

## تحلیل آماری شکل ژئولوژیک نیکاهای بیابانهای ساحلی همجوار خلیج فارس به منظور تثبیت ماسه‌های

### روان و تغییرات کاربری نیکازارها

فاطمه زرهی - کارشناس ارشد دانشگاه هرمزگان، اداره بیابان، اداره منابع طبیعی سیریک،  
مرضیه رضائی\* - استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.  
نوازاله مرادی - استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۶      تأیید نهایی: ۱۴۰۰/۰۲/۱۸

### چکیده

گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده نیکاهای ساحلی همجوار خلیج فارس را تثبیت نموده و قابلیت زنده‌مانی در زیر رسوبات بادی را دارند. این تحقیق با هدف تحلیل آماری خصوصیات ژئومورفولوژیک و تلماسه‌های رسوب نیکاهای ساحلی همجوار خلیج فارس در منطقه سیریک استان هرمزگان انجام شد. در پژوهش حاضر، ۳ منطقه، در هر منطقه ۵ منطقه معرف و در هر منطقه معرف، ۱۰ ترانسکت ۱۰۰۰ متری با فاصله ۵۰۰ متر از یکدیگر و به‌طور عمود بر هم قرار داده و جمعاً ۲۴۱ نیکا برداشت شد. در هر نیکا، ارتفاع نیکا، طول نیکا و قاعده نیکا، قطر تاج پوشش، حجم نیکا، قطر قاعده نیکا و مساحت تثبیت ماسه نیکا اندازه‌گیری گردید. همچنین برای تعیین میزان تغییرات سطح نیکازارها در طول دوره ۳۰ ساله نیز از تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ استفاده و با نرم افزار ENVI ۵/۳ اقدام به تعیین نیکاهای منطقه و سایر کاربری‌های موجود شد. نتایج نشان داد بین متغیرها در سه منطقه مورد نظر اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد وجود دارد. با افزایش ارتفاع گیاه در سیریک از ۱/۷ تا ۲/۲ متر، حجم تلماسه رسوب ۱۵ تا ۷۲ متر مکعب افزایش و در منطقه میشی نیز با افزایش ارتفاع گیاه از ۱/۶۵ تا ۳/۵ متر، حجم رسوب از ۱۵ تا ۴۵ متر مکعب افزایش داشته است. همچنین بررسی تغییرات مساحتی نیکاهای منطقه طی ۳۰ سال نشان داد که مساحت نیکاهای موجود در منطقه کاهش یافته و از حدود ۶۷ هکتار در سال ۱۳۶۹ به حدود ۵۹ هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است. با توجه به اهمیت نیکاهای ساحلی در حفاظت آنها تلاش و این مناطق تخریب شده را با نهال‌های چوج *Salvadora persica L.* احیا نمود.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی، گونه‌های گیاهی، گلدان‌های بیابانی، ماهواره لندست، سیریک.

## مقدمه

نیکاهای یا تپه‌های ماسه‌ای هیمة زاری، در مناطقی که ماسه‌ها توسط پوشش گیاهی به تله می‌افتند گسترش یافته و معمولاً در مناطق نیمه‌خشک، گرم و خشک و گرم و مرطوب تشکیل می‌شوند (امینی و همکاران ۱۳۹۰، ۲۴۰-۲۳۳). مقاومت در برابر خشکی و ریشه‌های شبکه‌ای گیاهان می‌تواند به رشد و پایداری نیکاهای در هر منطقه کمک نماید (نیشیمورا و تاناکا، ۲۰۰۱، ۱۱۴۳-۱۱۵۰). نکته مهم در روند توسعه نیکا شرایط پوشش گیاهی است و مورفولوژی نیکا عمدتاً توسط الگوی رویشی گونه‌های گیاهی کنترل می‌شود (پور خسروی و ولی، ۲۰۱۰، ۲۸-۲۶). تشکیل نیکا توسط گیاه موجب تغییرات فیزیکی-شیمیایی خاک مانند: افزایش مواد آلی، تغییر در اسیدیته و افزایش مواد مغذی خاک می‌گردد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۶۳-۴۴۹). افزایش EC نیز باعث تغییر فرم رویشی گیاهان از بوته‌ای به فورب‌های چندساله می‌شود (مقیمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳، ۶۴۳-۶۵۰). از طرفی شکل نیکا تابعی از گونه‌ی گیاهی، ارتفاع و سطح پوشش گیاه میزبان است. ارتفاع نیکا از چند دسیمتر تا چند متر و طول آن از یک متر تا چندین متر متغیر است و اگر دانه‌های ماسه‌ی تشکیل‌دهنده‌ی نیکا، چسبندگی (عناصر رس و سیلت) نداشته باشند، اندازه و حجم پشته‌های نیکا با تغییر سرعت باد دچار دگرگونی می‌شود (عرب عامری و حلبیان، ۱۳۹۶، ۱۰۸-۹۳). با افزایش میزان رسوب، گیاه برای جلوگیری از مدفون شدن به رشد خود ادامه می‌دهد و این رشد تا آنجاست که ریشه‌ی گیاه در ارتباط با آب زیرزمینی باشد؛ اما جایی که آب زیرزمینی افت کرده یا ریشه گیاه به رطوبت نمی‌رسد، این ارتباط قطع و تخریب نیکا آغاز می‌شود که سرانجام به مرگ نیکا منجر می‌شود (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۲-۱۷).

با به دام انداختن ماسه توسط بوته‌ها و پیشرفت آن، نیکا تشکیل می‌شود که در درجه اول در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک رخ می‌دهند. نیکاهای در اطراف گونه‌های شورپسند، دشت، چاه‌ها، حاشیه‌ی پلایاها و در محل‌هایی که گیاه وجود دارد، یافت می‌شوند (آنا تنگبرگ<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵، ۱۸۱-۱۹۲). شرایط خشک و فراخشک حاکم بر بخش وسیعی از ایران با بارندگی کمتر از ۷۱۰ میلی‌متر در سال، موجب شده است که حدود ۴۰ میلیون هکتار از مساحت کشور را مناطق کویری، تپه‌های ماسه‌ای و مناطق با پوشش گیاهی ناچیز بیوشاند (رفاهی، ۱۳۸۳، ۵۱۷).

نیکاهای در تثبیت ماسه‌های متحرک در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی اهمیت بسیار زیادی داشته و سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسانی را تا حدودی از هجوم ماسه‌های بادی ایمن می‌کنند (نگارش و لطیفی، ۱۳۸۷، ۴۳-۶۰). نیکا نقش بسیار مهمی را در پایداری بوم نظام‌های مناطق خشک و فراخشک ایفا می‌کند و مهمترین نقش آن در نگهداری و حفظ پوشش گیاهی است. یکی از عوامل مهم حفاظت از گیاه، اثر نیکا در تعادل آب در محدوده نیکا است؛ بدین ترتیب با افزایش زبری سطح، کاهش سرعت باد، ترسیب ذرات بادرفت و سایه‌اندازی گیاه همراه با افزایش نفوذپذیری نیکاهای نقش خاصی در بهبود شرایط بوم نظام بیابان برای رشد گیاه دارد. با تشکیل نیکا، گیاه از بارش اندک و رواناب سطحی محدود، بهره‌برداری کافی می‌نماید. به عبارت دیگر، نیکا نوعی سازگاری با طبیعت در شرایط خشک بیابانی به منظور تثبیت ماسه‌های روان است (عظیم زاده و همکاران، ۱۳۹۲، ۶۲-۱).

والنتینی (۲۰۲۰) ارتباط بین الگوی پوشش گیاهی و مورفولوژی نیکا برای ارزیابی نشست رسوبات بادی را با داده‌های ماهواره‌ای مورد بررسی قرار داد. یافته‌های وی نشان داد تپه‌های ماسه‌ای از شمال به جنوب حرکت کرده و از ۱۵ کیلومتری سواحل دریا، سطح نیکا در شمال نیکازار از 5000m<sup>2</sup> به 100000 m<sup>2</sup> در جنوب رسیده است. با محاسبه شاخص‌های مختلف مانند شاخص شکل چشم انداز نیکا نوع پوشش گیاهی تشکیل دهنده نیکاهای در جهت شمال از کریپتوفیت و همی کریپتوفیت به فانروفیت در جنوب تغییر یافته و ارتفاع نیکا نیز در جنوب به طور چشمگیر و معنی داری (t<sup>2</sup>=0/84) نسبت به جهت شمال افزایش یافته است (والنتینی، ۲۰۲۰، ۴-۲۳). در مطالعه دیگری در مصر، شکل و فرم الگو و دینامیک

<sup>۱</sup>. Anna Tengberg

تپه‌های ماسه‌ای در طی ۳۰ سال اخیر نشان داده شد که فرسایش بادی و آبی در منطقه وجود داشته فرم آنها خطی و شاخه‌ای بوده و این تپه‌ها دو دسته فعال و ثابت هستند و بیشترین تپه‌های ماسه‌ای ثابت با پوشش گیاهی تشکیل نیکا داده و تپه‌های فعال درصد کمی پوشش گیاهی داشته‌اند. تپه‌های ساحلی در عرض ۶ کیلومتر از دریا کوچکتر از تپه‌ها با فاصله ۲۵ کیلومتر از دریا بوده‌اند. ارتفاع نیکاها از ۲/۵ تا ۷/۵ متر و عرض ۸ تا ۴۳/۲ متر و طول نیکاراز از ۴۳/۲ تا ۲۵ کیلومتر متغیر بوده است. همچنین رشد نیکاها در منطقه به طور شاخه‌ای بیشتر از رشد طولی آنها بوده و یافته‌ها بیانگر افزایش سطح تپه‌های ماسه‌ای است که تشکیل نیکا نداده و فعالند و این افزایش سطح به سمت اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی شرق نیل است (بویزر، ۲۰۲۰، ۱-۳۳). در جنوب تایلند به منظور بررسی ارتباط پوشش گیاهی و تپه‌های ماسه‌ای و توزیع نیکاها سه ترانسکت دائمی  $10*10m^2$  به فاصله 300m در جهت و خلاف جهت باد قرار داده شد. در هر ترانسکت زیرترانسکت‌های  $10*10m$  قرار داده شد. پارامترهای مختلف تنوع گونه‌ای با شاخص شانون، قطر تنه گونه‌های فانروفیت، قطر تاج پوشش، ارتفاع گونه و ..... تشکیل دهنده نیکا اندازه‌گیری شده و یافته‌های آنها نشان داد تنوع گونه‌ای در منطقه متوسط بوده و ۳۶ گونه همراه از ۲۳ خانواده در منطقه وجود داشت. تنوع گونه‌ای، فراوانی گونه درختی، سطح یقه گونه گیاهی تفاوت فاحشی بین نیکاها در جهت باد و خلاف جهت باد داشته و توزیع گونه‌های درختی نسبت به پهن برگ در جهت باد بیشتر بوده است (مارود، ۲۰۲۰، ۲-۹).

پورخسروانی و ولی (1389)، به تحلیل ارتباطات بین مؤلفه‌های مورفومتری نیکا و مورفولوژی گیاهی گونه‌های *Tamarix mascatensis* (گز)، *Reaumuria turkestanica* (گل گزی)، *Alhaji mannifera* (خارشتر) در کفه خیرآباد سیرجان پرداختند. عوامل متأثر در قطر قاعده نیکا یا مؤلفه افقی نیکا در نیکاها گز تاج پوشش گیاه و قطر طوقه گیاه در نیکاها گل گزی عوامل تاج پوشش و ارتفاع گیاه به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۶۵۵ و ۰/۵۳۱ محاسبه گردید. آن‌ها با توجه به نتایج تحقیق چنین استنباط نمودند که برای توجیه تشکیل و تکامل نیکا عامل فرم‌های رویشی گیاهان مؤثر است (پورخسروانی و ولی، ۱۳۸۹، ۱۵۸-۱۳۷). مقصودی و همکاران (۱۳۹۱)، در مقایسه و تحلیل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی نیکاها ۴ گونه گیاهی به این نتایج دست یافتند: نوع گونه گیاهی در اندازه رسوبات هر یک از نیکاها تأثیر شایانی داشته و ویژگی رسوبات نیکاها با توجه به نوع گونه گیاهی با یکدیگر متفاوت است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱، ۷۶-۵۵).

ایمان طلب و همکاران (۱۳۹۱)، به بررسی برخی از آثار محیط زیستی نیکای گونه کلبر در منطقه جاسک پرداختند. نتایج حاصل از حجم به دست آمده نشان داد که هر درخت می‌تواند به‌طور متوسط، حجمی حدود ۱۳ مترمکعب از رسوب‌ها را در اطراف خود تثبیت کند (ایمان طلب و همکاران، ۱۳۹۱، ۳۳۲-۳۲۷). تیموریان مطلق و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی نقش نیکاها گونه‌ی گیاهی *Ephedra distachya* (ارمک) در کنترل فرسایش بادی در حاشیه جاده یزد - ابرکوه پرداختند. این پژوهش به‌صورت موردی به بررسی سازگاری مورفولوژیک این گونه و نقش نیکاها جاده یزد - ابرکوه در کنترل فرسایش بادی پرداخته و طبق نتایج حاصل حجم رسوبات قابل تثبیت توسط نیکاها این گیاه  $11/52$  مترمکعب برآورد گردید (تیموریان مطلق و همکاران، ۱۳۹۲، ۱-۱۳). پیری و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی رسوب‌شناسی و مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای برخان و نیکا در حاشیه‌ی کویر حاجلیقلی واقع در جنوب دامغان پرداختند. همچنین نیکاها فعال و غیرفعال شناسایی شد. برای بررسی ارتباط آماری بین مؤلفه‌های مورفومتری تپه‌های برخانی، طول قله، دامنه رو به باد و پشت به باد، همچنین برای بررسی پارامترهای مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای نوع نیکا طول محورهای بلند، کوتاه و ارتفاع آن‌ها اندازه‌گیری شد (پیری و همکاران، ۱۳۹۴، ۲۵۵-۲۶۴).

ترنج و فتحی (۱۳۹۴)، نقش گیاه بره تاغ در تشکیل نیکا و رابطه‌ی مورفومتری آن با ماسه‌ی تجمع یافته در اراضی ماسه‌ای حاشیه کویر میغان اراک، ۲۶ نیکا در سطح ۱۰۰۰ مترمربع را مورد پژوهش قرار دادند. به منظور بررسی ویژگی‌های مورفومتری نیکاها و مقدار ماسه‌ی تجمع یافته در این تیپ گیاهی هر کدام از پارامترهای طول، عرض و ارتفاع نیکاها و

تاج پوشش گیاهی هر کدام به صورت مجزا مورد اندازه گیری قرار گرفت. نتایج آنان نشان داد که گونه‌ی بره تاغ به طور میانگین قادر به تثبیت مقدار ۷۴/۱ مترمکعب خاک می‌باشد که معادل ۱۱۸/۵۶ تن در هکتار و رقم قابل توجهی بوده و باعث جلوگیری از فرسایش خاک می‌شود (ترنج و فتحی، ۱۳۹۴، ۴۲-۳۵). عرب عامری و همکاران (۱۳۹۵)، کارایی و انتخاب بهترین سیستم نیکایی با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های مورفومتری آن‌ها با روش تخصیص خطی در منطقه شمال سیرجان را مقایسه نمودند. نتایج به دست آمده نشان داد نیکای گز مقام نخست را کسب نموده و بالاترین تأثیر را در تثبیت ماسه‌های روان دارد، در مقابل نیکای اشنان در رتبه آخر قرار گرفته است. بنابراین در برنامه‌های اجرای تثبیت ماسه بادی در منطقه، توسعه سیستم نیکایی گز بالاترین اهمیت و کارایی را دارد (عرب عامری و همکاران، ۱۳۹۵، ۲۸۸-۲۹۸).

پورجواد و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر گیاهان با ابعاد مختلف بر فرسایش بادی در منطقه صبری شهرستان سبزوار را بررسی و نتایج نشان داد فاصله مؤثر بر فرسایش بادی در گیاه چرخه و کاهوی وحشی، به ترتیب ۲/۸ و ۴/۳ برابر ارتفاع است میزان فرسایش در طرفین دو گیاه به ترتیب در محدوده‌ای با ابعاد ۰/۷۴ و یک برابر عرض گیاه در جهت باد و ۰/۳۱ و ۰/۴۵ برابر عرض گیاه عمود بر جهت باد، بیش از حد نرمال است (پورجواد و همکاران، ۱۳۹۶، ۳۳-۲۱). قرقانی (۱۳۹۶)، به تحلیل مقایسه‌ای استقرار و عملکرد تلماسه‌های گونه گیاهی گز در دو رویشگاه طبیعی در حاشیه دریاچه نمک پرداخت. نتایج بررسی عملکرد رسوب‌گذاری تلماسه‌های گیاهی در دو منطقه اختلاف معنی‌دار در خصوصیات مورفومتری، تراکم نیکا، قطر نیکا و حجم نیکا نشان داد. به این ترتیب عملکرد پوشش گیاهی در تجمع رسوبات بادی در منطقه آران و بیدگل ۱۰۵۶/۱ در منطقه مشکات ۶۲۵/۶۷ تن در هکتار می‌باشد (قرقانی، ۱۳۹۶، ۱۰۲). قهاری (۱۳۹۶)، در منطقه مشکات به ارزیابی خصوصیات استقرار و عملکردی رویشگاه کهورک-خارشرتر پرداختند. نتایج بررسی خصوصیات ژئومورفیک در استقرار گونه‌های گیاهی خاک، درصد رس و درصد شن خاک است. به این ترتیب عملکرد پوشش گیاهی در تجمع رسوبات بادی در منطقه مشکات به میزان ۱۹۷۵۰ تن در هکتار بدست آمد (قهاری، ۱۳۹۶، ۱۰۲). حسینعلی زاده و همکاران (۱۳۹۷)، به بررسی برهم‌کنش نیکا و گیاه، بر اساس روش میدانی و اندازه‌گیری متغیرهای مورفومتری و ثبت موقعیت دقیق ۳۲۲ نیکا و ۱۱۹ گیاه در بخشی از دشت آق‌قلا در شمال غربی استان گلستان را مورد پژوهش قرار دادند و نتایج نشان داد که به احتمال ۹۵ درصد ویژگی‌های خاک از جمله: هدایت الکتریکی، اسیدیته، ماده آلی، نسبت جذب سدیم، سدیم تبادلی و کج‌شدگی رسوبات نیکا بر الگوی پراکنش نیکاهای در این منطقه تأثیرگذار هستند (حسینعلی زاده و همکاران، ۱۳۹۷، ۱۹-۳۲).

در مطالعه دیگری کاربری فعلی با کاربری دارای توان اکولوژیک منطقه در طی مدت زمان مشخص به سه روش متفاوت بررسی شد که نتایج نشان داد منطقه توان بالای اکولوژیک برای مرتع داشته و این سطح به کاربری فعلی کشاورزی اختصاص یافته و سطح مرتع کاهش یافته است (معینی، ۱۳۹۵، ۱۱۲۹-۱۱۴۳). نگهبان و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی تراکم، ژئومورفولوژی و پهنه‌بندی ارتفاعی نیکاهای حاشیه غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آن‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی پرداختند. پراکنندگی نیکاهای هر یک از گونه‌های گیاهی از الگوی خاصی پیروی می‌کرد، بدین صورت که بعضی گونه‌ها مانند خارشرتر، فقط در قسمت‌های جنوبی منطقه مشاهده شدند (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۲، ۴۲-۱۷).

بسیاری از کانون‌های بحران فرسایش بادی به علت وجود باد با شدت و سرعت بالا، در هرمزگان در سیریک واقع شده است. نوع بافت خاک و فقر پوشش گیاهی باعث شده که کانون‌های بحران فرسایش بادی در این مناطق فعال باشند. در مناطقی که نیکا وجود دارد گونه‌های گیاهی به طور طبیعی باعث نشست رسوبات حمل شده بادی و ماسه‌های روان می‌شوند. اما در مناطق بدون وجود نیکا، اداره منابع طبیعی استان وارد عمل شده و اقدام به نهالکاری در مناطق حساس به فرسایش نموده است. بازدیدهای میدانی نشان از ناموفق بودن عرصه‌های نهالکاری شده به علت سرعت و شدت بالای

باد و عدم سازگاری گونه نهالکاری شده با شرایط محیطی و به ویژه باد دارد. بنابراین نیکاها که گیاهانی‌اند که سازش بالایی در منطقه با شرایط محیطی بیابانی یافته‌اند، ریشه آنان اگر چه در زیر تلماسه مدفون اما گیاه همچنان زنده بوده و باعث نشست ماسه‌های روان می‌گردد. نیکاهای چوچ در سیریک *Salvadora persica* به طور طبیعی فرسایش بادی که معضل بزرگی در این مناطق محسوب شده و گاه زندگی روزمره مردم را مختل نموده است، را کنترل نموده و باعث ثابت شدن ماسه‌های روان در منطقه شده است. این گونه‌های تشکیل‌دهنده نیکا، از ارزش بسیاری برخوردارند که ضرورت و لزوم حفظ و گسترش نیکاها به منظور تثبیت ماسه‌های روان، بیش از پیش احساس می‌گردد. این پژوهش با هدف بررسی شکل ژئولوژیک نیکاهای بیابانهای ساحلی همجوار خلیج فارس به منظور تثبیت ماسه‌های روان و تغییرات کاربری نیکازارها به روش اماری و سنجش از دور انجام گردید.

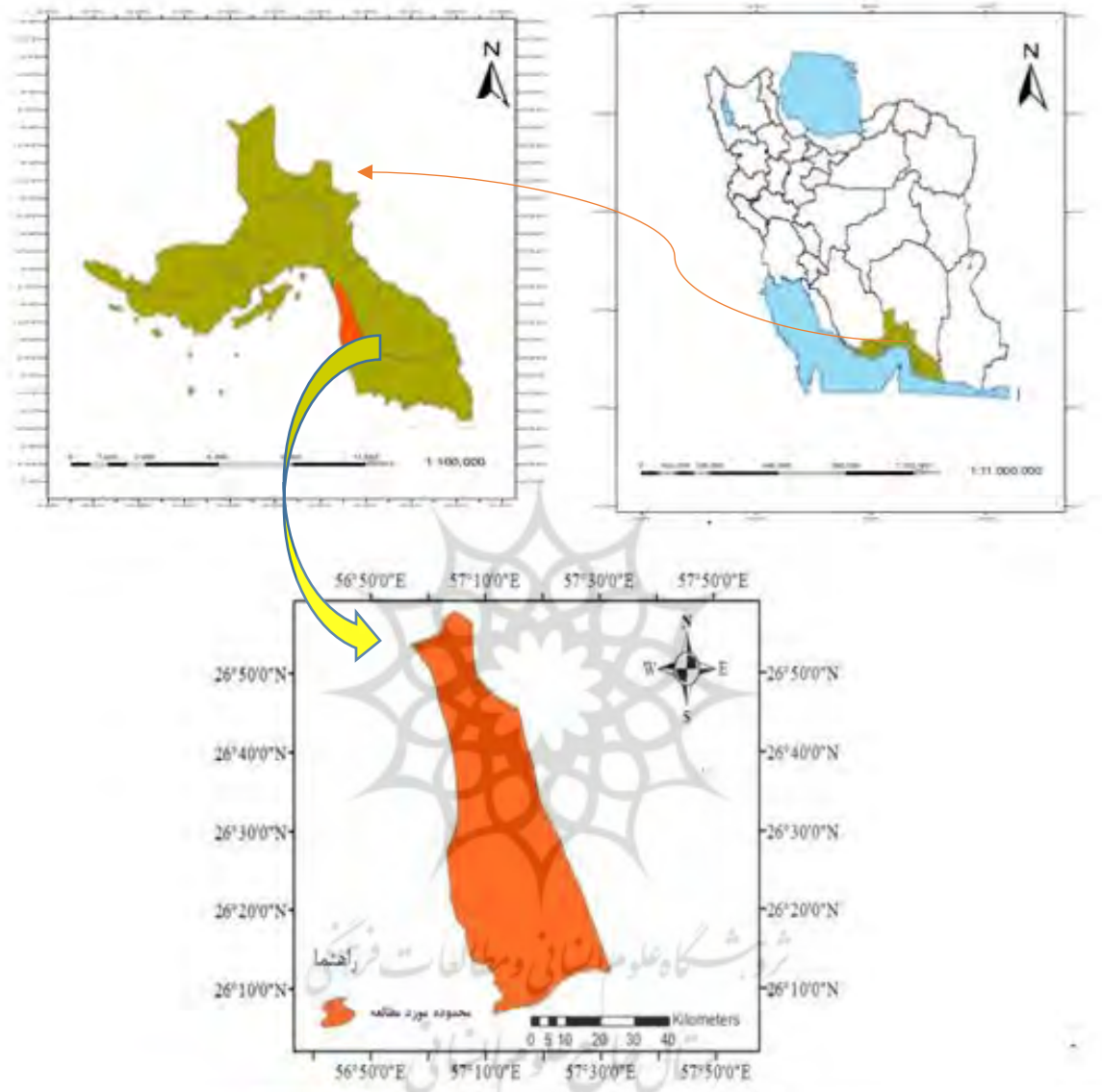
### روش تحقیق:

#### منطقه مورد مطالعه:

شهرستان سیریک با وسعت ۳۵۰۰ کیلومترمربع در استان هرمزگان و در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی میناب در ساحل دریای عمان واقع شده است. سیریک گرم و مرطوب بوده و کمترین و بالاترین درجه هوا به ترتیب به ۵ و ۴۵ درجه می‌رسد. در این منطقه رطوبت هوا به ۹۰٪ رسیده و حداکثر ارتفاع حدود ۴۰۰ متر است.

منطقه مورد پژوهش موسوم به سیریک قدیم، شمع‌جو، میشی از محدوده حوضه آبریز حیوه هستند و در بخش مرکزی سیریک واقع شده‌اند. موقعیت جغرافیایی این مناطق بین طول شرقی ۵۷ درجه و ۶ دقیقه و عرض شمالی ۲۶ درجه و ۳۱ دقیقه در ازای خاوری نسبت به نیمروز گرینویچ قرار گرفته است این مناطق در ۵ کیلومتری دریای عمان قرار گرفته‌اند و ارتفاع چندانی از سطح دریا ندارند. و جز مناطق دشتی و پست محسوب می‌گردند. این مناطق از مناطق فراخشک ایران هستند و یکی از کانون‌های مهم بحرانی و حساس به فرسایش بادی به شمار می‌روند. شکل شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

از آنجا که رویشگاه‌های چوچ در این مناطق فقط در حدود ارتفاعی کمتر از ۵۰۰ متر و از نظر شکل زمین فقط در اراضی دشتی وجود دارد و از نظر جهت جبهه جغرافیایی نیز جهت خاصی ندارد، سه منطقه میشی، شمع‌جو، سیریک قدیم انتخاب و در رویشگاه میشی ۷۹ نیکا و در رویشگاه سیریک قدیم، شمع‌جو هر کدام ۸۰ نیکا که در مجموع ۲۴۱ نیکا در نظر گرفته شد در نتیجه روش آمار برداری به صورت انتخابی بود.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و هرمزگان

### معرفی گونه تشکیل دهنده نیکا

گونه گیاهی *Salvadora persica* L. از خانواده Salvadoraceae از گیاهان همیشه سبز، درختچه‌ای تا درختی بوده برگ‌ها متقابل، دمبرگ مفصل (بند) دار، گوشواره کوچک و خاری شکل. گل‌ها دو پایه یا تقریباً یک جنسی. کاسه گل پیوسته، چهار لوبه. می‌باشد (مظفریان، ۱۳۹۰، ۲۹۷). گونه چوچ بومی ایران، پاکستان و هند بوده و در ردیف گونه‌های مقاوم به شوری می‌باشد و در نوار ساحلی و همچنین در مناطق شور و غیر شور رشد می‌کند. این درخت را می‌توان در ردیف درختان شن دوست نیز قرار داد، به طوری که توده‌های انبوه آن را در پاکستان می‌توان بر روی تپه‌های شنی تثبیت شده همراه با کهور ایرانی مشاهده نمود (پری و گودبال، ۱۹۷۹، ۹۲۳). گونه گیاهی *Salvadora persica* L. گونه‌ای ارزشمند از نظر علوفه‌ای و حفاظت آب و خاک بوده و در داروسازی نیز کاربرد فراوانی دارد (زارع چاهوکی و عباسی، ۱۳۹۵، ۱۹۵-۲۱۲).

چوچ گیاهانی هستند که در رویشگاه خود با گرمای سوزان بیابانی برگهایشان را از دست نمی‌دهند و تاج پوشش خود را حفظ می‌کنند. برای احیا اراضی شور و همچنین اراضی خشک و مخروبه بسیار مناسب می‌باشد (ایمان طلب و همکاران، ۱۳۹۱، ۳۳۲-۳۳۷). این گونه به طور گسترده‌ای در مناطق بیابانی آفریقا و جنوب آسیا در مناطق دشتی و کم ارتفاع تا حدود ۹۰۰ متر بالاتر از سطح دریا دیده می‌شود. به دماهای صفر تا ۴۸ درجه سانتی گراد و نیز به آب و هوای بسیار گرم و خشکی محیط مقاوم است ولی به یخبندان حساس است مقدار بارندگی برخی از رویشگاه‌های چوچ در جنوب کشور حدود ۱۰۰ میلی‌متر تخمین زده می‌شود (دمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸، ۲۳-۲۱) و قادر به رشد در شرایط خاکی مختلف، از تپه‌های ماسه‌ای گرفته تا خاک‌های سنگین، خاک‌های بدون شوری تا خاک‌های با شوری بالا و خاک‌های خشک تا زمین‌های باتلاقی نیز می‌باشد. این گونه قابلیت کشت در خاک‌های قلیایی را نیز به خوبی دارد (ردی و همکاران، ۲۰۰۸، ۲۷۳-۲۷۸). برگ‌های چوچ یک منبع مهم برای خوراک دام بویژه دام شتر بوده و از ساقه‌های آن نیز برای سوخت استفاده می‌شود (تسیما و همکاران، ۲۰۰۷، ۵۵۲). بررسی میدانی و تعقیب دام توسط نگارنده نشان داد یکی از وعده‌های مهم غذایی دام سنگین شتر، چوچ می‌باشد. از این میوه در درمان بواسیر، غدد برونشیت، روماتیسم و همچنین به علت داشتن روغن صنعتی با ارزشی که از بذرها این گونه به دست می‌آید، کشت این گونه در اراضی شور و یا قلیایی می‌تواند درآمد سرشاری را عاید کشاورزان سازد (آنجاریا و همکاران، ۲۰۰۲، ۶۰).

### روش نمونه برداری

روش‌های نمونه‌برداری رایج در مطالعات میدانی به سه گروه تقسیم می‌شوند: (۱) روش‌های نقطه‌ای (۲) روش‌های تک‌بعدی (۳) روش‌های سه‌بعدی و بیشتر. در این پژوهش از روش نمونه‌برداری تک‌بعدی و واحد طولی استفاده شده است. این روش امکان نمونه‌برداری تصادفی نبکاها را در کل محدوده مطالعاتی فراهم می‌آورد. پس از شناسایی مناطق و تعیین قلمرو توسعه نبکاها، با مراجعه میدانی مبادرت به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری از مؤلفه‌های مورفومتری نبکاها گردید. نمونه‌برداری در ۳ ناحیه به صورت مجزا صورت گرفت. در هر ناحیه با ۵ منطقه معرف، ۱۰ ترانسکت ۱۰۰۰ متری با فاصله ۵۰۰ متر از یکدیگر و به طور عمود بر هم قرار داده شد. جهت تعیین نقطه شروع هر ترانسکت و شروع نمونه‌برداری، ترانسکت‌ها طوری انتخاب شدند که به صورت عرضی محدوده‌های مورد پژوهش را در برگیرند. بعد از ایجاد ترانسکت‌ها، نبکاهایی که با ترانسکت برخورد داشتند، نمونه‌برداری شد. اندازه‌گیری پوشش گیاهی انجام و در نهایت ۲۴۱ نبکا برداشت گردید. در هر نبکا، ارتفاع نبکا، طول نبکا و قاعده نبکا و قطر تاج پوشش، حجم تلماسه رسوب نبکا، قطر قاعده نبکا و مساحت نبکا محاسبه شده است. منظور از طول نبکا بلندترین شعاع نبکا و قاعده نبکا همان قطر عمود به بلندترین قطر است. ارتفاع نبکا با خط کش T، طول و قاعده و قطر تاج پوشش با متر ۵۰ متری و حجم نبکا از رابطه ۱ محاسبه گردید (دوگیل و توماس، ۲۰۰۲، ۴۲۳-۴۱۳).

رابطه (۱)

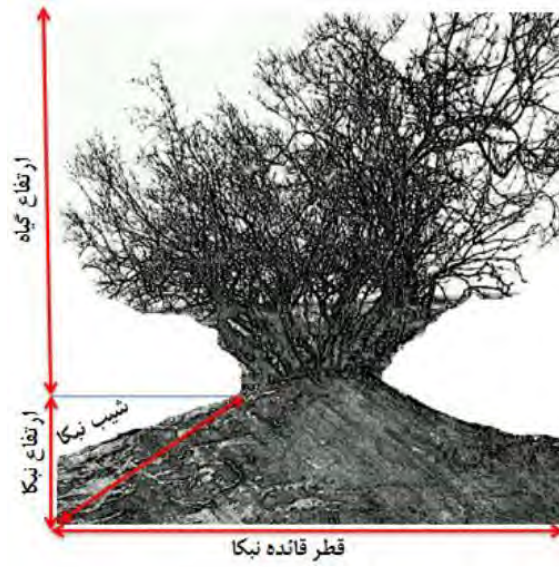
$$V = 0.5 (0.33 \pi r^2 h)$$

در این رابطه V: حجم مخروط نبکا به مترمربع و H: ارتفاع مخروط نبکا به متر و R: شعاع قائده مخروط نبکا به متر

است. در شکل ۲ نمونه‌هایی از نبکاهای موجود در منطقه نشان داده شده است.

مبنای اندازه‌گیری مؤلفه‌های تحلیل مکانی نبکا شکل ۲-۳ می‌باشد، که انواع مشخصه‌های قابل اندازه‌گیری نبکا و گیاه

میزبان را نشان می‌دهد (موسوی، ۱۳۹۱، ۱۰۵-۱۱۶).



شکل ۲- مؤلفه‌های مورفومتری نیکاهای مطالعاتی







شکل ۳: نمونه‌ای از نبکای گونه چوج در منطقه

جهت شروع نمونه‌برداری، نقاطی به وسیله GPS به عنوان شاخص به فواصل مساوی از شروع چشم‌انداز نبکاها در ۵ محدوده مورد پژوهش انتخاب شدند. برای به دست آوردن درصد تاج پوشش در هر پلات از یک شبکه نقطه چین متشکل از ۱۰۰ نقطه استفاده گردید. درصد تاج پوشش در هر پلات از طریق شمارش تعداد نقاطی که بر روی تاج پوشش در آن پلات قرار گرفت به تعداد کل نقاط پلات به دست می‌آید. پس از محاسبه درصد تاج پوشش هر پلات، میانگین آن‌ها به عنوان درصد تاج پوشش کل رویشگاه در نظر گرفته شد. همچنین میانگین به دست آمده از این روش با میانگین حاصله از بقیه پلات‌ها که در طبیعت اندازه‌گیری شد نیز مورد مقایسه قرار گرفت. تکنیک رابطه سنجی بین صفات گیاهی با خصوصیات ژئومورفولوژیک نبکا بر اساس آنالیز همبستگی و تحلیل رگرسیون چند متغیره استوار شده است. به منظور مقایسه و بررسی پارامترهای اندازه‌گیری شده نبکا و گیاه، بررسی روابط بین آن‌ها و انجام آزمون مقایسات میانگین برای بررسی تفاوت بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در سایت مورد پژوهش از نرم افزارهای EXCEL 2013 و SPSS16.0 استفاده شد. به منظور مقایسه‌ی شاخص‌های بررسی شده در پژوهش جهت بررسی چگونگی روند تغییرات آن‌ها از آزمون همبستگی پیرسون با سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده گردید. جهت بررسی ضریب همبستگی و رابطه‌ی تبیین بین شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه و شاخص‌های ژئومورفولوژیک نبکا، پس از مشخص شدن نرمال نبودن داده‌ها، اقدام به نرمال نمودن داده‌ها از طریق به توان 2 رساندن هر داده شد. پس از نرمال‌سازی داده‌ها، با در نظر گرفتن شاخص‌های اندازه‌گیری شده از نبکا به عنوان متغیر وابسته و شاخص‌های اندازه‌گیری شده از گیاه به عنوان متغیر مستقل به بررسی رابطه‌ی رگرسیونی و همچنین بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده پرداخته شد.

### اندازه‌گیری سنجش از دور

در بخش دیگر به منظور تعیین میزان تغییرات سطح نبکاها در طول دوره ۳۰ ساله نیز از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده OLI استفاده شد. بر روی تصاویر ابتدا تصحیح رادیومتریک و اتمسفریک انجام و با استفاده از نرم افزار ENVI ۵/۳ اقدام به پهنه‌بندی نبکاهای منطقه و سایر کاربری‌های موجود گردید. در نهایت پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی اقدام به تنظیم جداول سطح تثبیت ماسه‌های روان توسط نبکاهای موجود در منطقه گردید. تصاویر از باندهای ۳ و ۴ و ۵ ماهواره لندست ۸ و سنجنده OLI و مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ از ماه ژوئن و با توان تفکیک ۳۰ متر استفاده گردیده است.

## بحث و یافته‌ها

نتایج حاصل از اندازه‌گیری مولفه‌های مورفومتری نبکاها در جدول‌های ۱، ۲، ۳ نشان داده شده است. نتایج بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این آزمون داده‌های سه منطقه مورد پژوهش از وضعیت نرمال برخوردارند. پس از آن نتایج تجزیه واریانس متغیرهای نبکا و گیاه در سه منطقه نشان داد که بین این متغیرها در سه منطقه اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد وجود دارد (جدول ۵). با توجه به نتایج تجزیه واریانس یکطرفه به منظور بررسی بیشتر و مشخص شدن تفاوت بین مناطق از آزمون LSD استفاده گردید.

جدول ۱: مشخصات ژئومورفولوژیک نبکاهای منطقه سیریک قدیم

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	مولفه
ارتفاع نبکا	۱,۹۴	۲	۲,۵	۲,۲۰	۲,۱۶	۱,۸۵	۱,۸۰	۲,۴	۲,۴۱	۲,۲۸	
طول نبکا	۸	۱۴,۵۰	۱۵	۱۶	۱۵	۷,۵۰	۸	۱۴	۱۳,۷۹	۱۲,۵۱	
عرض نبکا	۶	۱۳,۱۰	۱۳,۶	۱۴	۱۴	۶	۵,۵	۱۲,۵	۱۲,۳۳	۱۱,۸	
ارتفاع گیاه	۱,۸۰	۱,۹	۱,۹۷	۲	۱,۹۰	۱,۷۶	۱,۷۳	۱,۹۰	۲	۱,۸۹	
قطر تاج پوشش	۶,۲۷	۷,۲۶	۳,۷۸	۴,۸۶	۷,۳۱	۶	۴,۳۵	۵	۷	۵,۸	
حجم نبکا	۱۶,۰۸	۵۴,۴	۷۲,۸	۷۲,۹	۶۲,۹	۱۳,۴۷	۱۴,۹	۶۰,۹	۵۸,۴	۴۶,۱۴	
قطر قاعده نبکا	۸	۱۴,۵	۱۵	۱۶	۱۵	۷,۵۰	۸	۱۴	۱۳,۷۹	۱۲,۵۱	
مساحت	۱۰۶,۰۳	۳۳۶,۱	۳۶۱,۷	۴۰۹	۳۵۹,۹	۹۲,۳۷	۱۰۵,۳	۳۱۵,۸	۳۰۷,۵۲	۲۵۲,۹	

در منطقه سیریک قدیم، ارتفاع نبکا، طول نبکا و عرض نبکا به ترتیب از ۱,۸ متر تا ۲,۲۸ متر، ۸ متر تا ۱۵ متر، از ۶ متر (کمترین مقدار) تا ۱۴ متر (بیشترین مقدار) می‌باشد. ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش به ترتیب از ۱,۷۶ متر تا ۲ متر و از ۳,۷۸ متر تا ۷,۲۶ متر متفاوت است. همچنین حجم نبکا از ۱۴/۹ تا ۷۲/۹ متر مکعب و قطر قاعده نبکا به ترتیب از ۱۳,۴۷ متر تا ۷۲,۹ متر متغیر بوده است.

جدول ۲: مشخصات ژئومورفولوژیک نبکاهای منطقه میشی

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مولفه
ارتفاع نبکا	۱,۳	۱,۴۰	۱,۶۲	۱,۶۰	۱,۸۲	۱,۵۶	۱,۹۲	
طول نبکا	۸	۸	۱۲,۷۰	۱۷	۱۰	۱۲,۴	۱۱,۵	
عرض نبکا	۳,۸۰	۴,۳۰	۶	۱۲	۶,۴	۸,۳	۵,۸	
ارتفاع گیاه	۱,۷۰	۱,۸۵	۳,۴۰	۲,۸۰	۲,۷	۲,۳	۲,۱	
قطر تاج پوشش	۵,۷	۶,۷۵	۷,۳۵	۵,۵۱	۸,۳	۵,۶	۷,۹۲	
حجم نبکا	۱۰,۷۷	۱۱,۶	۳۳,۸	۵۹,۸	۲۳,۵	۳۱	۳۲	
قطر قاعده نبکا	۸	۸	۶,۵	۱۷	۱۰	۱۲,۴	۱۱,۵	
مساحت	۱۰۳	۱۰۲,۷	۲۵۵,۸	۴۵۶	۱۶۲	۲۴۳,۱	۲۱۲	

در منطقه میشی ارتفاع نبکا، طول نبکا و عرض نبکا به ترتیب از ۱,۳ متر تا ۱,۹۲ متر، ۸ متر تا ۱۷ متر و ۳,۸۰ متر تا ۱۲ متر می‌باشد. ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش گیاه نیز در این مکان به ترتیب از ۱,۷۰ متر تا ۳,۴۰ متر و ۵,۷ متر تا ۸,۳ متر می‌باشد و همچنین حجم نبکا به ترتیب از ۱۰,۷۷ تا ۵۹,۸ مترمکعب و قطر قاعده نبکا ۶,۵ متر تا ۱۷ متر متغییر است.

جدول ۳: مشخصات ژئومورفولوژیک نیکاهای منطقه شمع جو

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	مولفه
ارتفاع نبکا	۱,۷	۱,۶	۲	۱,۵۷	۱,۶۲	۱,۹	۱,۷۱	۲,۵	۲,۸۵		
طول نبکا	۱۴	۱۷,۵	۱۷,۳	۱۵,۸۸	۱۶,۸	۱۶,۲۲	۱۷,۲	۱۳	۱۶,۳		
عرض نبکا	۱۰,۵	۱۳	۱۱,۷۴	۱۲,۱	۱۲,۵	۱۲,۳	۱۳,۴	۱۲,۳۴	۱۳,۹		
ارتفاع گیاه	۳,۱	۲,۴۳	۳	۲,۸	۲,۴	۲	۲,۱۸	۲,۸	۳,۴۲		
قطر تاج پوشش	۶,۴	۴,۵۹	۱۰,۳۹	۵,۷۴	۸,۴۹	۶,۳۳	۶,۳۹	۸,۳	۶,۸۷		
حجم نبکا	۴۳,۱۵	۶۳,۴	۷۷,۵	۵۱,۲	۵۹,۱	۶۴,۶	۶۵,۴	۲۱,۸۶	۴۴,۷		
قطر قاعده نبکا	۱۴	۱۷,۵	۱۷,۳	۱۵,۸۸	۱۶,۸	۱۶,۲۲	۱۷,۲	۱۳	۱۶,۳		
مساحت	۳۱۱,۵	۴۸۳,۸	۴۷۵,۸	۳۹۹,۴	۴۴۶	۴۱۷,۶	۴۶۸,۸	۲۶۶,۶	۴۱۸,۲		

در نیکازارهای شمع جوی سیریک ارتفاع نبکا، طول نبکا و عرض نبکا به ترتیب از ۱,۶ متر تا ۲,۸۵ متر، ۱۳ متر تا ۱۷,۵ متر، ۱۰,۵ متر تا ۱۳,۹ متر متغییر است. همچنین ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش در این منطقه به ترتیب از ۲ متر تا ۳,۴۲ متر، ۴,۵۹ تا ۸,۴۹ متر متفاوت است. حجم نبکا در این منطقه نیز از ۲۱,۸۶ تا ۷۷,۵ متر مکعب و قطر قاعده نبکا از ۱۳ متر تا ۱۷,۵ متر می‌باشد.

جدول ۴: نتایج آزمون کلوموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمالی داده‌های سه منطقه

متغیر	سیریک قدیم		میشی		شمع جو	
	درجه آزادی	Sig.	درجه آزادی	Sig.	درجه آزادی	Sig.
ارتفاع تلماسه	۱۰	۰/۲۰۰	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۰۶۴
طول نبکا	۱۰	۰/۰۵۴	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۰۸۸
عرض نبکا	۱۰	۰/۰۷۴	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۲۰۰
حجم تلماسه	۱۰	۰/۱۹۷	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۲۰۰
قطر قاعده نبکا	۱۰	۰/۰۵۴	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۲۰۰
مساحت نبکا	۱۰	۰/۱۰۸	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۱۹۷
ارتفاع گیاه	۱۰	۰/۱۸۲	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۲۰۰
قطر تاج پوشش گیاه	۱۰	۰/۲۰۰	۷	۰/۲۰۰	۱۰	۰/۲۰۰

نتایج بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در جدول ۴ نشان داده شده است. براساس نتایج این آزمون داده‌های سه منطقه از وضعیت نرمال برخوردارند. پس از آن نتایج تجزیه واریانس متغیرهای نیکا و گیاه در سه منطقه نشان داد که بین این متغیرها در سه منطقه اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد وجود دارد.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس متغیرهای نیکا و گیاه در سه منطقه

متغیر	نوع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	Sig.
ارتفاع تلماسه	بین گروهی	۱/۲۶	۲	۰/۶۳	۵/۶۸	۰/۰۱۰
	درون گروهی	۲/۶۶	۲۴	۰/۱۱		
	کل	۳/۹۲	۲۶			
طول نیکا	بین گروهی	۱۰۹/۷۳	۲	۵۴/۸۶	۷/۵۴	۰/۰۰۳
	درون گروهی	۱۷۶/۷۲	۲۴	۷/۳۶		
	کل	۲۸۶/۴۵	۲۶			
عرض نیکا	بین گروهی	۱۶۲/۹۲	۲	۸۱/۴۶	۱۴/۶۶	۰/۰۰۰
	درون گروهی	۱۳۳/۳۳	۲۴	۵/۵۶		
	کل	۲۹۶/۲۶	۲۶			
حجم تلماسه	بین گروهی	۴۰۴۹/۴۸	۲	۲۰۲۴/۷۴	۷/۰۸	۰/۰۰۴
	درون گروهی	۶۸۶۶/۳۲	۲۴	۲۸۶/۰۹		
	کل	۱۰۹۱۵/۸۱	۲۶			
قطر قانده نیکا	بین گروهی	۱۴۵/۹۵	۲	۷۲/۹۷	۹/۳۲	۰/۰۰۱
	درون گروهی	۱۸۷/۹۳	۲۴	۷/۸۳		
	کل	۳۳۳/۸۸	۲۶			
مساحت نیکا	بین گروهی	۱۸۷۲۴/۰۲	۲	۹۳۸۶۲/۰۱	۸/۷۷	۰/۰۰۱
	درون گروهی	۲۵۶۹۳۵/۲۱	۲۴	۱۰۷۰۵/۶۳		
	کل	۴۴۴۶۵۹/۲۳	۲۶			
ارتفاع گیاه	بین گروهی	۳/۱۲	۲	۱/۵۶	۹/۴۵	۰/۰۰۱
	درون گروهی	۳/۹۶	۲۴	۰/۱۶		
	کل	۷/۰۸	۲۶			
قطر تاج- پوشش گیاه	بین گروهی	۸/۹۸	۲	۴/۴۹	۲/۳۷	۰/۰۴۵
	درون گروهی	۴۵/۵۷	۲۴	۱/۹۰		
	کل	۵۴/۵۵	۲۶			

جدول ۶: نتایج همبستگی بین متغیرهای نیکا و گیاه در منطقه سیریک قدیم

متغیرها	ارتفاع تلماسه	طول نیکا	عرض نیکا	حجم تلماسه	قطر قانده نیکا	مساحت نیکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج- پوشش گیاه
ارتفاع تلماسه	-	۰/۷۸۵*	۰/۸۲۱*	۰/۸۵۵*	۰/۷۸۵*	۰/۷۷۶*	۰/۸۶۴*	۰/۱۷۸ <sup>ns</sup>
طول نیکا	-	-	۰/۹۴۱**	۰/۹۸۷**	۰/۹۸۰**	۰/۹۹۸**	۰/۹۰۷*	۰/۰۵۰ <sup>ns</sup>

عرض نیکا	-	۰/۹۴۰**	۰/۹۴۱**	۰/۹۳۴**	۰/۹۱۹**	۰/۰۴۱ <sup>ns</sup>
حجم نیکاسه	-	-	۰/۹۸۷**	۰/۹۸۹**	۰/۹۲۷**	۰/۰۵۸ <sup>ns</sup>
قطر قانده نیکا	-	-	-	۰/۹۹۸**	۰/۹۰۷*	۰/۰۵۰ <sup>ns</sup>
مساحت نیکا	-	-	-	-	۰/۹۰۸*	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>
ارتفاع گیاه	-	-	-	-	-	۰/۰۴۹ <sup>ns</sup>
قطر تاج- پوشش گیاه	-	-	-	-	-	-

\* در سطح ۰/۰۹۵، \*\* در سطح ۰/۰۹۹، <sup>ns</sup> عدم معنی داری

نتایج بررسی همبستگی بین متغیرهای نیکا و گیاه در منطقه سیریک قدیم نشان داد که بین همه متغیرهای اندازه‌گیری شده بجز قطر تاج پوشش گیاه، همبستگی معنی‌داری در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد وجود دارد (جدول ۶). این بدین معنا است که پارامترهای حجم نیکا، قطر قانده نیکا و ارتفاع نیکا و ..... در سه منطقه با یکدیگر متفاوت بوده و سه نیکازار از بسیاری ویژگی‌ها با یکدیگر شبیه نیستند. در سیریک قدیم به ازاء ۰/۴۸ متر اختلاف ارتفاع نیکا، ۵۸ متر مکعب ماسه های روان بیشتر رسوب داده شده است.

جدول ۷: نتایج همبستگی بین متغیرهای نیکا و گیاه در منطقه میشی

متغیرها	ارتفاع نیکا	طول نیکا	عرض نیکا	حجم نیکا	قطر قانده نیکا	مساحت نیکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج- پوشش گیاه
ارتفاع نیکا	-	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۷۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۹۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۴۷۷ <sup>ns</sup>	۰/۸۴۴ <sup>ns</sup>
طول نیکا	-	-	۰/۸۷۳*	۰/۹۵۵*	۰/۷۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۹۹۵**	۰/۶۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۴۷۹ <sup>ns</sup>
عرض نیکا	-	-	-	۰/۷۵۷ <sup>ns</sup>	۰/۷۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۸۷۴*	۰/۵۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۶۳۰ <sup>ns</sup>
حجم نیکاسه	-	-	-	-	۰/۴۶۷ <sup>ns</sup>	۰/۹۲۵*	۰/۷۸۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۴ <sup>ns</sup>
قطر قانده نیکا	-	-	-	-	-	۰/۷۶۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۶۹۴ <sup>ns</sup>
مساحت نیکا	-	-	-	-	-	-	۰/۵۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۴۹۷ <sup>ns</sup>
ارتفاع گیاه	-	-	-	-	-	-	-	۰/۲۱۰ <sup>ns</sup>
قطر تاج- پوشش گیاه	-	-	-	-	-	-	-	-

\* در سطح ۰/۰۹۵، \*\* در سطح ۰/۰۹۹، <sup>ns</sup> عدم معنی داری

بر اساس یافته های نیکاهای منطقه میشی قطر تاج پوشش گیاه با هیچ یک از سایر متغیرها ارتباط همبستگی نشان نداد. همچنین نتایج همبستگی بین متغیرها در این منطقه نشان داد که دو متغیر قطر تاج پوشش و ارتفاع گیاه با هیچ یک از متغیرهای نیکا این منطقه همبستگی معنی دار ندارند اگرچه دارای ضریب همبستگی بین ۰/۴ تا ۰/۶ هستند (جدول ۷). در

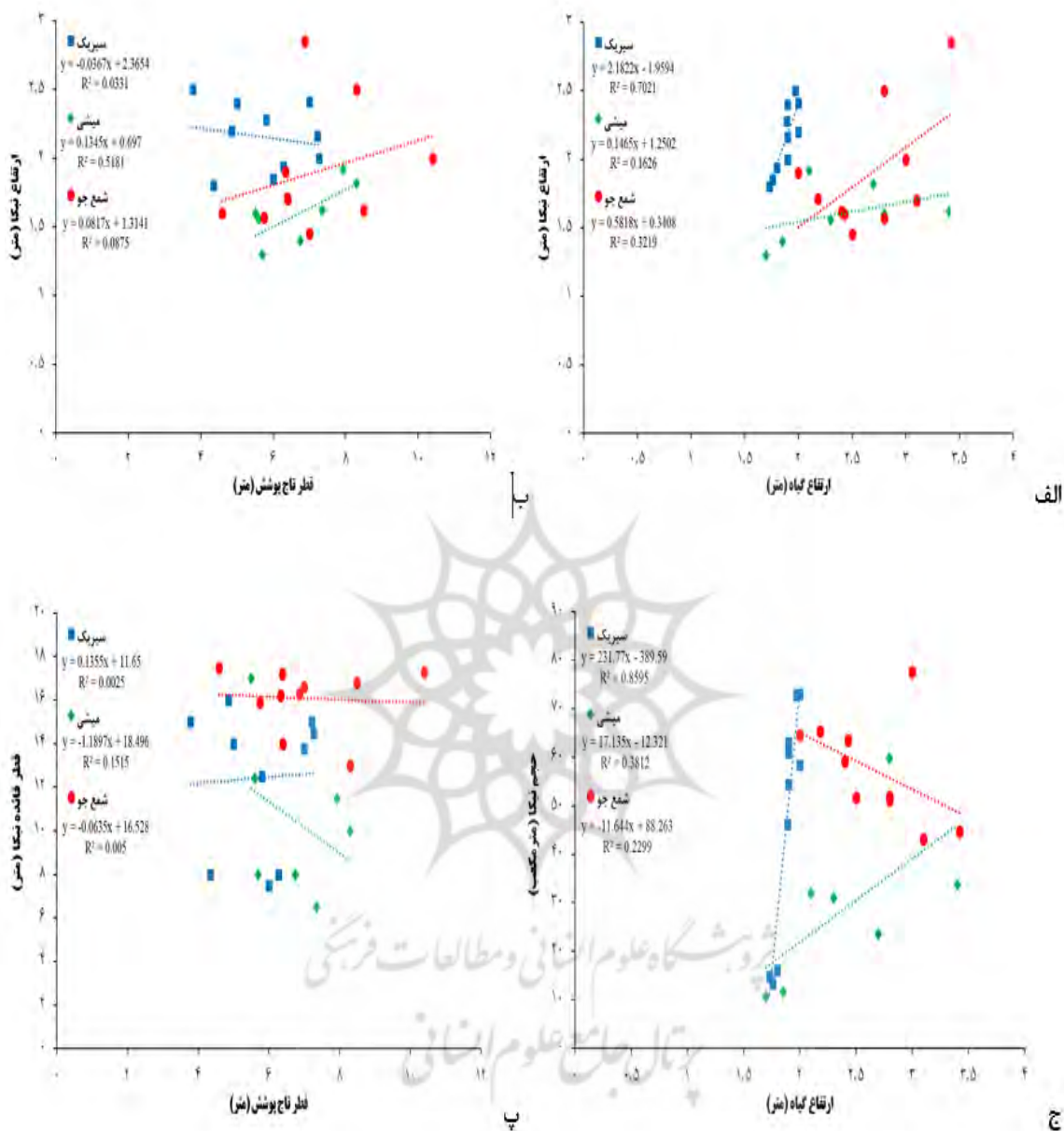
میشی به ازای ۱/۷ متر اختلاف ارتفاع گیاه و ۰/۷۲ افزایش ارتفاع نبکا میزان ۳۸/۰۳ متر مکعب ماسه های روان، بیشتر نشست داده شده و پای گیاه انباشته شده است.

جدول ۸: نتایج همبستگی بین متغیرهای نبکا و گیاه در منطقه شمع جو

متغیرها	ارتفاع نبکا	طول نبکا	عرض نبکا	حجم نبکا	قطر قائده نبکا	مساحت نبکا	ارتفاع گیاه	قطر تاج- پوشش گیاه
ارتفاع نبکا	-	۰/۳۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۳۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۷۹۱*	۰/۳۰۲ <sup>ns</sup>
طول نبکا		-	۰/۶۵۷ <sup>ns</sup>	۰/۶۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۹۸۸**	۰/۹۹۴**	ns	۰/۰۴۹ <sup>ns</sup>
عرض نبکا			-	۰/۰۸۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۸۹*	۰/۶۶۳ <sup>ns</sup>	ns	۰/۳۱۲ <sup>ns</sup>
حجم تلماسه				-	۰/۶۷۳*	۰/۶۷۱*	ns	۰/۳۷۴ <sup>ns</sup>
قطر قائده نبکا					-	۰/۹۹۸**	ns	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>
مساحت نبکا						-	ns	۰/۰۱۱ <sup>ns</sup>
ارتفاع گیاه							-	۰/۲۵۷ <sup>ns</sup>
قطر تاج- پوشش گیاه								-

\* در سطح ۰/۰۵، \*\* در سطح ۰/۰۱، ns عدم معنی داری

یافته های بررسی همبستگی بین متغیرهای نبکا و گیاه در منطقه شمع جو نشان داد که بین همه متغیرهای اندازه گیری شده با قطر تاج پوشش گیاه همبستگی معنی داری وجود ندارد (جدول ۸). همچنین متغیر ارتفاع گیاه تنها با ارتفاع نبکا همبستگی معنی دار در سطح ۹۵ درصد نشان داد. سایر متغیرهای نبکا با ارتفاع گیاه در این منطقه همبستگی معنی دار نشان ندادند. در نبکازارهای شمع جو به ازاء ۱/۴۲ متر افزایش ارتفاع گونه گیاهی چوج و ۱/۲۵ متر افزایش ارتفاع نبکا، ۵۵/۶۴ متر مکعب ماسه روان بیشتر رسوب داده شده است.



شکل ۴: روابط خطی در سه منطقه مورد مطالعه (الف) - رابطه خطی ارتفاع گیاه و ارتفاع نیبکا (ب) رابطه خطی ارتفاع نیبکا و قطر تاج پوشش گیاه (پ) رابطه خطی بین قطر تاج پوشش و قطر فائده نیبکا (ج) رابطه خطی بین حجم نیبکا و ارتفاع گیاه

مطابق یافته ها ارتفاع گیاه نیکا در مناطق سیریک، میشی و شمع جو به ترتیب از ۰/۵، ۱/۸ و ۱/۵ متر افزایش یافته و ارتفاع نیکا در سیریک تغییر محسوسی نیافته اما ارتفاع نیکا در میشی و شمع جو به ترتیب ۰/۵ و ۰/۸ متر افزایش می یابد (شکل ۴-الف). قطر تاج پوشش چوچ در منطقه شمع جو هنگامی که تا ۶/۲۴ متر افزایش می یابد، ارتفاع نیکاهای از ۱/۶ تا ۲/۱۸ متر افزایش می یابد. به همین ترتیب قطر تاج پوشش منطقه میشی هنگامی که ۲/۸ متر افزایش می یابد، نیکا ۰/۳ متر افزایش ارتفاع می یابد (شکل ۴-ب). با افزایش ارتفاع گیاه در سیریک از ۱/۷ تا ۲/۲ متر ۱۵ تا ۷۲ متر مکعب حجم تلماسه رسوب افزایش یافته است. در منطقه میشی نیز ارتفاع گیاه از ۱/۶۵ تا ۳/۵ متر ارتفاع افزایش یافته و با افزایش ارتفاع گیاه میزان رسوب انباشته شده بر روی گیاه، حجم رسوب از ۱۵ تا ۴۵ متر مکعب افزایش داشته است (شکل ۴-ج). همچنین یافته ها نشان داد تغییر قطر تاج پوشش گیاه تغییر چندانی بر قطر قاعده نیکا به جز در منطقه میشی نداشته است (شکل ۴-پ).

#### نتایج رگرسیون خطی چند متغیره

نتایج رگرسیون خطی چند متغیره با استفاده از متغیرهای مستقل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش گیاه در منطقه سیریک قدیم، رابطه معنی داری را برای برآورد ارتفاع نیکا و همچنین حجم نیکا نشان دادند. براساس نتایج ارتفاع گیاه مهمترین و تاثیرگذارترین متغیر مستقل در برآورد ارتفاع و حجم تلماسه در منطقه سیریک قدیم بودند. اما نتایج رگرسیون خطی چند متغیره با استفاده از متغیرهای ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش گیاه در منطقه میشی، رابطه معنی داری را برای برآورد ارتفاع و حجم نیکا نشان ندادند. همچنین در منطقه شمع جو نیز نتایج رگرسیون معنی دار نبود و نتایج رگرسیون خطی چند متغیره با استفاده از متغیرهای مستقل ارتفاع گیاه و قطر تاج پوشش گیاه، برای برآورد ارتفاع و حجم نیکا رابطه معنی دار نبود (جدول ۹).

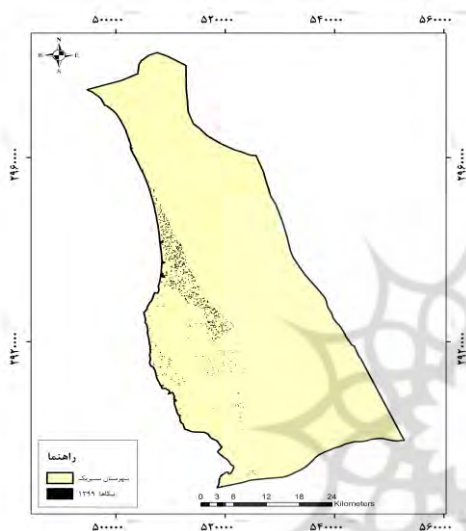
جدول ۹: نتایج رگرسیون چند متغیره برای ارتفاع نیکا و حجم نیکا در سه منطقه

حجم نیکا			ارتفاع نیکا			متغیر	منطقه
sig.	آماره t	ضریب	sig.	آماره t	ضریب		
0.001	-5.81	-380.48	0.105	-1.86	-1.75	عرض از مبدا	سیریک قدیم
0	6.83	232.96	0.003	4.49	2.21	ارتفاع گیاه	
0.48	-0.75	-1.97	0.279	-1.17	-0.045	قطر تاج پوشش گیاه	
0.646	0.5	860.18	0.283	1.24	0.75	عرض از مبدا	میشی
0.116	2	789.8	0.529	0.69	0.09	ارتفاع گیاه	
0.34	-1.08	1649.98	0.124	1.94	0.12	قطر تاج پوشش گیاه	
0.007	3.74	72.89	0.879	0.16	0.15	عرض از مبدا	شمع جو
0.063	-3.21	-15.01	0.141	1.16	0.54	ارتفاع گیاه	
0.101	1.89	3.45	0.634	0.5	0.05	قطر تاج پوشش گیاه	

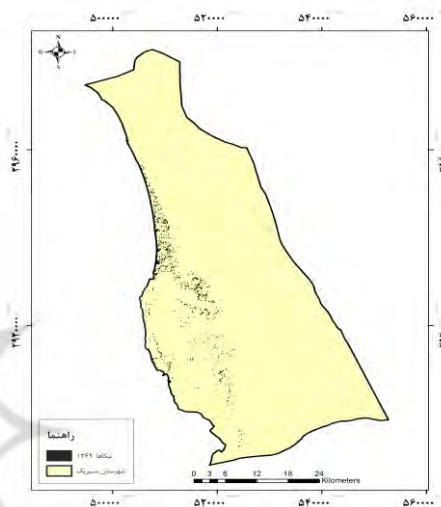


### میزان تغییرات سطح نیکاهای اندازه گیری شده در طول دوره ۳۰ ساله

نقشه تغییرات سطح نیکاهای در سال ۱۳۶۹ در شکل ۴ نشان داده شده و نقشه طبقه بندی شده نیکاهای موجود در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۹ در شکل ۵ نشان داده شده است. یافته‌های حاصل از بررسی و طبقه بندی رخساره نیکاهای منطقه سیریک در طول دوره ۳۰ ساله نشان داد که کاربری مرتع بیشترین تغییرات را داشته و کمترین میزان تغییرات مربوط به مناطق دارای کاربری نیکا می باشد. منطقه مورد پژوهش در طول زمان سپری شده تحت تاثیر فرسایش بادی بوده که به میزان ۸ هکتار از مساحت نیکاهای منطقه مورد مطالعه کم شده است (جدول ۱۰).



شکل ۵ - نقشه نیکاهای طبقه بندی شده برای سال ۱۳۹۹



شکل ۴: نقشه نیکاهای طبقه بندی شده برای سال ۱۳۶۹

جدول ۱۰: میزان تغییرات کاربری های مختلف در دوره زمانی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹

میزان تغییرات	مساحت کاربری سال ۱۳۹۹		مساحت کاربری سال ۱۳۶۹		نام کاربری	
	درصد	هکتار	درصد	هکتار		
-۰,۰۰۳۳	-۸,۰۰۵	۰,۰۲۵۷	۵۹,۳۱۵	۰,۰۲۹۱	۶۷,۳۲	نیکا
۴۵,۹۵	-۱۸۴۱۷۶	۶۰,۷۸۱	۱۴۰۰۸۳,۶۲	۱۴,۸۲	۳۴۲۵۹,۶۲	مرتع درجه ۲
۰,۰۹۵۱	۲۱۸,۲۸	۰,۲۶۵۷	۶۱۲,۵۹	۰,۱۷	۳۹۴,۳۱	پهنه آبی
۷,۸	۱۷۹۶۵,۶	۱۰,۳۵۳	۲۳۸۶۱,۵۴	۲,۵۵۱	۵۸۹۵,۹۶	جنگل
-۴۲,۲۹	-۹۷۷۶۰,۹۸	۶,۱۷۷	۱۴۲۳۷,۵۱	۴۸,۴۷	۱۱۱۹۹۸,۴۹	مرتع درجه ۱
-۱۱,۵۵	-۲۶۸۲۹,۶۴	۲۲,۳۹۶	۵۱۶۱۶,۲۹۶	۳۳,۹۵	۷۸۴۴۵,۹۴	اراضی بایر

## نتیجه‌گیری

بررسی روابط خطی بین متغیرهای مختلف نیکا و همچنین گیاه در سه منطقه مورد پژوهش نشان داد که ارتفاع گیاه با مشخصه‌های نیکا دارای ارتباط مناسب و با ضریب تبیین بالاتری است. در منطقه سیریک قدیم، ارتفاع نیکا و حجم تلماسه رسوب رابطه آماری وجود دارد بدین صورت که هرچه ارتفاع نیکا افزایش یابد میزان رسوبات حمل شده بیشتری توسط باد در پای گیاه انباشته می‌گردد. براساس یافته‌ها ارتفاع گیاه مهمترین و تاثیرگذارترین متغیر مستقل در برآورد ارتفاع و حجم تلماسه در منطقه سیریک قدیم بودند. بررسی تغییرات مساحتی نیکاهای منطقه مورد مطالعه طی ۳۰ سال اخیر با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که مساحت نیکاهای موجود در منطقه کاهش یافته و از حدود ۶۷ هکتار در سال ۱۳۶۹ به حدود ۵۹ هکتار در سال ۱۳۹۹ رسیده است. در بررسی روابط مورفولوژی گونه گیاهی نیکا و تلماسه‌های روان در جنوب تایلند نشان داده شده که سطح یقه گونه گیاهی، فراوانی گونه فانروفیت و حجم نیکا در نیکاهای در جهت باد بیشتر از خلاف جهت باد است و توزیع گونه‌های فانروفیت بیشتر از گونه‌های همی کریپتوفیت و کریپتوفیت بوده که با توجه به کم شدن سطح نیکازار در طی سالهای اخیر و کاهش گونه‌های فانروفیت *Salvadora persica* در این پژوهش، یافته‌های این دو بررسی هم‌سو نبوده‌اند (مارود، ۲۰۲۰، ۲-۱۰). یافته‌های بوبنزر (۲۰۲۰) در مصر بیانگر کاهش سطح نیکاهای با الگوی خطی و افزایش سطح نیکا با الگوی خوشه‌ای است که بخش اول یافته‌های آنان با نتایج این پژوهش در یک راستا است (بوبنزر، ۲۰۲۰، ۱-۳۲). یافته‌های مطالعه ولنتینی (۲۰۲۰) نیز نشان داد تغییرات کاربری نیکازارها در جوار ساحل در بخش شمالی کاهشی و در بخش جنوبی افزایشی است به طوری که سطح نیکازار در مجموع رو به رشد بوده که یافته‌های وی با یافته‌های این تحقیق در یک راستا نمی‌باشد (ولنتینی، ۲۰۲۰، ۲۳-۴).

یافته‌های پژوهش معینی و همکاران (۱۳۹۵) بیانگر این بود که کاربری دارای توان اکولوژیک منطقه یا مرتع، در طی زمان کاهش و کاربری‌های دیگر افزایش یافته است که نتایج این تحقیق با یافته‌های این پژوهش هم جهت است (معینی، ۱۳۹۵، ۱۱۴۳-۱۱۲۹). همچنین نتایج پژوهش هوگن هولتز (۲۰۱۲) نشان داد مناطق تحت تثبیت ماسه‌های روان به ویژه نیکاهای فعال، در فرایند افزایشی قرار گرفته و نسبت به چهار دهه گذشته، حجم بیشتر ماسه‌های روان را رسوب داده‌اند. نتایج این پژوهش با یافته‌های این تحقیق مغایرت داشت (هوگن هولتز، ۲۰۱۲، ۳۱۹-۳۳۴).

یافته‌های مطالعات پورخسروانی و موسوی (۱۳۹۵) پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های متفاوت ۲۴۱ نیکای گز *Tamarix stenophylla* اسکنیبل *Callygonum Sp* و خارشتر *Alhaji camelorum* نشان داد گونه فانروفیت گز حجم نیکای بیشتری نسبت به بقیه گونه‌ها داشته و از این منظر که در مطالعه حاضر گونه فانروفیت چوج *Salvadora persica* نیز حجم نیکای زیادی را به خود اختصاص داده بود، نتایج دو تحقیق، موید یکدیگر می‌باشد (پورخسروانی، ۲۰۱۰، ۲۸-۲۶). این یافته‌ها همچنین با یافته‌های ترنج‌رز و فتحی (۱۳۹۴) که ویژگی‌های ژئومورفولوژیک نیکاهای تیپ گیاهی بره تاغ در کویر میقان را مورد بررسی قرار دادند و یافته‌های راشکی (۱۳۹۷) نیز مطابقت دارد (راشکی، ۱۳۹۷، ۱۸۵-۱۶۹).

کاهش ۸ هکتاری نیکازارهای سیریک، در ۳۰ سال اخیر با توجه به اهمیت نیکاهای در جلوگیری از فرسایش بادی می‌تواند نگران‌کننده باشد. این در حالی است که در بین کاربری‌های موجود، مرتع درجه ۱ بیشترین تغییرات را در طی این ۳۰ سال متحمل شده و ۴۲/۲۹ درصد از مساحت آن کاهش پیدا کرده است. از طرفی مرتع درجه ۲ بیشترین تغییرات را داشته و ۴۵/۹۵ درصد از مساحت آن افزایش یافته است. این نکته بیانگر سیر قهقرایی رویشگاه‌های طبیعی و کاهش کیفیت رویشگاه‌های گیاهی در منطقه مورد پژوهش است. بنابراین لازم است ضمن توجه به کاهش مساحت نیکاهای و رویشگاه‌های گیاهی از کاهش بیشتر مساحت آنها جلوگیری شود.

فرسایش بادی و هجوم ماسه‌های روان یک شاخص جدی در وقوع پدیده بیابان‌زایی و یک تهدید جدی برای مناطق خشک بشمار می‌آید. هجوم ماسه‌های روان به مراکز انسانی یکی از مهم‌ترین معضلات جنوب شرق استان هرمزگان و

شهرستان سیریک محسوب می‌گردد، که سالانه خسارت‌های زیادی را به مراکز سکونتگاهی و راه‌های ارتباطی وارد و همچنین باعث از بین رفتن حاصلخیزی خاک شده است. یکی از گونه‌هایی که در مقابل باد قابلیت بالای استقامت داشته و ریشه و ساقه‌های آن حجم زیادی از ریزگردها و رسوبات بادی را نشست و با فرسایش بادی مقابله کند، گونه چوچ است که می‌تواند در جنوب کشور ماسه‌های روان را تثبیت کند و تاکنون مطالعاتی چندانی بر روی آن صورت نگرفته است. به همین منظور در این تحقیق با مطالعه این گونه گیاهی به تحلیل مقایسه‌ای آن در برابر فرسایش بادی جهت تثبیت ماسه‌های روان پرداخته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که سطح این نیکازارها که به طور طبیعی باعث تثبیت ماسه‌های روان می‌گردند رو به کاهش و اضمحلال گذاشته و با توجه به شدت و سرعت باد بالا که هیچ نوع نهال دیگر در این مناطق با توجه به نوع سازند و ... قابل استقرار نیست، لازم و ضروری است که در حفاظت هر چه بیشتر این نیکازارها کوشیده و اداره منابع طبیعی در احیای نیکازارها با نهالهای *Salvadora persica* اقدام به توسعه و افزایش سطح آنان نماید. بدین ترتیب حجم بیشتری از ماسه‌های روان در منطقه تثبیت شده و از وارد آمدن خسارت به مناطق مسکونی سیریک و اراضی کشاورزی جلوگیری و این امر کاهش گرد و غبار و کاهش خسارات زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت.

## منابع

- ایمان‌طلب، ن.، رضانی پور، م.، مصلح‌آرانی، ا.، اختصاصی، م.، ر.، عظیم‌زاده، ح.، ر.، سپهوند، ا.، ۱۳۹۱، نقش گونه‌های بیابانی کلیر و چوچ در جذب ریزگردها، مجموعه مقالات سومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زدایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، ص ۳۲۷-۳۳۲.
- امینی، آ.، موسوی حرمی، ر.، لاهیجانی، ح.، محبوبی، ا.، ۱۳۹۰. تجزیه و تحلیل مکانی و فرم نیکاکا به منظور بررسی فرسایش بادی و حفاظت خاک (مطالعه موردی: میانکاله در جنوب شرقی خزر)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۸(۴): ۲۴۰-۲۳۳.
- پورخسروانی، م.، ولی، ع. و موحدی، س.، ۱۳۸۹. گروه‌بندی مقایسه‌ای نیکاهای سیدلیتیزیا فلوریدا، روماریا تورکستانیکا والاحاجی مانیفرا بر اساس عملکرد عملکرد فرم‌های رویشی گیاهان در منطقه خیرآباد سیرجان، فصلنامه فضای جغرافیایی، ۱۰(۳۱): ۱۵۸-۱۳۷.
- ترنج‌زر، ح. و فتحی، آ.، ۱۳۹۴. بررسی ویژگی‌های مورفومتری نیکاهای تیپ گیاهی بره تاغ در کویر میقان (اراک). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان. ۴(۹): ۳۵-۴۲.
- حسینی‌زاده، م.، علی‌نژاد، م.، کریمی‌نژاد، ن.، محمدیان بهبهانی، ع.، ۱۳۹۷. تعیین توزیع مکانی تپه نیکا گونه *cccccc cmmrrrrlllll cceum* با بهره‌گیری از تابع G در دشت آق قلا استان گلستان، نشریه مدیریت بیابان، ش ۱۲، ص ۱۹-۳۲.
- دمی‌زاده، غ. ر.، طالبی، ث. و دمی‌زاده، م.، ۱۳۸۸. تاثیر تاج پوشش گونه چوچ به عنوان درخت پرستار در استقرار اولیه درختان و درختچه‌های جنگلی، مجله جنگل ایران، ۱(۱): ۱۱-۲۳.
- زارع چاهوکی، م. ع.، عباسی، م.، ۱۳۹۵. تعیین رویشگاه بالقوه گیاهی ارمک یا *rrrrlllll ccea* با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر در مراتع پشتکوه استان یزد، نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، دوره چهارم، شماره نهم، ص ۱۹۵-۲۱۲.
- راشکی، ع.، یوسفی، م. ج.، فرزاد، م.، ۱۳۹۷. بررسی فراسنجه‌های مورفولوژی گیاه، مورفومتری کانی‌شناسی و دانه بندی رسوبات بادی نیکاهای منطقه سرخس، ۱۳۹۷، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۲۵، صص ۱۸۵-۱۶۹.
- رفاهی، ح. ۱۳۸۳. فرسایش بادی و روشهای کنترل آن. دانشگاه تهران، تهران. چاپ سوم. ص ۵۱۷.
- نگارش، ح. و لطیفی، ل.، ۱۳۸۷. تحلیل ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه‌های ماسه‌ای شرق دشت سیستان در خشکسالی‌های اخیر، مجله جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳): ۶۰-۴۳.

- عرب عامری، ع. ر.، حلبیان، ا. ح.، آنالیز مولفه های مورفومتری نیکها و معرفی مناسب ترین نوع آن برای تثبیت ماسه های روان با استفاده از الگوریتم *LLTTTEE* ( مطالعه موردی: ریگ چاه جام)، ۱۳۹۶، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۸، پیاپی ۶۶، شماره ۲. ص ۱۰۸-۹۳.
- عظیم زاده، ح. و مصلح آرانی، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر نیکا بر نفوذپذیری اراضی در شرایط بیابانی و ارزیابی برخی معادلات نفوذ در گونه های ارمنک و گز. مجله مدیریت بیابان، ۵۱: ۱-۶۲.
- مقصودی، م. ۱۳۸۵. شناخت فرایندهای موثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه ای (مطالعه موردی: عوارض ماسه ای چاله سیرجان). مجله پژوهش های جغرافیایی، ۵۶: ۱۴۹-۱۶۰.
- موسوی، ح. معیری، م. سیف، ع. ولی، ع. ۱۳۹۱. انتخاب مناسب ترین نوع گونه گیاهی نیکا برای تثبیت ماسه های روان با استفاده مدل *AHP* (مطالعه موردی: ریگ نجار آباد، شمال شرق طرود). مجله محیط شناسی، ۳۸ (۶۱): ۱۰۵-۱۱۶.
- مقیمی نژاد، ف. جعفری، م. زارع چاهوکی، م. قاسمی آریان، ی. و کهندل، ا. ۱۳۹۳. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بین دو منطقه قرق و چرا شده (مطالعه موردی: نظرآباد کرج)، فصلنامه علمی-پژوهشی، تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۱ (۴): ۶۵۰-۶۴۳.
- نگهبان، س. یمانی، م. مقصودی، م. و عزیزی، ق. ۱۳۹۲. بررسی تراکم، ژئومورفولوژی و پهنه بندی ارتفاعی نیکاهای حاشیه غربی دشت لوت و تأثیرات پوشش گیاهی بر مورفولوژی آنها. پژوهش های ژئومورفولوژی کمی. ۱۷-۴۲ (۴): ۱۷-۴۲.

- *rr ,, H Tsrrr DGG eeeee e .2999 Dmmnia ff nkkkh uurrr imsss dd a ooooooi nnn teei effett t uu diiii ii rrrr nll of iii d vvv iromnttt s: VII 33, -2222.*
- Tengberg, A. Chen, D. 1998. A comparative analysis of nebkhas in central Tunisia and northern Burkina Faso, *Aeolian Environments*, Pages 181-192.
- *rrrrr r J aaaaii ,, M Bhtt t G,, Kmmmr R Glsss ayy of eelett e Inii gessss Mddiii lll Plnnt of Iiii ccenn iii ti rristi Ivvvvti P O oo:: 55550, mmm 00000000ii pppppppp*
- *-eeee eer O mmiii N rrrrrr rRM ill ff ppppt Gsss ii cccss(((((((( , \ -22iiii i //)))))) /*
- Danin. A., 1996. *Plants of desert dunes*. Springer 177,136.
- Dougill A.J, A.D., Thomas .2002. Nebkha dunes in the Molopo Basin, south Africa and Botswana formation controls and their validity as indicators of soil degradation, *Journal of arid environment*, No. 50, Pp. 413-423.
- *Hss P Mclhhl 000 Mhhhl oyy, mmmms ccll o fa ff Ar Totcca llll lfoli nnni rggi nkkkaa eeee uuuaal ff aii d vvirmmnt No 44, 555555l...*
- *Hlllll lll CHHiii Nrrrrrrrr T C tt eess in tttttt tll llll ll iffff lll ieeeeeeeeeeeeeeeeeeeee I11l(( )): 9999*
- *ii uuuui, D ii YYYXia D 2 prggrsss rpppcctffff Nkkaaiii rrid rraaJJJhuuaalfff Grrr ahcccaeee ((( )): 2222....*
- *vvrrrr i TTTTTTTTT Tkkkll i rrrrr rr M tt ill ff wwww mmnt eeeii ((( Ceeett::: Kkmrr ))) UUURRRR&&Gii lll iii ((((((( ((0000...))*
- *Klll ff, f. I., Ikk .. Al-Dsss rri ..... .dddimtt olggiaal nn morooloi aal rrrr cctei stiss of sssss st i t rrr teennsss tal ll ai of Kwii t, rr iii a. iii nnnii rmmnt9999777222.*

- -Mrr D uueeeee e Mi kkkkkkk ant  
mmmmiii t ii ttiiitt inn i triii lll ssss tll tttt rrr llll lnd  
rrrr lll fffCt ll Cēēēēvvt i(((((((( (€, 2-00 00 7777/s222222000-111119.
- -Mii iii iiiiii ii Mffiii S iiiii ii rrr F Cmmiii ff rrr rent  
lddd-eee rreeeeeff trree mtt M OO t rrr sst eeeeeadd  
Wtt rreee (Ceee tt::: Wtt rreee rrrrrrr rrrrrr r rr tttt tt)) Iiiii Ntt ural  
iiii rmmttt jllllll lllll ll 1999-1....
- Mnnntyyp NPP eeeeeē sss tll eell i llmmttt ooleeimuuuuuuu,  
tttt ee Ieel imttt yyyGōlyyy,::: : -111.
- Nishimori, H and Tanaka, H. 2001. A Simple Model for the Formation of Vegetated Dunes. Earth Surf. Processes Land Form. 26: 1143–1150.
- Pourkhosravani, M., and Vali, A.A. 2010. The Modeling of Nebkha dune with vegetation factors. International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran, 26-28.
- rrrr y Gaaal D W sstmm tt uutt ur tttt tnn nnd  
Mgggttttt tCmmii Uii eeriitPPessUUK33333.
- yyyyyy yD N 000 Dirett www ll nnti ff lll ddd prrsiaa (nnnn) nnd  
lll ddaaaa ll iii dss (Dccee) fr ooliii ll eettott i ddd ii eelioo Imprvnnntt  
irrrrrr rr ssett CGēēēēttt offff oōrettJJhhrrr.
- yyyyyyMPp, hhhh MTT Ptt ll i, .... 8888 aalaarr rrr iiaa ootntill ppciss for  
issss trill ii l prcccti i eemiaii ll i alkll i iii l Issss trial crsss nnd  
rruuutt 88l(3): 333–888.
- Tbbbrrg Cee D. ()))) ))Nkkk Duss Iiii ttt oss ff Wi Erssinn nnd  
rrr ddti i i th Sllll oo of kkkki aaoo rrrr aal of rr i vvv irmmttt s,  
555555222
- -Teeeee e, D. C AAAtttttt teellll ll iffff kkkk i eett ll Tiii ii dddddd  
ttt rrr iiiiii iiiiii iii iiiiii immttt ssssssss ssss -....
- Tssmmm BBB7777777ēfulltreennrrrrrffff ottt hiii :: Innntifiatinnrrrrroaatt inn  
MMMMMMMMMM ggrclimatieeeeeeeeroii : EEAAA ii ICAAPPpj cct pppp.
- Vl tt iii, A. Tlllll li l Cccccc c F ll iiiii i Neeee 0  
lll iii t ssss s rrr rll tt iss ttt we eettt tt i vvvrr ttt trr ddd  
mllllll lll f eeii mtt rtttt i ssssstttt tiii ii rrrr ee mll tieerrrr iiiii iition  
mmtt sssss irrrrrrr rrr(((((((( ((-iiiiii i//////// //.....
- W aaan H T L Zh W 111 Nkkkaa  
faaatinn: Implitt i fr rccott cccti vvvimmmntll eeeee eavrr t sss t seeea  
eett uiiss i t Al ltt hi... rrrr aal of aalegggggyyy,  
eeeeell imtt olgyllll ll ccll oyy((777): 997–666
- . ,, FFF aaa .. C W . 111 C an N tttt tt i ornnni matte of  
tmrrri dimttt yyy ein nnii rmmmtal hh Nu reii nn oaaaaal  
ff iii dRRRRRRRureennniiii immttt 22( ) : 9999444.