	.....	.....
	درجه ۲	۰/۵۵۷	۰/۳۱۰	۱۵۴	۳۴/۶۳	۰/۰۰۰	۱۰/۶۷۵۹	۱/۹۸۲۱	−۰/۰۱۶۵	.....
	درجه ۳	۰/۵۵۸	۰/۳۱۱	۱۵۳	۲۲/۹۹	۰/۰۰۰	۱۳/۹۴۳۲	۱/۵۸۳۸	−۰/۰۰۳۰	−۰/۰۰۰۱
ارتفاع گیاه و شیب دامنه نبکا	خطی	۰/۱۳۴	۰/۰۱۸	۱۵۵	۲/۸۴	۰/۰۹۴	۴۱/۷۵۶۷	−۰/۱۱۸۴	.....	.....
	درجه ۲	۰/۲۱۰	۰/۰۴۴	۱۵۴	۳/۵۰	۰/۰۳۳	۳۳/۱۳۹۰	۰/۴۷۹۶	−۰/۰۰۸۷	.....
	درجه ۳	۰/۲۳۴	۰/۰۵۵	۱۵۳	۲/۹۶	۰/۰۳۴	۴۲/۰۴۴۸	−۰/۶۰۶۲	۰/۰۲۸۰	−۰/۰۰۰۴
قطر تاج پوشش و شیب دامنه نبکا	خطی	۰/۰۷۷	۰/۰۰۶	۱۵۵	۰/۸۸	۰/۳۵۰	۳۵/۵۷۹۲	۰/۰۳۳۳	.....	.....
	درجه ۲	۰/۱۳۸	۰/۰۱۹	۱۵۴	۱/۵۲	۰/۲۲۲	۲۶/۷۰۴۲	۰/۳۰۱۱	−۰/۰۰۱۸	.....
	درجه ۳	۰/۲۲۶	۰/۰۵۱	۱۵۳	۲/۷۳	۰/۰۴۶	۵۷/۴۹۸۵	−۱/۱۹۱۰	۰/۰۱۹۵	−۹E−۵

نتایج این جدول حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد، بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه با ارتفاع نبکا برای روابط خطی، درجه ۲ و درجه ۳ است، که به ترتیب ضرایب تبیین این توابع ۵۸/۵ درصد، ۶۰/۵ درصد و ۶۰/۷ درصد، بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه و ارتفاع نبکا با ضریب تبیین ۵۴ درصد برای رابطه خطی و ۵۸ درصد برای روابط درجه ۲ و درجه ۳، بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه و قطر قاعده نبکا با ضریب تبیین ۴۹ درصد برای رابطه خطی و رابطه درجه ۲ و ضریب تبیین ۵۰ درصد برای رابطه درجه ۳، بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و قطر قاعده نبکا با ضریب تبیین ۲۸ درصد برای رابطه خطی، ۳۱ درصد برای رابطه درجه ۲ و رابطه درجه ۳ است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به نتایج جدول ۲ بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و میانگین شیب نبکا و قطر تاج پوشش گیاه و میانگین شیب نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. مقادیر بسیار کوچک ضریب تبیین، دلیل بر وجود نداشتن ارتباط معنی‌دار بین این مؤلفه‌هاست.

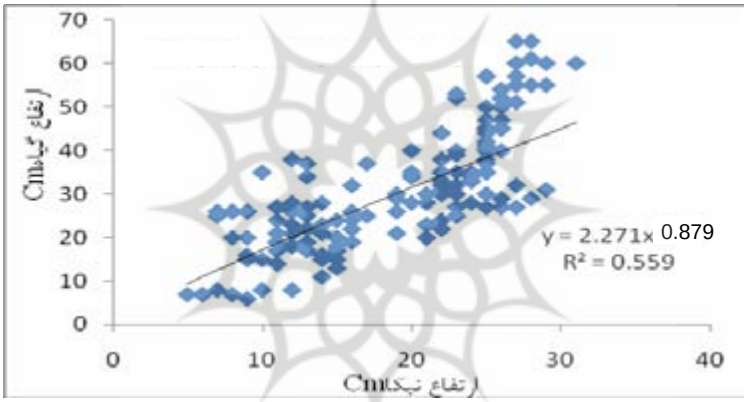
نتایج آنالیز رگرسیونی چندگانه برای بررسی میزان تأثیر مجموع متغیرهای گیاهی بر مورفومتری نبکا در جدول ۳ نشان داده شده است. مدل ۱ تحلیل ارتباط چندگانه بین قطر قاعده نبکا با مؤلفه‌های تاج پوشش و ارتفاع گیاه را توجیه می‌کند. میزان ضریب تبیین مدل برابر ۰/۵۳۱ است. مدل ۲ ارتباط دو متغیر مستقل تاج پوشش و ارتفاع گیاه را با ارتفاع نبکا طراحی کرده و ضریب تبیین مدل ۰/۷۳۷ است. مدل ۳ نبود ارتباط چندگانه را بین مؤلفه شیب نبکا با پارامترهای پوشش گیاهی بیان می‌کند.

جدول ۳. نتایج خلاصهٔ مدل‌های آنالیز رگرسیون خطی چندگانهٔ پارامترهای مورفومتری نبکا و خصوصیات مرفولوژی

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل‌شده	خطای برآورد	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضرایب استانداردشده	مقدار t	سطح معنی‌دار t
۱	۰/۷۲۹	۰/۵۳۱	۰/۵۲۵	۱۳/۸۷	قطر قاعده	تاج پوشش	۰/۴۸۰	۶/۹۸۹	۰/۰۰۰
						ارتفاع گیاه	۰/۳۳۳	۴/۸۴۶	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱۲/۲۲۳	۳/۶۷۱	۰/۰۰۰
۲	۰/۸۵۹	۰/۷۳۷	۰/۷۳۲	۳/۴۸	ارتفاع نبکا	ارتفاع گیاه	۰/۴۴۸	۸/۳۷۹	۰/۰۰۰
						تاج پوشش	۰/۴۰۸	۷/۷۹۰	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	۱/۸۷۲	۲/۰۹۲	۰/۰۳۸
۳	۰/۱۸۷	۰/۰۳۵	۰/۰۲۳	۱۱/۸۴	شیب نبکا	تاج پوشش	۰/۱۶۳	۱/۶۵۵	۰/۱۰۰
						ارتفاع گیاه	-۰/۲۳۱	-۲/۳۴۶	۰/۰۲۰
						مقدارثابت	۳۹/۱۳۸	۱۳/۶۸۳	۰/۰۰۰

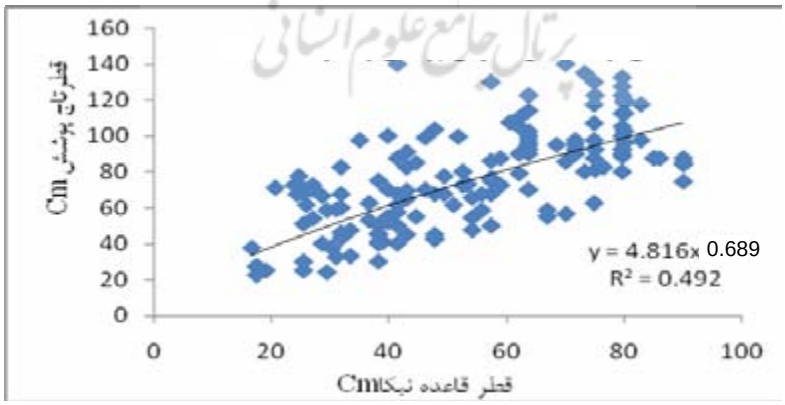


الف) ارتباط بین قطر تاج پوشش و ارتفاع نبکا

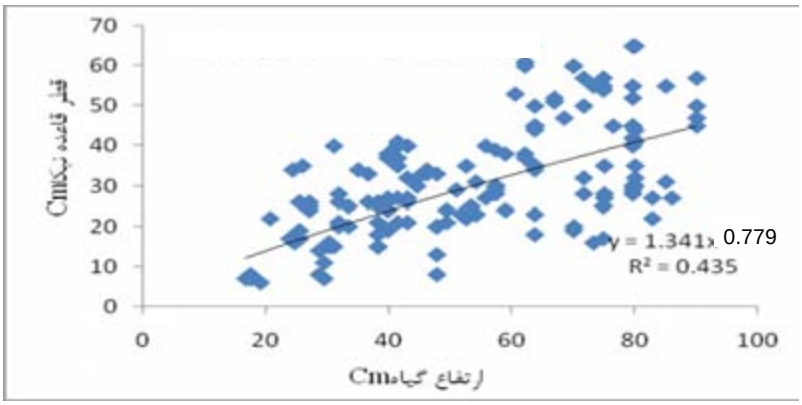


ب) ارتباط بین ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا

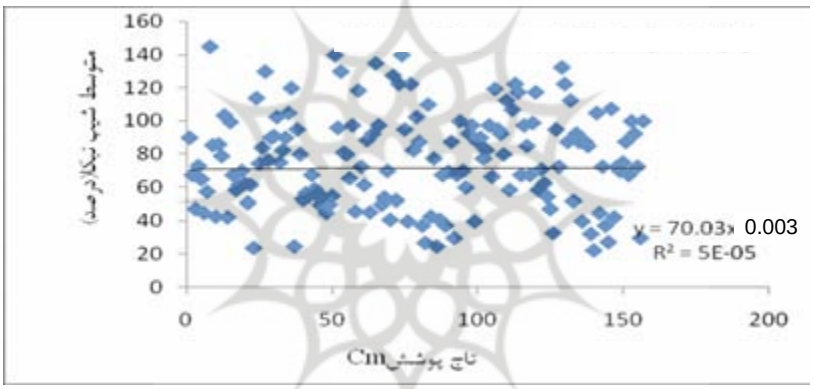
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



ج) ارتباط بین قطر تاج پوشش و قطر قاعده نبکا

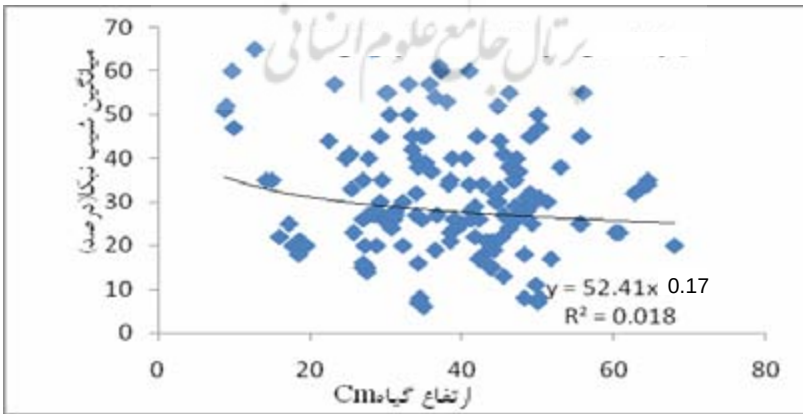


د) ارتباط بین قطر قاعده نبکا و ارتفاع گیاه



هـ) ارتباط بین متوسط شیب نبکا و قطر تاج پوشش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



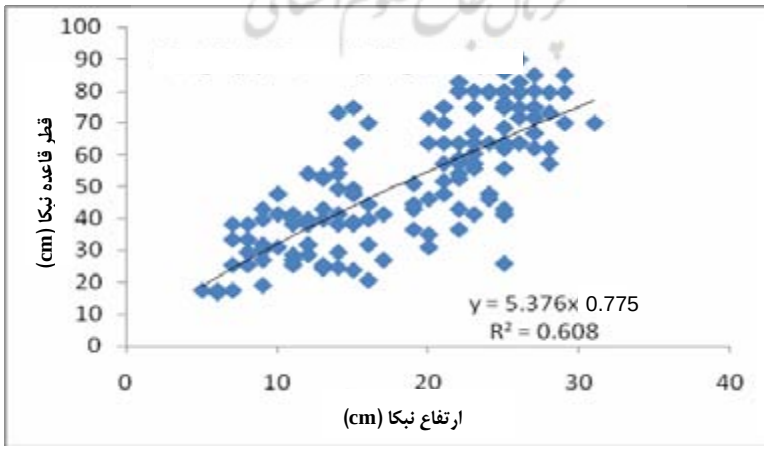
و) رابطه بین متوسط شیب نبکا و ارتفاع گیاه

شکل ۶. ارتباط بین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاه و مورفومتری نبکاهای گونه روماریا تورسستانیکا

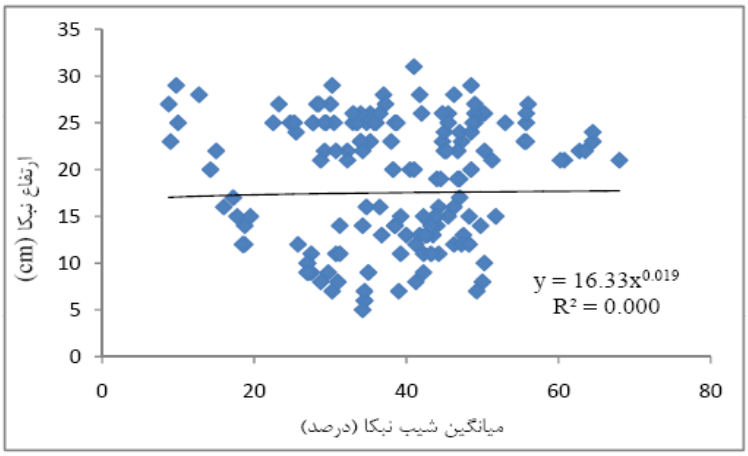
جدول ۴. نتایج آنالیز رگرسیون روابط بین پارامترهای مورفومتری نبکا برای گونهٔ روماریا تورسستانیکا

پارامترهای مدل	نوع مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	درجه آزادی	مقدار f	سطح معنی‌دار	ضرایب مدل			
							b◦	b1	b2	b3
ارتفاع نبکا و قطر قاعده نبکا	خطی	۰/۷۷۰	۰/۵۹۳	۱۵۵	۲۲۵/۸۴۳	۰/۰۰۰	۳/۴۸۷	۰/۰۴۹	.....	.....
	درجه۲	۰/۷۹۳	۰/۶۳۰	۱۵۴	۱۳۱/۳۱۱	۰/۰۰۰	−۴/۱۴۹	۰/۰۹۹	−۶۸۸۵ E−۵	.....
	درجه۳	۰/۸	۰/۶۴۰	۱۵۳	۹۰/۵۹۲	۰/۰۰۰	۳/۸۶۶	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	−۱/۵۶۳ E−۷
شیب دامنه نبکا و قطر قاعده نبکا	خطی	۰/۰۵۵	۰/۰۰۳	۱۵۵	۰/۴۰	۰/۵۲۶	۵۰/۰۱۱۳	۰/۰۹۲۰	.....	.....
	درجه۲	۰/۰۷۷	۰/۰۰۶	۱۵۴	۰/۴۴	۰/۶۴۴	۵۷/۳۹۶۰	−۰/۳۵۴۲	۰/۰۰۶۰	.....
	درجه۳	۰/۰۷۷	۰/۰۰۶	۱۵۳	۰/۳۰	۰/۸۲۶	۶۰/۲۰۹۵	−۰/۶۴۶۰	۰/۰۱۴۷	−۸E−۵
ارتفاع نبکا و شیب دامنه نبکا	خطی	۰/۰۶۳	۰/۰۰۴	۱۵۵	۰/۶۸	۰/۴۱۲	۳۵/۸۲۹۲	۰/۱۱۷۴	.....	.....
	درجه۲	۰/۱۷۶	۰/۰۳۱	۱۵۴	۲/۵۰	۰/۰۸۵	۲۱/۱۴۹۷	۲/۰۳۴۴	−۰/۰۵۳۶	.....
	درجه۳	۰/۲۱۰	۰/۰۴۴	۱۵۳	۲/۳۴	۰/۰۷۶	۴۲/۰۴۷۰	−۲/۲۹۱۶	۰/۲۱۲۷	−۰/۰۰۵۰

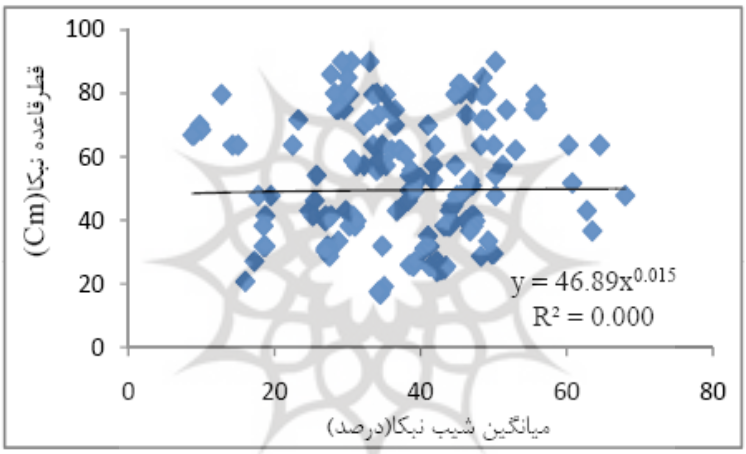
نتایج آنالیز رگرسیون ارتباط بین خصوصیات مورفومتری نبکاهای گونهٔ روماریا تورسستانیکا در جدول ۴ بیان شده است. نتایج این جدول حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا با قطر قاعده نبکا با ضریب تبیین ۴۹ درصد برای روابط خطی و درجه ۲ و ضریب تبیین ۵۰ درصد برای رابطه درجه ۳ است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به نتایج جدول ۴، بین مؤلفه‌های شیب دامنه نبکا و قطر قاعده نبکا و همچنین بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا و شیب دامنه نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. مقادیر بسیار کوچک ضریب تبیین نیز بیانگر این واقعیت‌اند.



الف) رابطه بین قطر قاعده نبکا و ارتفاع نبکا



ب) رابطه بین میانگین شیب نبکا و ارتفاع نبکا



ج) رابطه بین میانگین شیب نبکا و قطر قاعده نبکا

شکل ۷. ارتباط بین مؤلفه‌های مورفومتری نبکاهای گونه روماریا تورسستانیکا

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، بررسی خصوصیات مورفولوژی گیاهی و خصوصیات مورفومتری نبکا که به‌وسیلهٔ گونه روماریا تورسستانیکا ایجاد شده است، برخی خصوصیات مورفومتری نبکا را به‌وسیله خصوصیات مورفولوژی گونهٔ گیاهی توجیه می‌کند.

در مجموع می‌توان ارتباط حاصل از آنالیز رگرسیون ساده بین خصوصیات مورفومتری نبکا و مورفولوژی گونه گیاهی روماریا تورسستانیکا را در سه گروه تقسیم‌بندی کرد.

گروه اول) ارتباطات با ضریب تبیین بالا و سطح معنی‌دار شده با خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد:

الف) ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا.

ب) ارتباط بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه و ارتفاع نبکا.

ج) ارتباط بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه و قطر قاعده نبکا.

د) ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا و قطر قاعده نبکا.

گروه دوم) ارتباط با ضریب تبیین متوسط در سطح معنی‌دار شده با خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد، که مشتمل است بر ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و قطر قاعده نبکا.

گروه سوم) ارتباطات با ضریب تبیین ضعیف و عدم ارتباط معنی‌دار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد:

الف) ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و میانگین شیب نبکا.

ب) ارتباط بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه و میانگین شیب نبکا.

ج) ارتباط بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا و میانگین شیب نبکا.

و) ارتباط بین مؤلفه‌های میانگین شیب نبکا و ارتفاع نبکا.

نتایج آنالیز رگرسیون، حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار بین مؤلفه‌های ارتفاع گیاه و ارتفاع نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از ۱ درصد با ضریب تبیین ۵۸ درصد برای رابطه خطی و ۶۰ درصد برای توابع درجه ۲ و درجه ۳ است. همچنین بین مؤلفه‌های قطر تاج پوشش گیاه با ارتفاع نبکا، ارتباط معنی‌داری در سطح احتمال خطای کمتر از ۱ درصد با ضریب تبیین ۵۴ درصد برای رابطه خطی و ۵۸ درصد برای توابع درجه ۲ و درجه ۳ وجود دارد.

نتایج آنالیز رگرسیون چندگانه بین ارتفاع نبکا و مؤلفه‌های پوشش گیاهی، حاکی از ارتباط معنی‌دار با ضریب تبیین ۰/۷۴ درصد است. بنابراین، در این مدل با قرار گرفتن دو پارامتر پوشش گیاهی، ضریب تبیین مدل افزایش یافته است و این موضوع می‌تواند مبین توجیه ۷۴ درصدیِ تغییرات ارتفاع نبکا با دو مؤلفه عمودی و افقی پوشش گیاهی باشد. پارامترهای تاج پوشش و ارتفاع گیاه نیز ۵۳ درصد تغییرات قطر قاعده نبکا را توجیه می‌کنند. بنابراین، ارتفاع نبکا عمدتاً از پارامترهای پوشش گیاهی تأثیر پذیرفته است.

نتایج آنالیز رگرسیون بررسی ارتباطات بین خصوصیات مورفومتری نبکاهای گونهٔ روماریا تورسستانیکا حاکی از ارتباط معنی‌دار بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا و قطر قاعده نبکا در سطح احتمال خطای کمتر از ۱ درصد با ضریب تبیین ۴۹ درصد برای رابطهٔ خطی و درجه ۲، و ۵۰ درصد برای رابطه درجه ۳ است. در تحلیل ارتباطات موجود بین اجزای تراکم پوشش تاجی با میزان ترسیب، وجود پیچیدگی را در روابط حاکم به کمک تنوع تراکم پوشش تاجی و نحوهٔ عملکرد آنها در به دام انداختن رسوبات بادی و شکل‌گیری اشکال ناهمواری نبکا می‌توان توجیه کرد، و پوشش تاجی گونه‌ها را در گروه‌های سه‌گانهٔ زیر قرار داد (Danin, 1996):

الف) تاج پوشش‌های سست و ول؛

ب) تاج پوشش‌هایی که رسوبات را به دام می‌اندازند؛ و

ج) تاج پوشش‌هایی که تجمع رسوبات را به حداقل می‌رسانند. براساس این تقسیم‌بندی، گونهٔ روماریا تورسستانیکا در گروه دوم ـ یعنی گروه تاج پوشش‌هایی که رسوبات را به دام می‌اندازند ـ قرار می‌گیرد و اگر مبنای تقسیم‌بندی گونه‌های گیاهی براساس سازوکار تطابقی آنها در برابر فرسایش بادی در گروه‌های فرار، اجتناب و تحمل دسته‌بندی گردد، گونهٔ روماریا تورسستانیکا در گروه گونه‌های متحمل فرایند بادرفتی قلمداد می‌شود. این گروه، شامل گونه‌هایی

است که در طی تکامل سازوکارهای تطابقی، راهکار تحمل با شرایط بادرفتی را اتخاذ کرده‌اند و ناهمواری نبکا را به‌وجود آورده‌اند. وجود روابط بین پارامترهای پوشش گیاهی با شکل‌شناسی ناهمواری نبکا، از وجود سازوکار تحمل در برابر تنش باد حکایت دارد. عدم مشاهدهٔ ارتباطات بین فرایند باد با گونه‌های گیاهی، نشانهٔ اتخاذ سایر راهکارهای تطابقی گونه‌هاست، به‌طوری‌که می‌توان چنین اذعان داشت که شکل نبکاها تابعی از عوامل مورفولوژی گیاهی مشتمل بر ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش است. از آنجا که توسعه و تکامل نبکا را این عوامل رقم می‌زنند، هرگونهٔ گیاهی قابلیت تولید یک ارتفاع، تراکم و تاج پوشش معین را در هر شرایط خاص محیطی دارد، که آخرین حد این عوامل مورفولوژیِ تعیین‌کننده همان آخرین حد توسعه و تکامل نبکاست. بنابراین، با استفاده از این استدلال می‌توان مراحل مختلف رشد، بلوغ و افول نبکا را براساس صفات مورفولوژی گیاه تشکیل‌دهندهٔ آن مشخص ساخت.

منابع

The Statistic of Metrology Office of Sirjan, 1381.

Tricart, J., 1379, **Relieve Forms in Arid Regions**, translated by: Sadighi, M. and Pour Kermani, M., Mashhad, Astane Ghodse Razavi publication.

National gazetteer of I.R. of Iran, **Kerman Province, Township Sirjan**, 1382, Vol. 9, Geographical organization of military forces publication, Tehran.

Mozafarian, V., 1382, **The Dictionary of Iranian Plants' Names**, Farhange Moaser publication, Tehran.

Anthonsen, KL., Clemmensen, LB., Jensen. JH., 1996, **Evolution of a Dune from Crescentic to Parabolic form in Response to Short-term Climati Nges: Råbjerg Mile**, Skagen Odde, Denmark, Geomorphology, 17, 63–77.

Arens, SM., Slings, Q., de Vries, CN., 2004, **Mobility of a Remobilised Parabolic Dune in Kennemerland, The Netherlands,** Geomorphology, 59, 175–188.

Barbier, N., Couteron, P., Lejoly, J., Deblauwe, V., Lejeune, O., 2006, **Self-organized Vegetation Patterning as a Fingerprint of Climate and Human Impact on Semi-arid Ecosystems,** Journal of Ecology, 94, 537–547.

Danin, A.,1996, **Plants of Desert Dunes, S**pringer 177, 136.

Dougill, A. J., Thomas, A.D., 2002, **Nebkha Dunes in the Molopo Basin, South Africa and Botswana: Formation Controls and Their Validity as Indicators of Soil Degradation,** Journal of Arid Environments 50, 413-428.

Forman, SL., Oglesby, R., Webb, RS., 2001, **Temporal and Spatial Patterns of Holocene Dune Activity on the Great Plains of North America: Megadroughts and Climate Links,** Global Planetary Change, 29(1–2), 1–29.

Forman, SL., Pierson, J., 2003, **Formation of Linear and Parabolic Dunes on the Eastern Snake River Plain, Idaho in the Nineteenth Century**, Geomorphology 56, 189–200.

Hesse, PP., Humphreys, GS., Selkirk, P.M. et al., 2003, **Late Quaternary Aeolian Dunes on the Presently Humid Blue Mountains**, Eastern Australia, Quaternary International, 108, 13–32.

Hesp, p.p., Mclachlan , A., 2000, **Morphology, Dynamics, Ecology and Fauna of Arc Totheca Populifolia and Gazania Rigens Nabkha Dunes,** Journal of Arid Environments 44, 155-172.

Hugenholtz, CH., Wolfe, SA., 2005a., **Biogeomorphic Model of Dunefield Activation and Stabilization on the Northern Great Plains**, Geomorphology, 70, 53–70.

Lancaster N., Baas, ACW., 1998, **Influence of Vegetation Cover on Sand Transport by Wind: Field Studies at Owens Lake**, California, Earth Surface Processes and Landforms, 23, 69–82.

Langford, R.P., 2000, **Nabkha (Coppice Dune) Fields of South-central New Mexico**, U S A. Journal of Arid Environments, 46, 25-41.

Levin, N., Ben-Dor, E., 2004, **Monitoring Sand Stabilization Along the Coastal Dunes of Ashdod-Nizanim, Israel, 1945–1999**, Journal of Arid Environments, 58, 335–355.

Maun, M.A., Perumal J., 1999, **Zonation of Vegetation on Lacustrine Coastal Dunes: Effects of Burial by Sand**, Ecology Letters, 2, 14–18.

Marín, L., Forman, S.L., Valdez, A., Bunch, F., 2005, **Twentieth Century Dune Migration at the Great Sand Dunes National Park and Preserve, Colorado, Relation to Drought Variability,** Geomorphology, 70, 163–183.

Nickling, W.G., Wolfe, S.A., 1994, **The morphology and Ongin of Nebkhas, Region of Mopti , Mali , West Africa**, Journal of Arid Environments, 28, 13-30.

Tengberg, A., Chen, D., 1998, **A Comparative Analysis of Nebkha in Centeral Tunisia and Northern Burkina Faso**, Geomorphology, 22, 181-192.

Thomas, DSG., Knight, M., Wiggs, GFS., 2005, **Remobilization of Southern African Desert Dune systems by Twenty-first Century Globalwarming**, Nature 435, 1218–1221.

Tsoar, H., Blumberg, D.G., 2002, **Formation of Parabolic Dunes From Barchan and Transverse Dunes Along Israel's Mediterranean Coast**, EarthSurface Processes and Landforms, 27, 1147–1161.

Van der Stoel, CD., Van der Putten, WH., Duyts, H., 2002, **Development of a Negative Plant–soil Feedback in the Expansion Zone of the Clonalgrass Ammophila Arenaria Following Root Formation and Nematode Colonization**, The Journal of Ecology, 90(6), 978–988.

Wang, X., Dong, Z., Zhang., J., Chen, G., 2003, **Geomorphology of Sand Dunes in The Northeast Taklimakan Desert,** Geomorphology 42, 183-195.

Zhu, Z., Liu, S., Xiao, L., 1981, **The Characteristics of The Environment Vulnerable to Desertification and the Ways of Its Control in Steppe Zone,** Journal of Desert Research 1.2-The northeast Taklimakan Desert, Geomorphology 42, 183-195.