فصلنامهٔ کواترنری ایران (علمی- پژوهشی)، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴
ص ۴۵-۵۵

بررسی نقش پوشش گیاهی در تشکیل و تکامل نبکاهای کویر انار

محسن پورخسروانی*، استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰

چکیده

نبکاها یکی از اشکال فرسایش بادی است که در اثر تجمع ماسه در اطراف گیاهان شکل می‌گیرد. این پژوهش سعی دارد با استفاده از مدل‌های آماری نقش پارامترهای مورفولوژی گیاهی را در تشکیل نبکاهای گونهٔ کوُبر در کویر انار بررسی کند. پس ابتدا با ترسیم ترانسکت‌هایی نبکاهایی که در امتداد آن‌ها قرارگرفت شناسایی، سپس پارامترهای ارتفاع، قطر قاعده و شیب دامنهٔ نبکا، همچنین طول و تعداد شاخه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از مدل‌های آماری روابط بین این پارامترها تحلیل شد. نتایج نشان می‌دهد که هرچند توسعهٔ هوایی اندام‌های این گیاه محدود است، توسعهٔ جانبی اندام‌های این گیاه بر روی زمین میزان خروجی را به حداقل رسانده است و به نسبت سایر گیاهان حجم بالایی از رسوبات بادی را به دام می‌اندازد. بنابراین، هرچند نبکاهای این گونه زیاد نیست، حجم ماسهٔ تثبیت‌شدهٔ آن قابل توجه است، به‌طوری که این گونه قادر است به طور میانگین در حدود ۰/۲۵ مترمکعب رسوب را تثبیت کند. مقادیر بالای ضریب تبیین به میزان ۸۸ درصد بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا با طول شاخه‌های گیاه و ۸۳ درصد بین حجم نبکا و طول شاخه‌های گیاه بیانگر نقش مهم مورفولوژی این گیاه در انباشت رسوبات بادی است.

کلیدواژه‌ها: کویر انار، فرسایش بادی، مورفولوژی،مورفومتری، نبکا.

مقدمه

فرسایش بادی یکی از مهم‌ترین عامل تخریب طی دورهٔ کواترنر در مناطق بیابانی ایران محسوب می‌شود، به طوری که در شرایط کنونی، سطحی حدود ۳۰ میلیون هکتار از اراضی کشور تحت تأثیر باد قراردارند (احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۷۸: ۴۲۹). فضای وسیع دشت‌ها، فقر یا عدم پوشش گیاهی، فراوانی ذرات ریزدانه، و سست و منفصل بودن دانه‌ها از جمله عواملی است که شرایط را برای شکل‌زایی باد در دشت‌های داخلی فراهم کرده است (علائی طالقانی، ۱۳۸۰: ۲۹۵). در همین راستا ژئومورفولوژی بادی زمینه‌ای غنی و گسترده برای بررسی فرایندها و لندفرم‌های بادی در سطح زمین فراهم می‌کند. حمل ماسه طی فرایند بادی تحت تأثیر روابط پیچیدهٔ غیرخطی صورت می‌گیرد و توسعه و تکامل ناهمواری‌های ماسه‌ای متأثر از پدیدهٔ خودتنظیمی حاکم بر سیستم چشم‌انداز است. از آنجا که گیاهان نسبت به رطوبت پایاترند، نقش مؤثرتری در تنظیم حرکت مواد با باد ایفا می‌کنند.

مهم‌ترین نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش بادی ایجاد ناهمواری است که به این وسیله سرعت باد را در نزدیکی سطح خاک کاهش می‌دهد (رفاهی، ۱۳۸۸: ۳۰). نوع و تراکم پوشش گیاهی منجر به دینامیک رسوبات در سیستم می‌شود، به طوری که پوشش گیاهی انتقال رسوب را کاهش می‌دهد و منبع رسوب را محدود می‌کند (لانکاستر و باس، ۱۹۹۸: ۱۵). بین سیستم‌های بادی فقیر و غنی از مقدار بار رسوب، تشکیلات متفاوتی از تپه‌های ماسه‌ای وجود دارد (هرسن، ۲۰۰۴: ۱۳) که عوارض نبکایی یکی از آن‌هاست. تجمع رسوبات بادی در اطراف گیاهان مناطق خشک اشکالی ایجاد می‌کند به نام نبکا. نبکا حاصل تعامل فرسایش بادی، رطوبت و پوشش گیاهی است (احمدی، ۱۳۸۷: ۱۴۳). نبکاها اشکالی‌اند که در نتیجهٔ تعامل فرایندهای محیطی اعم از فرایند رسوبگذاری و بیولوژیکی، طی مراحل توالی و تکامل

* ۴۴۹۰۱۲۱۴
pourkhosravani@uk.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

سیستم چشم‌اندازهای طبیعی تشکیل می‌شوند. ایجاد، توسعه و تکامل نبکا متأثر از عوامل گوناگون موجود در سیستم‌های طبیعی است که یکی از بارزترین این عوامل پوشش گیاهی است. بنابراین، خصوصیات پوشش گیاهی در ویژگی‌های ژئومرفولوژی نبکا تأثیرگذار است. لذا، هر تغییر در پوشش گیاهی اعم از طبیعی یا مصنوعی در خصوصیات ژئومرفولوژیکی آن منعکس می‌شود.

کردوانی (۱۳۵۰: ۱۱) بیان می‌دارد که شکل نبکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان گونه‌هایی نظیر دسته‌ای از گرامینه‌ها، درختچه‌های تاغ و گز است. تنگبرگ (۱۹۹۵: ۲۶۶) ایجاد نبکاها را متأثر از فعالیت‌های بشر در راستای تخریب محیط و پوشش گیاهی می‌داند. کک و همکاران (۱۹۹۳: ۱۳) بیان می‌کنند که علاوه بر عوامل مربوط به پوشش گیاهی، عوامل دیگری نظیر آب‌وهوا و منبع تأمین‌کنندهٔ رسوبات نیز روی مورفولوژی نبکا تأثیر دارد. شکل نبکا تابعی از گونهٔ گیاهی، ارتفاع و سطح پوشش گیاه میزبان است. خلف و همکاران (۱۹۹۵: ۲۷۵) گزارش دادند که مورفولوژی نبکا به مقدار زیاد با الگوهای رویشی گونه‌های گیاهی کنترل می‌شود. آن‌ها بیان کردند که ارتفاع نبکا با ارتفاع تاج بوته، قطر نبکا و مجموع ارتفاع گیاه ارتباط دارد. اندازهٔ گونهٔ گیاهی نقش بسیار اساسی در ارتفاع تپه‌های نبکا دارد، زیرا هرچه بلندتر و حجیم‌تر باشد، ماسه‌های بیشتری را به دام می‌اندازد و در نتیجه تپهٔ ماسه‌ای بلندتری ایجاد می‌کند (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۰).

همچنین، نوع گونهٔ گیاهی، در اندازهٔ رسوبات هر یک از نبکاها تأثیر شایانی دارد، به طوری که در سطح منطقه‌ای با وزش باد و رسوبات مشترک زیاد، ویژگی‌های رسوبات نبکاها با توجه به نوع گونهٔ گیاهی با یکدیگر متفاوت است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۵). به طور کلی، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که اختلاف در اکولوژی گیاهان تأثیر زیادی در نحوه و میزان ترسیب رسوبات بادی دارد. برای مثال، نبکاهای گونهٔ Blanaites sp سریع‌تر از نبکاهای گونهٔ Acacia sp رشد می‌کنند، علی‌رغم اینکه در یک محیط قرار دارند (هسپ و مک‌لاچلان، ۱۹۹۹: ۲). جیانهویی و همکاران (۲۰۱۰: ۱۲۳) ضمن بررسی توزیع فضایی نبکاها در مناطق خشک شمال چین بیان کردند که برای حفظ و ترمیم محیط زیست در مناطق خشک و نیمه‌خشک، توسعهٔ نبکاها و تنوع پوشش گیاهی نقش اساسی دارد.

نبکا تپه‌ای ماسه‌ای است متأثر از عوامل محیطی اعم از زنده، غیرزنده و عوامل شکل‌شناسی. بنابراین، بررسی خصوصیات آن در قالب مدخلی با عنوان اکوژئومورفولوژی بررسی و تحلیل می‌شود. استالینز (۲۰۰۶: ۴) بیان می‌کند که درک چشم‌اندازهای اکوژئومورفولوژیکی با فرآیندهای اکولوژیکی و ژئومورفولوژیکی و پس‌خوراند بین آن‌ها صورت می‌گیرد. به همین جهت بررسی نوع گونهٔ گیاهی تشکیل‌دهندهٔ نبکا و ارتباط خصوصیات اکولوژی گیاهی و مورفومتری مخروط نبکا از مباحث مهم در شکل‌شناسی چشم‌انداز نبکا و تحلیل‌های سیستمی است. از آنجا که عوامل متعددی در مورفولوژی نبکا دخیل‌اند، در این تحقیق سعی شده با ثابت در نظر گرفتن برخی از این عوامل، میزان نقش عامل پوشش گیاهی در مورفولوژی نبکا بررسی شود. به عبارت دیگر، با انتخاب منطقه‌ای محدود، عوامل اقلیمی (باد، باران و ...)، رسوبات (اندازه، دانه بندی و ...) و عامل زمان ثابت فرض شده و به تغییرات و ارتباطات حاصل بر اثر عملکرد گونهٔ گیاهی تشکیل‌دهندهٔ نبکا پرداخته شده است. هدف اصلی این تحقیق شناساندن اهمیت این گونهٔ گیاهی در به دام انداختن رسوبات بادی است. بدین منظور، این پژوهش سعی دارد با استفاده از تکنیک‌های آماری، مهم‌ترین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاهی این گونه را در ترسیب رسوبات شناسایی کند.

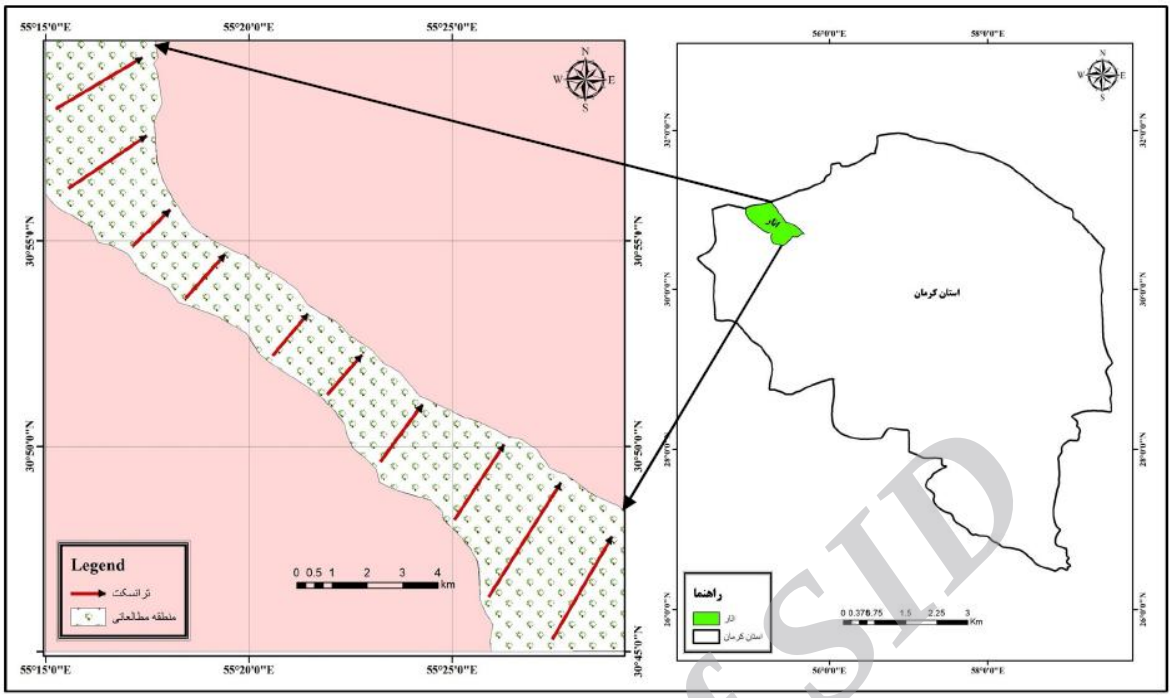
مواد و روش‌ها

راه‌های دسترسی به مورد مطالعه و موقعیت منطقه

منطقهٔ مطالعاتی با ارتفاع متوسط ۱۴۱۰ متر از سطح دریا و متوسط بارش سالانهٔ ۱۰۰ میلی‌متر، در محدودهٔ ۵۴ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۱۴ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۷ دقیقهٔ عرض شمالی در شهرستان انار در استان کرمان قرار دارد. شهرستان انار با وسعتی بیش از ۳۱۰۰ کیلومترمربع، از شمال و شمال غرب به شهرستان یزد، از شرق و جنوب شرق به شهرستان رفسنجان و از جنوب به شهربابک محدود شده است. شهر انار در ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقهٔ عرض شمالی و ۵۵ و ۱۸ دقیقهٔ طول شرقی واقع شده است. این شهر بین جادهٔ یزد- رفسنجان و بر سر دوراهی تهران- بندرعباس و تهران- کرمان قرار دارد و به علت همین وضعیت از موقعیت نسبی ویژه‌ای برخوردار است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه

روش تحقیق

روش نمونه‌برداری در این پژوهش بر اساس روش تک‌بعدی و واحد نمونه‌برداری به‌صورت طولی انجام گرفته است. این روش امکان نمونه‌برداری تصادفی نبکاها را در کل محدودهٔ مطالعاتی فراهم می‌سازد. بدین منظور، ابتدا با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای محدودهٔ مورد مطالعه مشخص و سپس با مطالعهٔ میدانی منطقهٔ قلمرو توسعهٔ نبکاها تعیین شد. سپس، برای پوشش کامل منطقهٔ مطالعاتی، ترانسکت‌هایی در نظر گرفته شد و تنها نبکاهای برخوردار از ترانسکت‌های مزبور مورد مطالعه و اندازه‌گیری میدانی قرارگرفتند. حجم نمونه بستگی به موقعیت نبکا نسبت به محل ترانسکت‌های مستقر شده داشت. در مجموع، شصت نبکا از گونهٔ کؤبر ارزیابی شد. به منظور بررسی خصوصیات نبکاها عوامل مورفومتری نبکا شامل صفات ارتفاع، شیب رو به باد و پشت به باد دامنهٔ نبکا، قطر قاعده، محیط، مساحت و حجم نبکا اندازه‌گیری شد. برای بررسی خصوصیات پوشش گیاهی تشکیل‌دهندهٔ نبکا عوامل مورفولوژی گیاهی شامل میانگین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌ها سنجش و اندازه‌گیری شد. ابتدا، تعداد شاخه‌های شصت نمونهٔ مورد مطالعه شمرده، سپس برای محاسبهٔ میانگین طول شاخه‌ها، طول شاخه‌های نبکاها اندازه‌گیری، سپس میانگین طول شاخه‌ها محاسبه شد. برای محاسبهٔ حجم نبکا از رابطهٔ (۱) استفاده شد (دوگیل و توماس، ۲۰۰۲).

$$V = \frac{1}{2}(0.33\pi r^2 h)$$

رابطهٔ ۱)

r: شعاع قاعدهٔ مخروط نبکا (cm)؛ h: ارتفاع نبکا (cm)

تکنیک رابطه‌سنجی بین صفات گیاهی با صفات مورفومتری نبکا بر اساس آنالیز رگرسیون ساده و چندگانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS استوار شده است. برای انتخاب بهینهٔ روابط سادهٔ رگرسیونی توابع مختلف خطی، درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳ تست شده است. مشخصات گیاه شناسی گونه کؤبر در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. مشخصات گونهٔ کؤبر در منطقهٔ مورد مطالعه

اسم علمی	اسم فارسی	خانواده	فرم حیاتی
Capparis spinosa	کؤبر	Capparaceae	علفی چندساله

Archive of SID

www.SID.ir

کؤبر[۱] از راستهٔ میخک‌ها[۲]، تیرهٔ کبریان[۳]، سردهٔ کؤبرها[۴] است. این گیاه پوشش مناسبی برای خاک است که علاوه بر افزایش ظرفیت خاک در نگهداری آب، از فرسایش خاک نیز جلوگیری می‌کند. گونهٔ گیاهی کؤبر در مناطق گرمسیری، استوایی یا نیمه‌استوایی و مناطق خشک جهان پراکنده است. این گونهٔ گیاهی توانایی بالایی در تثبیت ماسه‌های روان دارد.

شکل ۲. تصویری از نبکاهای گونهٔ کؤبر در منطقهٔ مورد مطالعه

یافته‌های پژوهش

خلاصهٔ اطلاعات آماری نبکاهای گونهٔ کؤبر در جدول ۲ ارائه شده است. این اطلاعات شامل میانگین، انحراف معیار و تعداد نمونه‌هاست.

جدول ۲. خلاصهٔ اطلاعات آماری پارامترهای مختلف نبکاهای گونهٔ کؤبر در منطقهٔ مطالعاتی

گونه	پارامتر	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
	شیب رو به باد	۶۰	۲۵/۷	۶/۸۶	۱۴	۴۱
	شیب پشت به باد	۶۰	۲۴/۶	۶/۵۵	۱۵	۴۰
	طول شاخه	۶۰	۹۱/۷۸	۲۰/۲۴	۵۵	۱۴۰
	تعداد شاخه	۶۰	۱۸/۷۳	۴/۹۴	۱۰	۳۱
کؤبر	ارتفاع نبکا	۶۰	۲۸/۶۵	۵/۱۲	۱۸	۴۱
	قطر قاعده نبکا	۶۰	۲۴۰/۰۲	۲۹/۷۸	۱۷۰	۳۰۰
	محیط نبکا	۶۰	۷۵۳/۶۵	۹۳/۵۳	۵۳۰	۹۴۰
	مساحت نبکا	۶۰	۴۵۹۷۰	۱۱۱۶۰/۸۱	۲۲۶۸۶/۵	۷۰۶۵۰
	حجم نبکا	۶۰	۲۲۴۸۱۰	۹۲۵۴۵/۱۹	۶۷۳۷۸/۹	۴۷۸۰۰۰

واحد اندازه‌گیری به سانتی‌متر است.

۱. Capparis spinosa
۲. Caryophyllales
۳. Capparaceae
۴. Capparis

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ نتایج آنالیز همبستگی خطی پیرسون بین پارامترهای مورفومتری نبکا و مورفولوژی گیاهی را ارائه کرده است. خصوصیات مورفولوژی گیاهی شامل میانگین طول و تعداد شاخه‌های گیاه و خصوصیات مورفومتری نبکا شامل ارتفاع، قطر قاعده، محیط، مساحت، حجم، شیب رو به باد و شیب پشت به باد نبکاست. نتایج همبستگی خطی به‌صورت دو به دو بین مؤلفه‌ها سنجیده شد، شامل ضریب همبستگی، سطح معناداری و تعداد جفت نمونه‌ها. بسته به سطح معنادار شدن ارتباطات، ضرایب همبستگی پیرسون در سطوح مختلف خطا نیز نشاندار شده است. بیشترین همبستگی خطی بین مؤلفه‌های تعداد شاخه‌ها و ارتفاع نبکا به میزان ۰/۹۴ است. بعد از این مؤلفه‌ها بیشترین همبستگی بین مؤلفه‌های میانگین طول شاخه‌ها و حجم نبکا به میزان ۰/۹۳ بوده است.

جدول ۳. نتایج آنالیز همبستگی خطی پیرسون بین پارامترهای مورفومتری نبکا و مورفولوژی گیاهی گونهٔ کؤبر

نام گونه	پارامترهای گیاه	نتایج	ارتفاع نبکا	قطر قاعدهٔ نبکا	محیط نبکا	مساحت نبکا	حجم نبکا	شیب رو به باد	شیب پشت به باد
کؤبر	میانگین طول شاخه‌ها	ضریب همبستگی	۰/۸۸**	۰/۸۵۱**	۰/۸۵۱**	۰/۸۶۵**	۰/۹۱۵**	-۰/۵۹۳**	-۰/۵۸۷**
		سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
		تعداد	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
	تعداد شاخه‌ها	ضریب همبستگی	۰/۹۴**	۰/۸۲۶**	۰/۸۲۶**	۰/۸۴۷**	۰/۹۳۴**	-۰/۵۹۶**	-۰/۵۸۹**
		سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
		تعداد	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰

*ضریب همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۵ معنادار است.
**ضریب همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنادار است.

همچنین، نتایج آنالیز رگرسیون ارتباط بین خصوصیات مورفولوژی گیاهی با خصوصیات مورفومتری نبکای گونهٔ کؤبر در جدول ۴ بیان شده است. نتایج این جدول حاکی از وجود ارتباط معنادار در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ درصد بین مؤلفه‌های تعداد شاخه با حجم نبکا به میزان ۸۷ درصد برای روابط خطی، درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳، همچنین مؤلفه‌های میانگین طول شاخه و حجم نبکا به میزان ۸۳ درصد برای روابط خطی و درجهٔ ۲ و ۸۴ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۳ است. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که رابطهٔ معناداری بین مؤلفه‌های میانگین طول شاخه‌های گیاه با ارتفاع نبکا به میزان ۷۷ درصد برای روابط خطی، درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳ وجود دارد. همچنین، بین مؤلفه‌های تعداد شاخه‌های گیاه و ارتفاع نبکا با ضریب تبیین ۸۸ درصد برای روابط خطی، درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳، بین مؤلفه‌های میانگین طول شاخه‌های گیاه و قطر قاعدهٔ نبکا با ضریب تبیین ۷۲درصد برای رابطهٔ خطی و ۷۶ درصد برای روابط درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳، بین مؤلفه‌های تعداد شاخه‌های گیاه و قطر قاعدهٔ نبکا با ضریب تبیین ۶۸ درصد برای رابطهٔ خطی و ۷۵ درصد برای روابط درجهٔ ۲ و درجهٔ ۳، بین مؤلفه‌های میانگین طول شاخه‌های گیاه و میانگین شیب دامنه با ۶۷ درصد برای رابطهٔ خطی، ۷۳ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۲ و ۷۹ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۳، بین مؤلفه‌های تعداد شاخه‌های نبکا و میانگین شیب دامنهٔ نبکا با ۶۹ درصد برای رابطهٔ خطی، ۷۷ درصد برای رابطهٔ درجه ۲ و ۷۸ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۳ است. همچنین، طبق نتایج این جدول کمترین ارتباط مربوط به مؤلفه‌های تعداد شاخه‌ها و شیب دامنهٔ پشت به باد به میزان ۳۴ درصد برای رابطهٔ خطی، ۴۰ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۲ و ۴۳ درصد برای رابطهٔ درجهٔ ۳ بوده است.

نتایج آنالیز رگرسیونی چندگانه جهت بررسی میزان تأثیر مجموع متغیرهای گیاهی بر مورفومتری نبکا در جدول ۵ نشان داده شده است. مدل ۱ تحلیل ارتباط چندگانه بین ارتفاع نبکا با مؤلفه‌های میانگین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌های گیاه را توجیه می‌کند. میزان ضریب تبیین مدل برابر با ۰/۸۸۹ است. مدل ۲ ارتباط دو متغیر میانگین طول شاخه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج آنالیز رگرسیون سادهٔ روابط بین پارامترهای مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نبکا برای گونهٔ کؤبر

پارامترهای مدل	نوع مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	درجهٔ آزادی	مقدار f	سطح معناداری	ضرایب مدل		
							b1	b2	b3
میانگین طول شاخه‌ها و ارتفاع نبکا	خطی	۰/۸۸۰	۰/۷۷۴	۵۸	۱۹۸/۷۷۷	۰/۰۰۰	۳/۴۷۷	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۸۰	۰/۷۷۵	۵۷	۹۸/۲۶۸	۰/۰۰۰	۲/۲۶۲	۰/۰۲۰	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۸۰	۰/۷۷۵	۵۷	۹۸/۲۶۸	۰/۰۰۰	۲/۲۶۲	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰
تعداد شاخه‌ها و ارتفاع نبکا	خطی	۰/۹۴۰	۰/۸۸۳	۵۸	۴۳۶/۳۹۱	۰/۰۰۰	۰/۹۰۷	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۹۴۲	۰/۸۸۸	۵۷	۲۲۴/۹۷۵	۰/۰۰۰	۰/۲۶۹	۰/۰۱۰	.....
	درجهٔ ۳	۰/۹۴۲	۰/۸۸۸	۵۷	۲۲۵/۰۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰
میانگین طول شاخه‌ها و قطر قاعدهٔ بنکا	خطی	۰/۸۵۱	۰/۷۲۵	۵۸	۱۵۲/۶۵۹	۰/۰۰۰	۰/۵۷۸	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۷۲	۰/۷۶۱	۵۷	۹۰/۶۰۸	۰/۰۰۰	−۰/۸۴۱	۰/۰۰۳	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۷۳	۰/۷۶۲	۵۷	۹۱/۲۹۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۵
تعداد شاخه‌ها و قطر قاعدهٔ نبکا	خطی	۰/۸۲۶	۰/۶۸۲	۵۸	۱۲۴/۳۱۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۷	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۷۰	۰/۷۵۶	۵۷	۸۸/۳۳۹	۰/۰۰۰	−۰/۳۶۰	۰/۰۰۱	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۶۹	۰/۷۵۴	۵۷	۸۷/۵۷۶	۰/۰۰۰	−/۱۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۱
میانگین طول شاخه‌ها و شیب دامنهٔ رو به باد نبکا	خطی	۰/۵۹۳	۰/۳۵۲	۵۸	۳۱/۴۴۸	۰/۰۰۰	−۰/۲۰۱	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۶	۰/۳۶	۵۷	۱۶/۰۳۰	۰/۰۰۰	−۰/۴۶۱	۰/۰۰۱	.....
	درجهٔ ۳	۰/۶۰۲	۰/۳۶۲	۵۷	۱۶/۱۷۸	۰/۰۰۰	−۰/۳۵۴	۰/۰۰	۰/۰۰۰۰۰۴
تعداد شاخه و شیب دامنهٔ رو به باد نبکا	خطی	۰/۵۹۶	۰/۳۵۵	۵۸	۳۱/۸۷۴	۰/۰۰۰	−۰/۸۲۷	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۶۳۷	۰/۴۰۶	۵۷	۱۹/۵۱	۰/۰۰۰	−۳/۰۱۷	۰/۰۵۲	.....
	درجهٔ ۳	۰/۶۶۲	۰/۴۳۸	۵۷	۱۴/۵۲۷	۰/۰۰۰	۷/۵۶۷	−۰/۴۹	۰/۰۰۹
میانگین طول شاخه‌ها و شیب دامنهٔ پشت به باد	خطی	۰/۵۸۷	۰/۳۳۴	۵۸	۳۰/۴۶۲	۰/۰۰۰	−۰/۱۹	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۵۹۷	۰/۳۵۷	۵۷	۱۵/۷۹۶	۰/۰۰۰	−۰/۴۸۹	۰/۰۰۱	.....
	درجهٔ ۳	۰/۵۹۹	۰/۳۵۹	۵۷	۱۵/۹۳۶	۰/۰۰۰	−۰/۳۵۹	۰/۰۰	۰/۰۰۰۰۰۵
تعداد شاخه و شیب دامنهٔ پشت به باد	خطی	۰/۵۸۹	۰/۳۴۷	۵۸	۳۰/۷۸۸	۰/۰۰۰	−۰/۷۸	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۶۳۸	۰/۴۰۷	۵۷	۱۹/۵۸۱	۰/۰۰۰	−۳/۰۳۹	۰/۰۵۳	.....
	درجهٔ ۳	۰/۶۵۷	۰/۴۳۲	۵۷	۱۴/۲۱۳	۰/۰۰۰	۵/۹۹۳	−۴/۴۰۹	۰/۰۰۷
میانگین طول شاخه‌ها و محیط نبکا	خطی	۰/۸۵۱	۰/۷۲۵	۵۸	۱۵۲/۶۵۹	۰/۰۰۰	۳/۹۳۴	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۶۹	۰/۷۵۵	۵۷	۸۷/۶۶	۰/۰۰۰	۱۰/۶۲	−۰/۰۳۳	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۶۹	۰/۷۵۵	۵۷	۸۷/۶۶	۰/۰۰۰	۱۰/۶۲	−۰/۰۳۳	۰/۰۰۰
تعداد شاخه و محیط نبکا	خطی	۰/۸۲۶	۰/۶۸۲	۵۸	۱۲۴/۳۱	۰/۰۰۰	۱۵/۶۲۵	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۴۳	۰/۷۱	۵۷	۶۹/۸۹۹	۰/۰۰۰	۳۷/۷۶	−۰/۵۲۴	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۴۴	۰/۷۱۲	۵۷	۴۶/۰۳۷	۰/۰۰۰	۱۰/۲۳۶	۰/۸۸۶	−۰/۰۲۳
میانگین طول شاخه‌ها و مساحت نبکا	خطی	۰/۸۶۵	۰/۷۴۸	۵۸	۱۷۲/۳۱۹	۰/۰۰۰	۴۷۶/۹۴۲	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۷۱	۰/۷۵۹	۵۷	۸۹/۵۲۸	۰/۰۰۰	۹۴۵/۸۶۹	−۲/۳۴۲	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۷۱	۰/۷۵۹	۵۷	۸۹/۵۲۸	۰/۰۰۰	۹۴۵/۸۶۹	−۲/۳۴۲	۰/۰۰۰
تعداد شاخه و مساحت نبکا	خطی	۰/۸۴۷	۰/۷۱۷	۵۸	۱۴۷/۲۷۱	۰/۰۰۰	۱۹۱۲	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۸۵۶	۰/۷۳۲	۵۷	۷۷/۹۵۳	۰/۰۰۰	۳۸۱۷	−۴۵/۰۵۴	.....
	درجهٔ ۳	۰/۸۵۸	۰/۷۳۶	۵۷	۵۲/۰۵۵	۰/۰۰۰	−۲۱۶۲	۲۶۱/۱۵۹	−۴/۹۴۹
میانگین طول شاخه‌ها و حجم نبکا	خطی	۰/۹۱۵	۰/۸۳۷	۵۸	۲۹۷/۸۳۲	۰/۰۰۰	۴۱۸۳	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۹۱۶	۰/۸۳۹	۵۷	۱۴۸/۷۷۶	۰/۰۰۰	۲۳۷۸	۹/۰۱۴	.....
	درجهٔ ۳	۰/۹۱۶	۰/۸۴۰	۵۷	۱۴۹/۳۷۸	۰/۰۰۰	۳۱۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴
تعداد شاخه و حجم نبکا	خطی	۰/۹۳۴	۰/۸۷۲	۵۸	۳۹۳/۷۰۵	۰/۰۰۰	۱۷۴۸۰	.....	.....
	درجهٔ ۲	۰/۹۳۴	۰/۸۷۲	۵۷	۱۹۳/۴۹۳	۰/۰۰۰	۱۸۰۶۰	−۱۳/۶۶۲	.....
	درجهٔ ۳	۰/۹۳۶	۰/۸۷۷	۵۷	۱۳۲/۵۲۳	۰/۰۰۰	−۳۸۵۰۰	۲۸۸۳	−۴۶/۸۰۹

Archive of SID

www.SID.ir

گیاه و تعداد شاخه‌های گیاه را با حجم نبکا طراحی کرده است. ضریب تبیین این مدل ۰/۸۳۷ است. مدل ۳ ارتباط متغیرهای میانگین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌های گیاه را با مؤلفهٔ مساحت نبکا با ضریب تبیینی به میزان ۰/۷۴۸ نشان می‌دهد. مدل‌های ۴ و ۵ ارتباط متغیرهای میانگین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌های گیاه را به ترتیب با مؤلفه‌های قطر قاعدهٔ نبکا و محیط نبکا برآورد می‌کند. ضریب تبیین این مدل‌ها به میزان ۰/۷۴۳ مربوط به مدل ۴، همچنین ۰/۷۲۵ مربوط به مدل ۵ است. نتایج این جدول حاکی از این است که ضعیف‌ترین مدل‌ها به ترتیب مربوط به ارتباط متغیرهای میانگین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌های گیاه با مؤلفه‌های شیب دامنهٔ رو به باد با ضریب تبیین ۰/۳۵۲ و شیب دامنهٔ پشت به باد با ضریب تبیین ۰/۳۴۴ است.

جدول ۵. نتایج خلاصهٔ مدل‌های آنالیز رگرسیون خطی چندگانهٔ پارامترهای مورفومتری نبکا و خصوصیات مورفولوژی گیاهی گونهٔ کؤبر

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای برآورد	متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضرایب استاندارد شده	مقدار t	سطح معناداری
						طول شاخه	۰/۱۸۰	۱/۷۷۰	۰/۰۸۲
۱	۰/۹۴۳	۰/۸۸۹	۰/۸۸۵	۱/۷۳۷۶۲	ارتفاع نبکا	تعداد شاخه	۰/۷۷۸	۷/۶۶۷	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	.....	۸/۸۸۳	۰/۰۰۰
						طول شاخه	۰/۹۱۵	۱۷/۲۵۸	۰/۰۰۰
۲	۰/۹۱۵	۰/۸۳۷	۰/۸۳۴	۸/۲۴۲۰۵	حجم نبکا	تعداد شاخه	۰/۹۳۴	۱۹/۸۴۲	۰/۰۰۰
						مقدار ثابت	.....	۱۶/۶۲۳	۰/۰۰۰
						طول شاخه	۰/۸۶۵	۱۳/۱۲۷	۰/۰۰۰
۳	۰/۸۶۵	۰/۷۴۸	۰/۷۴۴	۱۰/۲۴۴۵۵	مساحت نبکا	تعداد شاخه	۰/۸۴۷	۱۲/۱۳۶	۰/۰۰۰
						مقدارثابت	.....	۳/۵۰۳	۰/۰۰۱
						طول شاخه	۰/۵۶۹	۳/۶۹۳	۰/۰۰۰
۴	۰/۸۶۲	۰/۷۴۳	۰/۷۳۴	۱۵/۳۵۶۱۳	قطر قاعده نبکا	تعداد شاخه	۰/۳۱۳	۲/۰۳۲	۰/۰۴۷
						مقدار ثابت	.....	۱۳/۶۲۶	۰/۰۰۰
						طول شاخه	−۰/۵۹۳	−۵/۶۰۸	۰/۰۰۰
۴	۰/۵۹۳	۰/۳۵۲	۰/۳۴۰	۱۶/۴۳۸۸۸	شیب دامنه رو به باد	تعداد شاخه	−۰/۵۹۶	۵/۶۴۶	۰/۰۰۰
						مقدارثابت	.....	۱۶/۴۹۸	۰/۰۰۰
						طول شاخه	−۰/۵۸۷	−۵/۵۱۹	۰/۰۰۰
۵	۰/۵۸۷	۰/۳۴۴	۰/۳۳۳	۱۶/۵۳۰۲۷	شیب دامنه پشت به باد	تعداد شاخه	۰/۵۸۹	−۵/۵۴۹	۰/۰۰۰
						مقدارثابت	.....	۱۶/۳۱۱	۰/۰۰۰
						طول شاخه	۰/۸۵۱	۱۲/۳۵۶	۰/۰۰۰
۶	۰/۸۵۱	۰/۷۲۵	۰/۷۲۰	۱۰/۷۱۱۹۴	محیط نبکا	تعداد شاخه	۰/۸۲۶	۱۱/۱۴۹	۰/۰۰۰
						مقدارثابت	.....	−۴/۱۵۶	۰/۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که گونهٔ گیاهی کؤبر قادر است به طور میانگین در حدود ۰/۲۵ مترمکعب رسوب را تثبیت کند. همچنین، مقادیر بالای ضریب تبیین به میزان ۸۸ درصد بین مؤلفه‌های ارتفاع نبکا با طول شاخه‌های گیاه و ۸۳ درصد بین حجم نبکا و طول شاخه‌های گیاه بیانگر نقش مهم مورفولوژی این گیاه در ترسیب رسوبات بادرفتی است. به همین علت کشف ارتباطات در اکوسیستم‌های بیابانی تأثیر بسیار زیادی در کنترل تنش بادرفتی و در نهایت برقراری تعادل در این اکوسیستم‌های حساس دارد. اما باید دقت کرد که توسعهٔ چشم‌انداز این نوع نبکا بیشتر در مناطق برداشت کارایی دارد و در مناطق حمل برخلاف نبکاهای گونه‌های درختی و درختچه‌ای مانند گز و طاق کارایی مفیدی ندارد، زیرا اندام هوایی آن چندان قابل توجه نیست و بیشتر به صورت حفاظ عمل می‌کند تا تلهٔ رسوبگیر. روابط آماری معنادار با ضرایب تبیین بالا و قابل قبول در معادلات ساده تا درجهٔ ۲ و ۳ نیز مؤید عملکرد مثبت این گونهٔ گیاهی در سازگاری با ویژگی‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی منطقه جهت افزایش توان اکوسیستم است. بنابراین، با استفاده از این معادلات به

Archive of SID

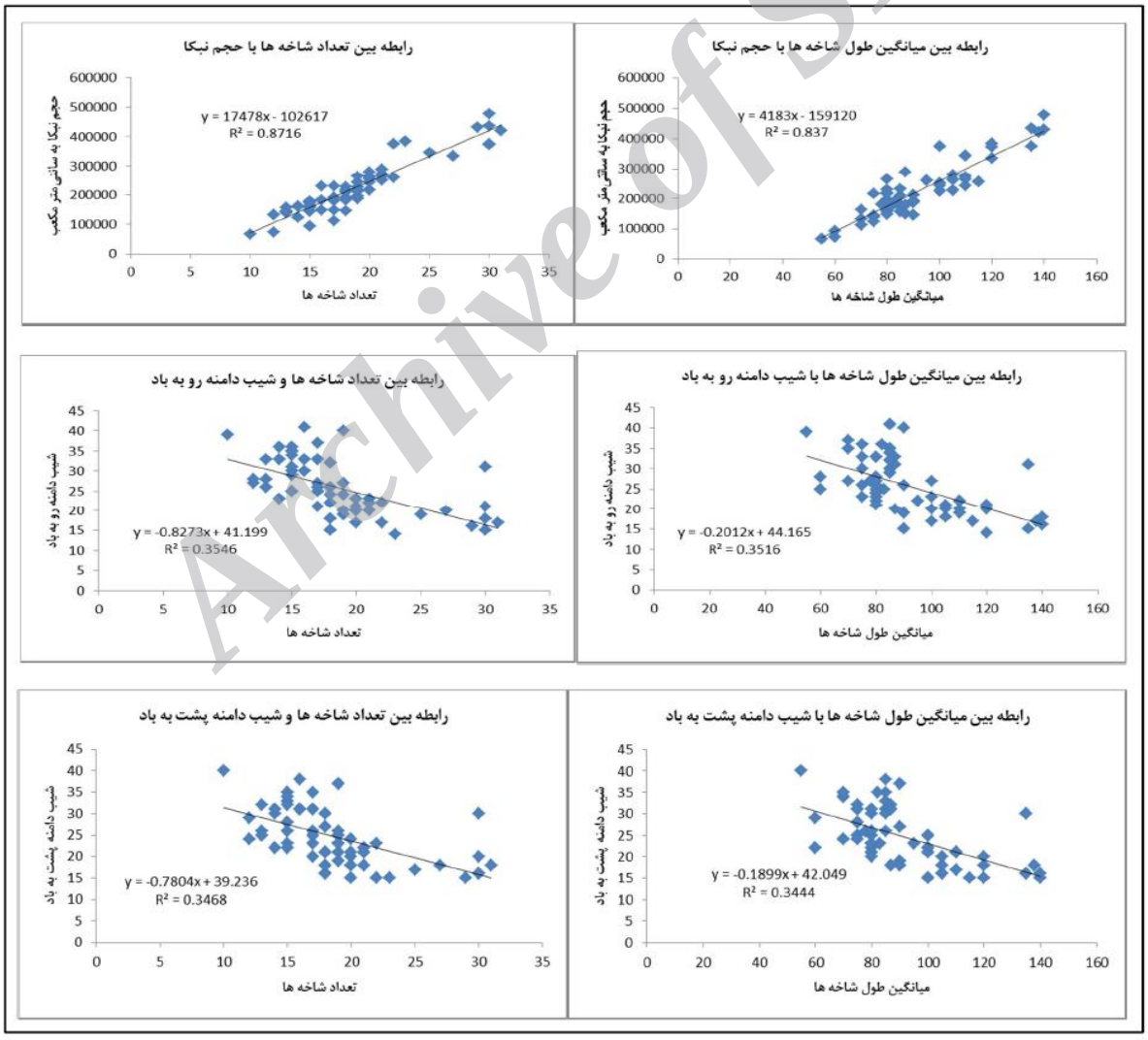
www.SID.ir

سادگی و بدون نیاز به معادلات پیچیدهٔ ریاضی، در صورت تغییرات غیرمعنادار مشخصه‌های محیطی منطقه، می‌توان عملکرد این نوع نبکا با این گونهٔ گیاهی را شناسایی و ارزیابی کرد. شکل ۳ میزان و نحوهٔ روابط بین پارامترهای مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نبکاهای این گونهٔ گیاهی را نشان می‌دهد.

تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد نقش پوشش گیاهی در کنترل فرسایش بادی صورت گرفته است. از جمله، نگهبان و همکاران (۱۳۹۲) ضمن بررسی تراکم ژئومورفولوژی و پهنه‌بندی ارتفاعی نبکاهای حاشیهٔ غربی دشت لوت بیان می‌کنند که متغیرهای ارتفاع و حجم تاج پوشش گیاه نقش بسیار اساسی در ارتفاع تپه‌های نبکا دارد، زیرا گیاه هرچه بلندتر و حجیم‌تر باشد، ماسه‌های بیشتری را به دام می‌اندازد. در نتیجه، تپهٔ ماسه‌ای بلندتری ایجاد می‌کند.

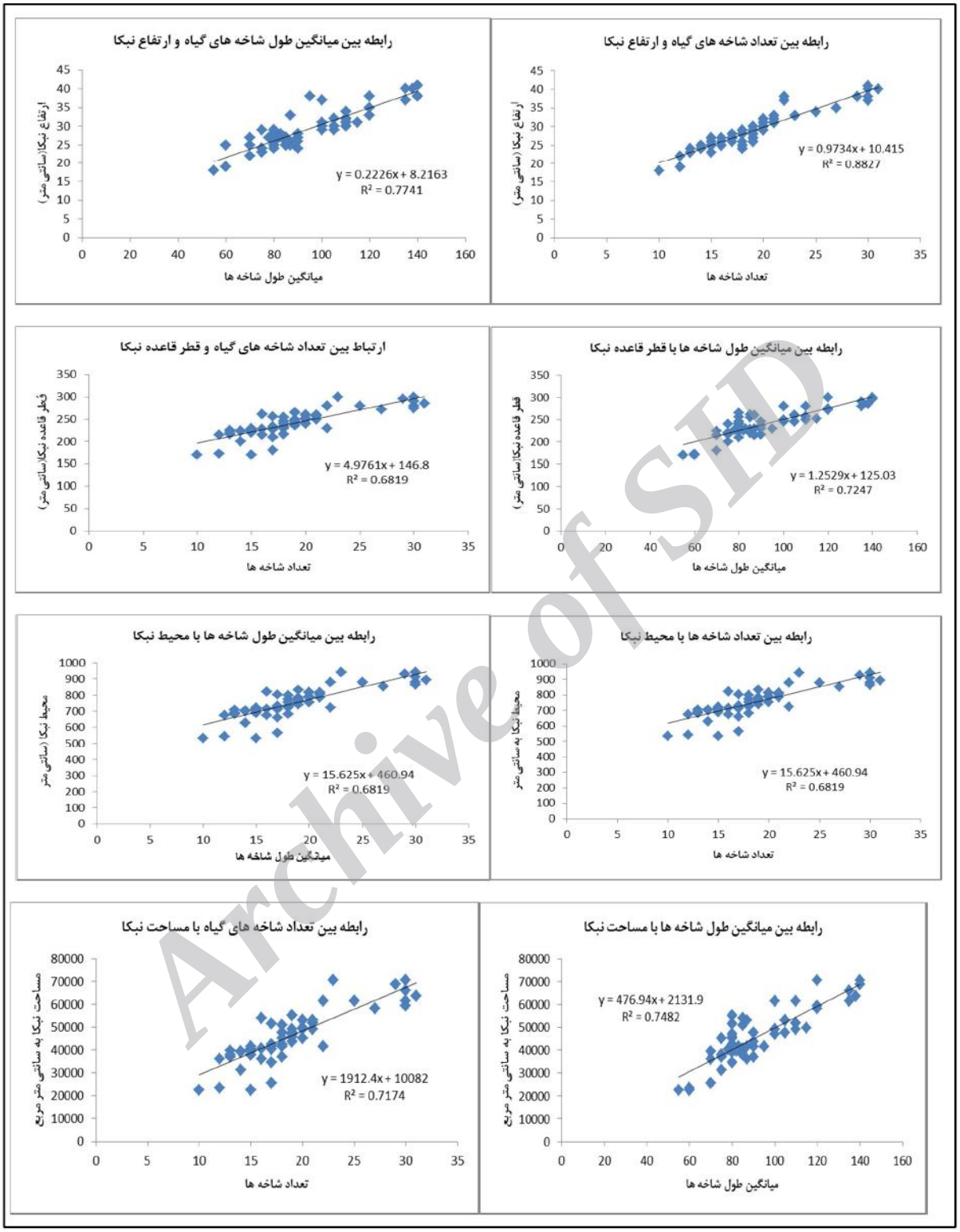
حسین‌زاده (۱۳۸۶) گزارش داد که رشد نبکا تابعی از اندازه، تراکم و میزان رشد گیاه میزبان است. نبکاها عموماً در سطح همواری ظاهر می‌شوند که ماسهٔ آن متوسط و سطح آب زیرزمینی بالا یا رطوبت موجود برای حیات گیاه آن کافی است.

هسپ و مک‌لاچلان (۱۹۹۹) ضمن بررسی مورفولوژی و اکولوژی تپه‌های نبکایی گونه‌های Arctotheca Populifolia و Gazania Ragens در ساحل جنوبی آفریقای جنوبی بیان می‌کنند که فرم و رشد گونه‌های گیاهی تاحد زیادی منعکس‌کنندهٔ مورفولوژی نبکا، اقلیم و اکولوژی محل رشد آن است.



Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. ارتباط بین مؤلفه‌های مورفولوژی گیاهی و مورفومتری نبکاهای گونهٔ کؤبر

خلف و همکاران (۱۹۹۵) ضمن مطالعهٔ نبکاها در دشت‌های شمال کویت گزارش دادند که مورفولوژی نبکاها به مقدار زیادی با الگوهای رویشی گونه‌ها کنترل می‌شود، به طوری که ارتفاع نبکا با ارتفاع تاج بوته و طول نبکا به مجموع ارتفاع گیاه بستگی دارد. به طور کلی، مقایسهٔ تحقیق حاضر با پژوهش‌های مشابه حاکی از این است که حجم ماسهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

تثبیت‌شده توسط نبکا تعیین‌کنندهٔ مورفولوژی اکوسیستم نبکاست که خود تابعی از مشخصات اکولوژیکی گیاه میزبان، نظیر قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه، تراکم شاخه‌ها، طول شاخه‌ها و حجم گیاه است. بین این پارامترها به صورت متقابل، ارتباط ارگانیک وجود دارد. بدین معنا که با افزایش قطر تاج پوشش، ارتفاع گیاه، تراکم و طول شاخه‌ها حجم ماسهٔ تثبیت‌شده نیز روند صعودی به خود می‌گیرد، زیرا این عوامل در مناطقی با رخسارهٔ حمل به صورت تله‌های رسوبگیر عمل می‌کند و با به دام انداختن ذرات ماسه، ورودی ماسه را نسبت به خروجی آن از سیستم چشم‌انداز نبکاها افزایش می‌دهد.

اما، گیاه مطالعاتی از منظر اکولوژیکی نشان می‌دهد که برخلاف اکثر گونه‌های گیاهی بررسی شدهٔ محققان مختلف، هرچند توسعهٔ هوایی اندام‌های آن بسیار محدود و اندام‌های آن به طور عمودی اصلاً توسعه نیافته است اما توسعهٔ جانبی و پهن‌شدگی اندام‌های این گیاه بر روی زمین، میزان خروجی را به حداقل می‌رساند و به نسبت سایر گیاهان حجم بالایی از رسوبات بادرفتی را به دام می‌اندازد و به صورت رخسارهٔ منطقهٔ برداشت به میزان بسیار زیادی از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند. بنابراین اگرچه شاید ارتفاع نبکای حاصل از آن چندان زیاد نباشد، اما حجم ماسهٔ تثبیت‌شدهٔ آن نیز قابل توجه است و به صورت جامعهٔ اکولوژیکی سازگار در منطقهٔ مطالعاتی جهت تثبیت ماسه‌های روان در مناطق برداشت لحاظ می‌شود.

منابع

احمدی، ح. (۱۳۸۷). ژئومورفولوژی کاربردی (بیابان- فرسایش بادی)، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم. ۷۰۶ص.

احمدی، ح. و فیض‌نیا، س. (۱۳۷۸). سازندهای دورهٔ کواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۸۷ص.

رفاهی، ح. (۱۳۸۸). فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ص.

حسین زاده، م. (۱۳۸۶). ژئوپارک و ظرفیت های مرتبط با آن در ایران، مجلهٔ رشد آموزش جغرافیا، دورهٔ ۲۲، شمارهٔ ۱، ص ۷-۱۹.

علایی طالقانی، م. (۱۳۸۰). ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس. ۴۰۴ص.

کردوانی، پ. (۱۳۵۰). گزارش‌های جغرافیایی شهداد تا ده سلم، شمارهٔ ۱۲، مؤسسهٔ جغرافیایی دانشگاه تهران، ۸۷ ص.

مقصودی، م.، نگهبان، س.، باقری سید شکری، س. و چزغه، س. (۱۳۹۱). مقایسه و تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نبکاهای چهار گونهٔ گیاهی در غرب دشت لوت (شرق شهداد دشت تکاب)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شمارهٔ ۷۹. ص ۵۵-۷۶.

موسوی، ح.، معیری، م. و ولی، ع. (۱۳۹۱). انتخاب مناسب‌ترین نوع گونهٔ گیاهی نبکا برای تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مدل AHP (مطالعه موردی: ریگ نجارآباد، شمال شرق طرود)، محیط شناسی، سال ۳۸، شمارهٔ ۶۱، ص ۱۰۵-۱۱۶.

نگهبان، س.، یمانی، م.، مقصودی، م. و عزیزی، ق. (۱۳۹۲). بررسی تراکم، ژئومورفولوژی و پهنه ندی ارتفاعی نبکاهای حاشیهٔ غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آن‌ها، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شمارهٔ ۴، ص ۱۷-۴۲.

Ahmadi, H. (2008). Applied Geomorphology (Wind Erosion Vol. 2), University of Tehran Press, 706pp.

Ahmadi, H. and Feiznia, S. (1998). Quaternary formation (Theoretical and Applied foundation in Natural resources), University of Tehran press, 287pp.

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, pp. 413-428.

Taleghani, M. Aleaa (2003). Geomorphology of Iran, Ghoomes publishing, Tehran, 404pp.

Cooke, R.U., Warren, A, Goudie (1993). Desert Geomorphology.ucl press, London, 256pp.

Hersen, P. (2004). On the crescentic shape of barchan dunes, The European Physical Journal B: Vol. 37, pp. 507–514.

Hesp, P. and Mclachlan, A. (1999). Morphology, dynamics, ecology and founa of Arctotheca populifolia and Gazania rigens nebkha dunes. Journal of arid Environments (2000) 44: 155-172pp.

Jianhui, D., Ping, Y. and Yuxiang, D. (2010). The progress and prospects of nebkhas in arid areas, Journal of Geography Scince: Vol. 20(5), pp. 712-728.

Kardavani, P. (1971). Geographical reports of Shahdad to Dehsalm, No. 12, publication, University of Tehran geographic institute, 87pp.

Khalaf, F.I., Miska, R. and Al-Douseri, A. (1995). Sedimentolongical and Morohological characteristics of some nebkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia. J. Arid Environ. 29, 267-292.

Lancaster, N. and 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.

Maghsoudi, M., Negahban, S., Bagheri said-Shokeri, S. and Chezgheh, S. (2012). Comparative and Analysis of Nebkas Geomorphologic Features Four Plant Species in West of Lut (East of Shahdad-Takab Plain), Physical Geography Research Quarterly, Vol. 44, No.79, pp. 55-76.

Mousavi, H., Moayeri, M. and Vali, A. (2012). Choosing the most appropriate plan species to stabilize the quick sand with using AHP model (Case study: Najar abad Erg, Toroud northeastern), Journal of Environmental studies, No. 61, pp.105-116.

Negahban, S., Yamani, M., Maghsuodi, M. and Azizi, GH. (2013). Density of Geomorphology and Altitudinal

Archive of SID

www.SID.ir

Zonation Nebkas Western Margin of Lut and Vegetation Effects on Morphology, Journal of Quantitative Geomorphology Research, Vol.1, No.4, pp. 17-42.

Refahi, H. (2009). Wind Erosion and Conservation, University of Tehran Press, 320pp.

Stallins, J.A. (2006). Geomorphology and ecology: unifying themes for complex systems in biogeomorphology, Geomorphology 77, 207–216pp.

Tengberg, A. (1995). Nebkha dunes as indicators of wind erosion and land degradation in the sahel zone of Burkina Faso, Journal of Arid Environments, 30:265-282.

Archive of SID

www.SID.ir