فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۴، صفحه ۶۸۶-۶۷۳، (۱۳۹۳)

بررسی توزیع مکانی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب جنگل‌های مانگرو جزیره قشم با استفاده از زمین‌آمار

شهرام جعفرنیا[۱*] و مسلم اکبری‌نیا[۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه جنگلداری، دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.
پست الکترونیک: sh.jafarniya@gmail.com
۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۶/۱۹

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی برخی از خصوصیات خاک و آب جنگل‌های مانگرو جزیره قشم ازجمله درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته گل اشباع، مواد آلی، سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، بافت خاک (درصد شن، سیلت، رس)، سدیم تبادلی، نسبت سدیم قابل جذب، هدایت الکتریکی و اسیدیته آب با استفاده از روش زمین‌آمار انجام شده است. واریوگرام‌های تجربی همسانگرد برای متغیرهای خصوصیات خاک و آب محاسبه شد. نتایج واریوگرافی نشان داد که از ۱۵ متغیر موردبررسی، پتاسیم، نسبت جذب سدیم، سیلت و درصد رطوبت اشباع از ساختار مکانی مناسبی برخوردار نیست، اما سایر پارامترها ساختار مکانی متوسط تا قوی از خود نشان دادند. ارزیابی نتایج با محاسبه مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) و (MAE) و R نشان دهنده دقت قابل قبول تخمین‌گر کریجینگ در بررسی خصوصیات خاک و آب است. نتایج ارزیابی صحت نشان داد که می‌توان توزیع مکانی متغیرهای هدایت الکتریکی، اسیدیته گل اشباع، سدیم، درصد رس، ماسه، سدیم تبادلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته آب را با دقت مناسبی تولید کرد. بنابراین براساس نتیجه پژوهش پیش‌رو می‌توان استفاده از روش زمین‌آمار را در مدیریت جنگل‌های مانگرو برای حفظ و توسعه این جنگل‌ها پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: تغییرات مکانی، زمین آمار، کریجینگ، مانگروهای قشم، مشخصه‌های آب و خاک.

مقدمه

وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات در اراضی جنگلی جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری اجتناب ناپذیر است. خصوصیات خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی از مقیاس‌های کوچک تا مقیاس‌های بزرگ می‌باشند که تحت تاثیر خصوصیات ذاتی آن قرار می‌گیرد (Quine & Zhang, 2002; Miller *et al.*, 2003) مدیریت پایدار اکوسیستم مستلزم شناخت و ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی در خصوصیات آن به منظور بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد. از مهمترین عوامل مؤثر در مدیریت پایدار اکوسیستم، حفظ کیفیت خاک آن می‌باشد (Cheng *et al.*, 2006). به‌این‌منظور درک چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در عرصه مهم است.

تغییرپذیری خصوصیات خاک با این فرض که توزیع خصوصیات خاک در عرصه بصورت تصادفی است، اغلب توسط روش‌های آماری کلاسیک بیان می‌شود. در این روش‌ها نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری نمونه‌ها، مستقل از موقعیت مکانی آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین مقدار یک کمیت در یک نمونه هیچ اطلاعاتی درباره مقدار همان کمیت در نمونه‌های دیگر به فواصل مختلف به دست نمی‌دهد. امروزه پژوهشگران جهت ارزیابی توزیع مکانی خصوصیات خاک از زمین آمار استفاده می‌کنند. در زمین آمار می‌توان بین مقادیر یک کمیت در جامعه نمونه‌ها و فاصله و جهت قرار گرفتن نمونه‌ها نسبت به یکدیگر ارتباط برقرار کرد. بنابراین در این روش ابتدا به بررسی وجود یا عدم وجود ساختار مکانی بین داده‌ها پرداخته می‌شود.

تخمین زمین آماری شامل دو مرحله است: مرحله اول شناخت و مدل‌سازی ساختار مکانی متغیر ناحیه‌ای است که بوسیله آنالیز واریوگرام قابل بررسی است و مرحله دوم تخمین متغیر مورد نظر بوسیله توابع زمین آماری از جمله کریجینگ (که مقادیر متغیرها را با استفاده از داده‌های موجود همان متغیر تخمین می‌زند) می‌باشد (Hasani pak, 1998). کاربرد تکنیک زمین آمار در علوم خاک با تاکید بر توصیف‌های کمی تنوع مکانی ویژیگی‌های خاک، موجب بهبود دقت تخمین ویژیگی‌های خاک برای درون‌یابی داده‌ها و نقشه‌سازی می‌گردد (Webster, 1985).

جنگل‌های مانگرو شکل ویژه رویشی مناطق حاره به شمار می‌روند که در حاشیه دو زیست‌بوم متفاوت دریا و خشکی گسترش دارند. این جنگل‌ها زیستگاه منحصر به فردی برای گونه‌های مختلف جانداران محسوب شده و به دلیل موقعیت اکوتونی آن از غنی‌ترین زیست‌بوم‌های دنیا به شمار می‌آیند (Smoak *et al.*, 2013). جنگل‌های مانگرو ایران در سال ۱۹۷۲ به عنوان تنها اجتماع معرف اقلیم حیاتی پالئوتروپیک با برخورداری از معیارهای برنامه انسان و زیست‌کره یونسکو (MAB) به عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره برگزیده و در شبکه جهانی ذخیره‌گاه‌ها ثبت گردیده است (Safyari, 2002). عوامل مؤثر بر شکل‌گیری جوامع مانگرو مانند انواع راه‌های آبی، اکوسیستم آبی و خاکی، وجود آب شیرین، عرض جغرافیایی (Badola *et al.*, 2012; Phung *et al.*, 2014) و سایر خصوصیات ویژه، سبب شده بزرگترین منطقه جنگلی مانگرو در ایران از لحاظ کمی، با کیفیت کاملاً مرغوب تشکیل گردد. به صورتی که بیشترین مساحت جنگلی مانگروها را جزیره قشم در کشور داراست.

کاربرد چند منظوره اراضی جنگلی، وجود اکوسیستم ویژه آبی و خاکی، ذخایر ژنتیکی و تنوع زیستی مناطق جنگلی مانگرو در جزیره قشم، در مجموع مدیریت خاصی را برای جامعه مزبور طلب می‌نماید. در این اجتماع درختی با دور شدن از آب از درصد پوشش، میانگین سطح و ابعاد تاج کاسته می‌شود و ویژگی‌های خاک و آب عامل تأثیرگذاری در تراکم و ابعاد درختان می‌باشند (Safyari, 2002). با توجه به اهمیت جنگل‌های مانگرو ایران و معرفی آنها به عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های جهان و تخریب روز افزون این مواهب طبیعی، حفظ، احیاء و توسعه جنگل‌های مانگرو در راس فعالیت‌های سازمان‌های مسئول قرار گرفته و پژوهشهای زیادی روی آنها صورت گرفته است. بنابراین توسعه این جنگل‌ها که به‌طور طبیعی دارای مساحت کمی می‌باشند، از اهمیت بسزایی برخوردار است (Safyari, 2002). Cheng و همکاران (۲۰۰۶) توزیع مکانی عناصر نیتروژن و فسفر را در گیاهان فلات اردوس بررسی کرده و میزان آن را در گیاهان منطقه درون‌یابی کردند. Freeman و Moisen (۲۰۰۷) در آمریکا برای تهیه نقشه زی‌توده جنگل از روش زمین‌آمار استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که به دلیل وجود اثر قطعه‌ای زیاد و الگوی تناوبی واریوگرام، استفاده از کریجینگ به بهبود دقت این نقشه‌ها کمک نمی‌کند. Baalousha (۲۰۱۰) در ارزیابی شبکه پایش میزان نیترات آب زیرزمینی با استفاده از نقشه‌های آسیب‌پذیری و زمین‌آماری در دشت هریتانگا واقع

Archive of SID

www.SID.ir

در نیوزلند، برای تهیه نقشه آسیب‌پذیری منطقه از روش دراستیک و برای بررسی توزیع‌های مکانی منطقه از واریانس کریجینگ استفاده کردند. Habashi و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تغییرات مکانی خاک در جنگل‌های راش شصت کلاته گرگان را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که دو متغیر اسیدیته و ماده آلی خاک به‌ترتیب دارای ساختار مکانی قوی و متوسط می‌باشند. Akhavan و Kleinn (۲۰۰۹) در تحقیقی کارایی کریجینگ را در برآورد و نقشه‌سازی موجودی جنگل‌کاری‌ها در رامسر بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که واریوگرام‌های سه مشخصه رویه‌زمینی، تراکم و ارتفاع کل درختان همسان‌گرد بوده و به غیر از تراکم، دو مشخصه رویه‌زمینی و ارتفاع کل صحت بالایی را در تهیه نقشه توزیع مکانی از خود نشان دادند.

Hosseini و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی تأثیر تاج درخت بنه بر پراکنش مکانی خصوصیات شیمیایی خاک در منطقه‌ای از کردستان را بررسی کردند که نتایج آنها نشان داد که تفاوت در خصوصیات شیمیایی عناصر غذایی خاک، منجر به پراکنش‌های متفاوتی در زیر درخت و با توجه به نوع گونه درختی می‌شود.

در مطالعات خاک‌های جنگلی برای نتیجه‌گیری بهتر و کاهش واریانس بین نمونه‌ها از روش‌های افزایش تعداد نمونه‌ها، بلوک‌های تصادفی و فاکتوریل استفاده می‌شود (Mesdaghi, 2004). تهیه نقشه ساختار مکانی خصوصیات خاک و آب می‌تواند برنامه‌ریزان را در عرصه‌های مختلف چون مدیریت حفاظت منابع طبیعی، برنامه‌ریزی عمرانی و اکوتوریسم، مکان‌یابی اراضی مناسب برای توسعه جنگل‌کاری و برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی یاری نماید. از آنجا که شناخت چگونگی توزیع مکانی خصوصیات خاک در یک عرصه کمک شایانی به مدیریت هرچه بهتر آن می‌نماید، در این مطالعه سعی شد تا ساختار مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب با استفاده از روش زمین‌آمار در جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده جزیره قشم ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردبررسی

جنگل‌های مانگرو جزیره قشم در محدوده جغرافیایی ´۴۵ °۲۶ تا ´۰۰ °۲۷ عرض شمالی و ´۲۰ °۵۵ تا ´۵۱ °۵۵ طول شرقی در حد فاصل دلتای رودخانه‌ی مهران و گورزین در دماغه شمالی جزیره قشم قرار گرفته و تمام منطقه ترعه‌خوران را شامل می‌شود(Safyari, 2002). شکل ۱ موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

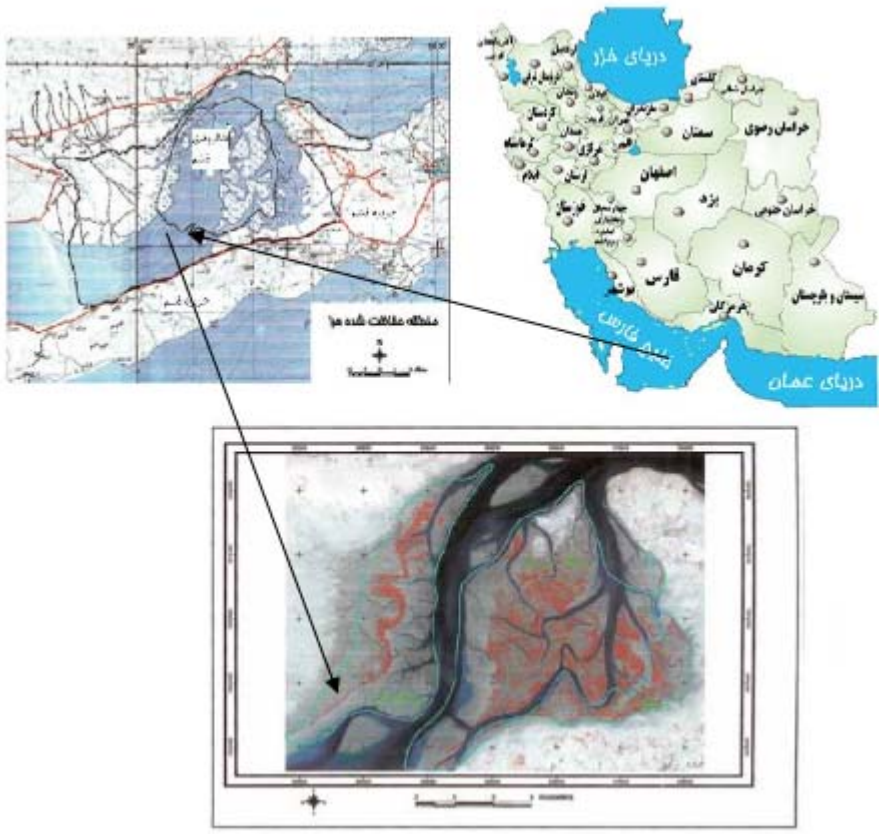
میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۱۸۳/۳ میلی‌متر، میانگین روزهای بارانی در سال ۱۱ روز، حداقل مطلق دما ۶/۴ درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق دما ۴۶/۶ درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق دما ۴۶/۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین درجه حرارت سالانه ۲۶/۹ درجه سانتی‌گراد و تعداد روزهایی که حداقل درجه حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است، ۵ روز در سال می‌باشد. یخبندان در منطقه وجود ندارد، رطوبت نسبی۸۶/۵-۴۴/۴ درصد، میانگین رطوبت سالانه ۶۶/۳٪ است و میانگین فشار هوا ۱۰۰۷/۱ میلی‌بار می‌باشد. سطح منطقه مورد بررسی ۶۰۰ هکتار بود. بخش عمده جوامع جنگلی جزیره قشم در لافت و طبل گسترده‌اند که به وسعت زیاد به داخل ترعه‌خوران کشیده شده‌اند و منطقه وسیعی را تحت پوشش دارند. منطقه موردمطالعه، بخش شمال‌غربی جنگل‌های مانگرو در لافت می‌باشد. جنگل‌های مانگرو جزیره قشم از گونه (*Avicennia marina* Forssk.) با نام حرا تشکیل گردیده که گونه منحصر به فرد منطقه است (Safyari, 2002).

روش نمونه‌برداری

روش‌های نمونه‌برداری مختلفی برای تهیه نقشه خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. روشی که در مطالعه حاضر از آن استفاده شده است، روش خطی (ترانسکت) می‌باشد. این روش نمونه‌برداری، به خاطر نیاز به تعداد نمونه کمتر نسبت به روش‌هایی مثل شبکه‌بندی منظم برتری دارد (Hasani pak, 1998).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، استان هرمزگان (بالا سمت راست)، جزیره قشم (بالا سمت چپ)، جنگل های مانگرو قشم، ترکیب رنگی باندهای ۲، ۳ و ۴ سنجنده **LISS III** (پایین)

از روش سیستماتیک تصادفی برای آماربرداری مشخصه‌های خاک و آب در هر یک از واحدها استفاده گردید. به‌این‌منظور به‌طور تصادفی ترانسکت‌هایی انتخاب گردید، به‌این‌ترتیب که آغاز هر ترانسکت در محل تماس توده گیاهی با دریا و امتداد آن عمود بر خط ساحلی بوده و تا جایی که توده وجود داشته باشد، کشیده شد. به‌این‌منظور شش ترانسکت در سطح ۶۰۰ هکتاری، در سه محدوده (زادآوری زیاد، زادآوری متوسط و زادآوری کم) انتخاب گردیدند و در طول هر ترانسکت قطعه نمونه‌های یک آری دایره‌ای شکل و با فاصله ۱۰۰ متری انتخاب و در نهایت در۶۰ قطعه نمونه، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک و آب اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های خاک در مرکز هر قطعه نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری به مقدار یک کیلوگرم برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن شامل درصد اشباع، هدایت الکتریکی، اسیدیته گل اشباع، مواد آلی، سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، بافت خاک (درصد شن، سیلت، رس)، سدیم تبادلی و نسبت سدیم قابل جذب اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی مشخصات آب در قطعه نمونه، در هر قطعه نمونه از عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری گردید و هدایت الکتریکی و اسیدیته گل اشباع آن اندازه‌گیری شد. پتاسیم، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسی‌متری، رطوبت اشباع به روش گل اشباع، pH خاک و آب به روش گل اشباع (Mclean, 1982)، هدایت الکتریکی آب و خاک به روش عصاره گل اشباع (Rhoades, 1982)، تعیین مواد آلی به روش اکسیداسیون تر (Page *et al.*, 1992)، تعیین بافت خاک (درصد رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری (Klute, 1986)، نسبت جذب سدیم (SAR) با استفاده از

Archive

www.SID.ir

یون سدیم اندازه‌گیری شده با فلیم فتومتری و انجام تیتراسیون با استفاده از Ethylene diamine- tetra acetic acid (EDTA) محاسبه گردید (Anonymous, 1954).

تجزیه و تحلیل زمین‌آماری

برای تحلیل داده‌ها ابتدا نرمال‌سازی داده‌ها صورت گرفت. آزمون استفاده شده برای تست نرمالیته Kolmogorov-Smirnov بود. بسیاری از داده‌ها دارای توزیع غیرنرمال بودند، بنابراین روش‌های مختلف تبدیل روی این داده‌ها اعمال و هر بار آزمون نرمالیته تکرار شد، که اکثر داده‌ها نرمال گردید. اولین گام در استفاده از روش‌های زمین آماری بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط آنالیز واریوگرام می‌باشد. شرط استفاده از این آنالیز نرمال بودن داده ها است. به منظور پیوستگی مکانی یک متغیر بوسیله واریوگرام لازم است تا مجموع مربع تفاضل زوج‌نقاطی که به فاصله معلوم h از یکدیگر قرار دارند محاسبه و در مقابل h ترسیم گردد (Hasani pak, 1998). اجزای یک واریوگرام عبارتند از: ۱) دامنه تاثیر: فاصله‌ای که در آن واریوگرام به حد ثابتی می‌رسد و به حالت خط افقی نزدیک می‌شود. این دامنه محدوده‌ای را مشخص می‌کند که می‌توان از داده‌های موجود در آن برای تخمین مقدار متغیر مجهول استفاده کرد و در خارج از این فاصله دیگر پیوستگی مکانی وجود ندارد و نمونه‌ها به صورت مستقل عمل می‌کنند. ۲) حد آستانه: به مقدار ثابتی که واریوگرام در دامنه تاثیر به آن می‌رسد حد آستانه گفته می‌شود. این مقدار برابر واریانس کل نمونه‌هایی است که در محاسبه واریوگرام بکار رفته‌اند. ۳) اثر قطعه‌ای (واریانس بدون ساختار): مقدار واریوگرام در مبدا مختصات یعنی به ازا h=0 را اثر قطعه‌ای می‌نامند که جزء تصادفی یا غیر ساختاردار متغیر را نشان می‌دهد و در حالت ایده‌ال باید صفر باشد. اما بیشتر مواقع بزرگتر از صفر است. واریوگرام بر اساس مقادیر زوج‌نقاطی که در یک راستا و یک فاصله مشخص از یکدیگر قرار گرفته‌اند ترسیم می‌گردد. روش‌های مختلفی برای برآورد متغیرهایی که تغییرات زمانی و مکانی دارند، وجود دارد. در این تحقیق از روش کریجینگ ساده استفاده شد. کریجینگ تخمین‌گری است که مقادیر یک متغیر را در نقاط نمونه‌برداری نشده بصورت ترکیبی خطی از مقادیر همان متغیر در نقاط اطراف آن در نظر می‌گیرد و برای برآورد نقاط ناشناخته به هر یک از نمونه‌ها، وزنی نسبت می‌دهد. روش کریجینگ بهترین تخمین‌گر نااریب خطی با کمترین مقدار واریانس می‌باشد. تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری با استفاده از نرم افزار GS^+ نسخه ۵/۱ انجام شده است.

ارزیابی صحت

در این بررسی برای ارزیابی صحت کریجینگ از روش ارزیابی متقابل (Cross Validation) استفاده شده است. در این روش همه داده‌های اولیه، یک به یک و به‌ترتیب از محاسبات خارج شده و دوباره با استفاده از مدل واریوگرام و سایر داده‌ها برآورد می‌شوند. سپس از مجموع تفاضل مقادیر اولیه با مقادیر برآورد شده برای ارزیابی صحت کریجینگ استفاده می‌شود. در نهایت با محاسبه دو آماره میانگین خطا (MAE) و خطای برآورد (RMSE) درباره کیفیت برآورد کریجینگ قضاوت می‌شود.

خطای قدرمطلق میانگین (Mean Absolute Error(MAE)):

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{x=1}^{n}\left|\hat{z}(x) - z(x)\right|$$

خطای مجذور میانگین استاندارد شده (Root Mean Square Standardized(RMSE)):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left[z(x_i) - \hat{z}(x_i)\right]^2}$$

Archive of SID

www.SID.ir

در این فرمول ها N تعداد نمونه، z(x) مقدار نمونه معلوم و z^ (x) مقدار برآورد شده برای نقطه x می‌باشد. مقادیر این پارامتر هرچه به عدد صفر نزدیکتر باشد نشان دهنده تخمین بهتر مدل مورد استفاده در ارزیابی مقادیر مجهول پارامتر مورد استفاده می‌باشد (Webster & Oliver, 2000).

نتایج

مقایسه هیستوگرام داده‌های تبدیل شده و تبدیل نشده، تغییر اساسی را در ماهیت داده‌ها نشان داد (جدول۱). آمار توصیفی نمونه‌های آب و خاک در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- آمار توصیفی نمونه های آب و خاک مانگرو

متغیر	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
شوری	۴۹/۳۲	۵۴/۶۳	۱/۰۴	۲/۶۴
اسیدیته	۷/۷۸	۰/۴۰۴	۰/۰۸	۰/۶۹
سدیم	۳۸۹/۵	۵۳۲/۳۴	۱/۵۹	۲/۴
سدیم تبادلی	۵۹/۳۹	۸۲/۵	۰/۰۵۲	۱/۴۳
مواد آلی	۱/۰۱	۰/۷۶	۲/۸۹	۱/۰۵
نسبت جذب سدیم	۴۸/۹۱	۴/۸۶	-۱/۲۹	۱/۲۲
رس	۲۲/۱۷	۴/۵۸	۰/۷	-۰/۲۳
سیلت	۶۰/۸	۱۴/۸۴	-۰/۶۷	-۰/۶۸
ماسه	۱۹/۲۸	۱۱/۶۲	۰/۷۸	-۰/۶۸
درصد رطوبت اشباع	۵۸/۸	۶۸/۲۳	-۱/۳۳	۰/۷۶۱
منیزیم	۷۸/۸	۸۱/۱۹	-۱/۷۷	-۰/۶۷
کلسیم	۲۱/۰۴	۴/۹۶	۰/۴۹	۰/۲۴
پتاسیم	۶۰۹/۴۸	۸۵۴/۷۲	۱/۹۷	-۶/۶۳
شوری آب	۵۹/۱۵	۶۸/۴	۱/۵۹	۲/۴۴
اسیدیته آب	۸/۱۷	۰/۲۶	۰/۴۷	۰/۶۰

واریوگرافی

برای نرمال کردن، از داده‌ها لگاریتم گرفته شد. سپس برای هر خصوصیت خاک محاسبه واریوگرام انجام شد. نتایج واریوگرافی در جدول ۲ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

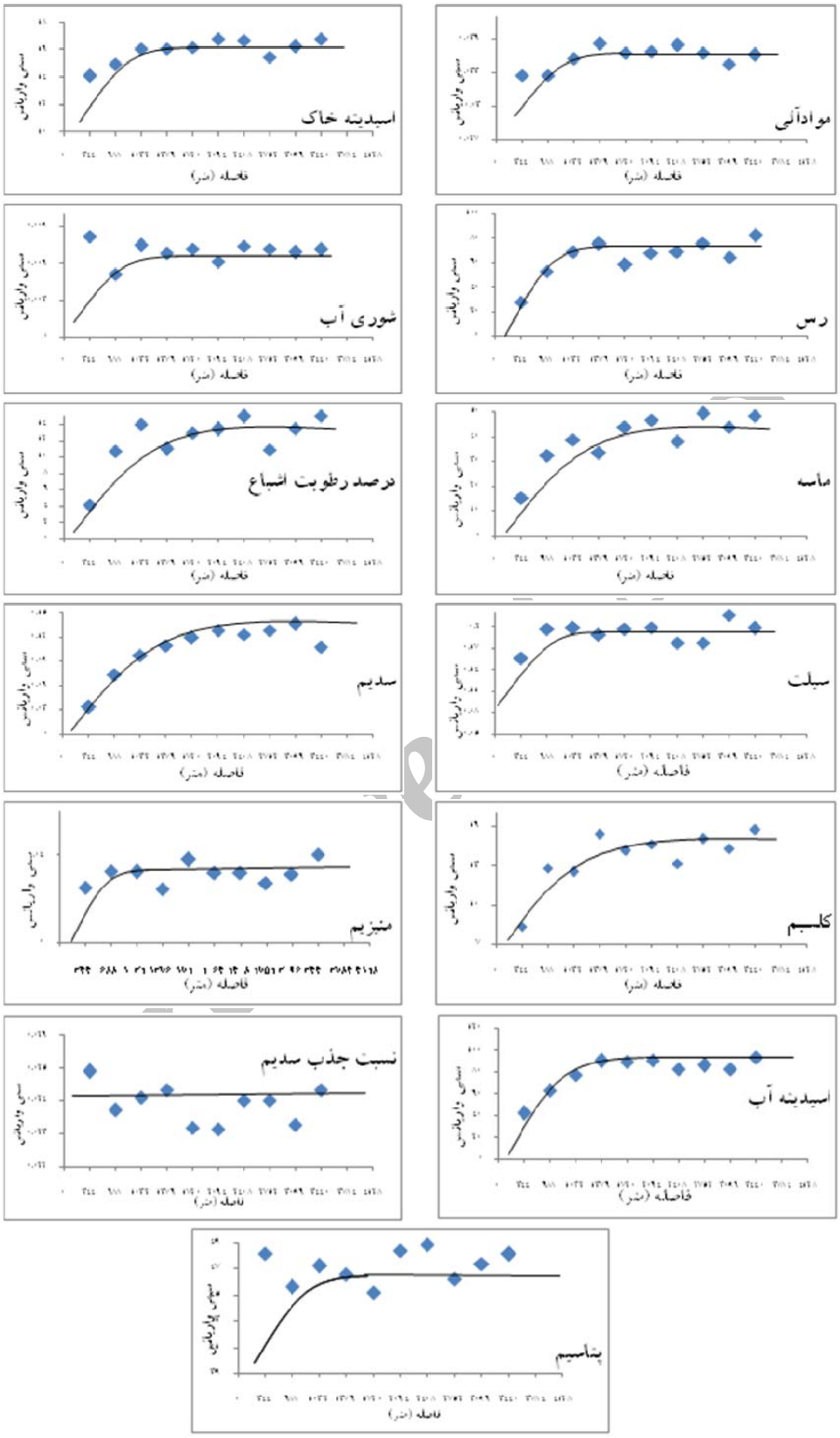
جدول ۲– مشخصه‌های واریوگرام‌ها و مدل‌های برازش شده آنها

متغیر	مدل واریوگرام	اثر قطعه‌ای (C_0)	آستانه ($C+C_0$)	دامنه تاثیر®	$C/C+C_0$%
شوری	کروی	۰/۰۸۹	۱۶/۱۲	۱۲۹۶	۹۹/۵
اسیدیته	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۵	۱۲۴۲	۹۹/۸
سدیم	نمایی	۰/۰۰۷۷	۰/۱۱۱	۵۹۹۲	۹۳/۱
سدیم تبادلی	نمایی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۲	۱۶۵۲	۹۹/۷
مواد آلی	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۴	۱۱۴۴	۹۹/۷
نسبت جذب سدیم	خطی	۰/۰۲۴۲	۰/۰۲۴۲	۳۴۷۶	۰
رس	کروی	۰/۶	۷۳/۴۳	۱۴۲۴	۹۹/۲
سیلت	نمایی	۰/۰۹۸۶	۰/۱۹۸۲	۳۳۰	۰/۵
ماسه	نمایی	۵/۹	۴۳/۲۴	۳۳۰۳	۸۶/۴
درصد رطوبت اشباع	نمایی	۴/۶۶	۹/۳۳	۷۶۱	۰/۵۰۱
منیزیم	نمایی	۰/۰۱۶۵	۰/۰۳۲۹	۹۴۷	۵۰
کلسیم	نمایی	۷/۲۴	۱۴/۵	۹۱۳	۵۰
پتاسیم	خطی	۴۴/۱۶	۴۶/۹۷	۴۷۶	۰/۰۶
شوری آب	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۷	۲۰۳۷	۹۸/۶
اسیدیته آب	کروی	۰/۱	۸۶/۵	۱۱۶۷	۹۹/۹

شکل ۲ واریوگرام‌های شاخص را برای نمونه نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بجز پتاسیم، نسبت جذب سدیم، سیلت و درصد رطوبت اشباع که ساختار مکانی برای آنها تشخیص داده نشد، در سایر موارد ساختار مکانی متوسط تا قوی بین داده‌ها وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ – واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش شده به آنها برای پارامترهای شاخص مورد بررسی

www.SID.ir

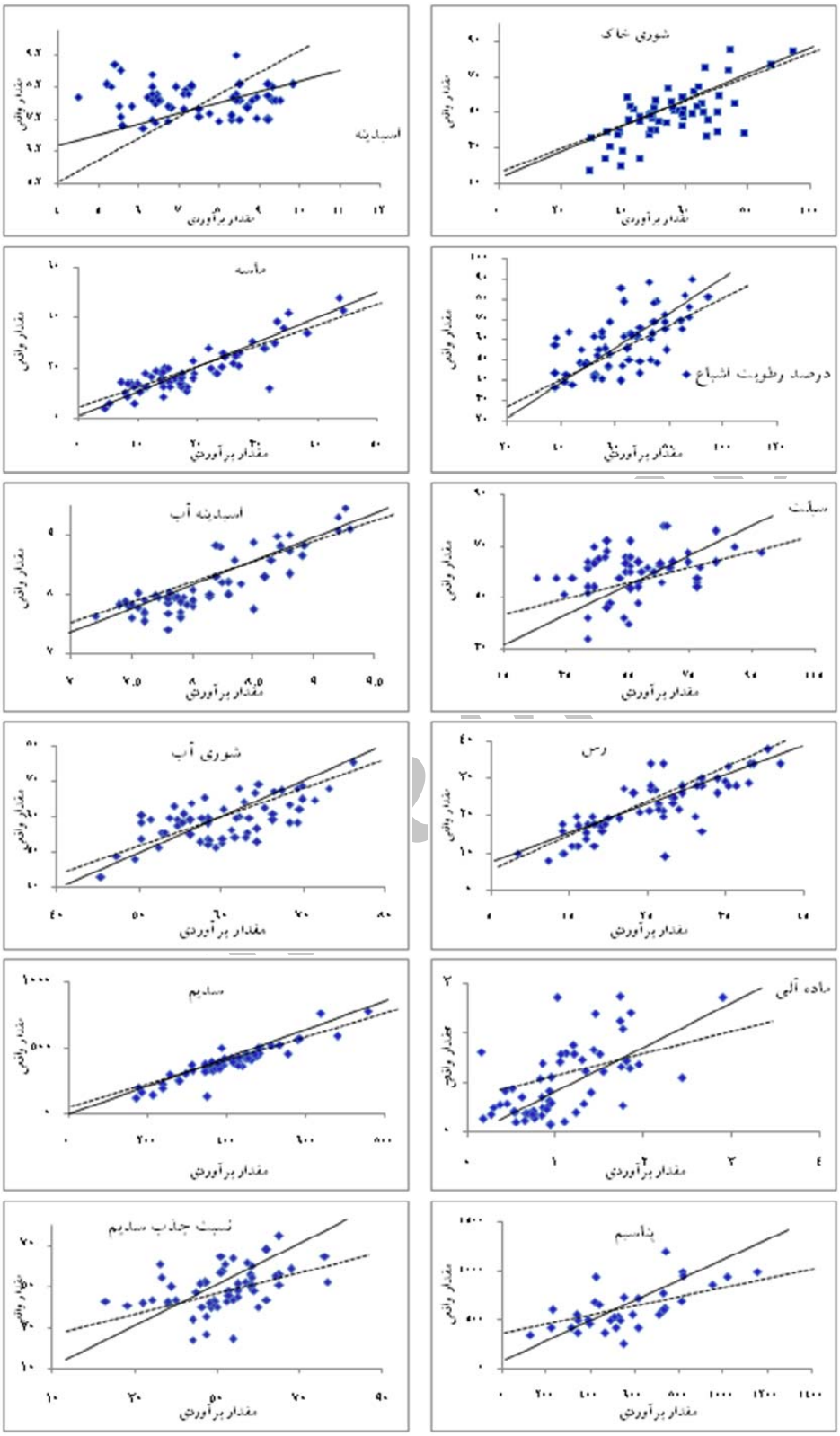
در ادامه درون‌یابی داده‌ها با استفاده از روش کریجینگ انجام شد. برای ارزیابی نتایج بدست آمده از آماره‌های RMSE و MAE استفاده شد (جدول ۳). در مورد EC و pH آب و خاک، سدیم، سدیم تبادلی، رس و ماسه، درصد رطوبت اشباع با توجه به میزان پایین RMSE، MAE و درصد بالای R تخمین‌های مناسبی بدست آمده است. اما در مورد سایر ویژیگی‌ها با توجه به میزان پایین R و RMSE تخمین‌های مناسبی حاصل نشده است. در مرحله بعد ارزیابی صحت با استفاده از روش ارزیابی متقابل صحت برآوردهای کریجینگ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی در شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- نتایج ارزیابی صحت کریجینگ برای پارامترهای مورد بررسی

متغیر	RMSE	%RMSE	MAE	%MAE
شوری	۲/۷	۵/۵۱	۰/۰۲۱	۰/۰۴
اسیدیته	۴/۶	۵۹/۱۲	۰/۰۵۶	۰/۷
سدیم	۲/۸	۰/۷۱	۰/۰۲۴	۰/۰۰۶
سدیم تبادلی	۱/۰۹	۱/۸۳	۰/۰۱۸	۰/۰۳
مواد آلی	۰/۵۲	۵۱/۴۸	۰/۰۱۲	۱/۱۸
نسبت جذب سدیم	۱۵۱/۱۲	۳۰۸/۹۷	۷۸/۸۹	۱۶۱/۲۹
رس	۵/۵۸	۲۵/۹۷	۰/۱۴	۰/۶۴
سیلت	۸/۷	۱۴/۳	۸/۶۲	۱۴/۱۷
ماسه	۱/۸۴	۹/۸۸	۰/۰۱۵	۰/۰۸
درصد رطوبت اشباع	۱/۸۵	۳/۱۸	۰/۰۳۴	۰/۰۵
منیزیم	۷/۵	۹/۳۷	۸/۲۱	۱۰/۲۶
کلسیم	۳/۱۴	۱۴/۹۲	۶/۱۳	۲۹/۱۳
پتاسیم	۹۴/۱	۲۲/۹۵	۴۲/۱۶	۱۰/۲۹
شوری آب	۰/۶۲	۰/۹۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳
اسیدیته آب	۹/۵	۱۱۹/۳۴	۰/۰۰۱۷	۰/۰۲۱

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- نمودار ارزیابی متقابل برای متغیرهای مورد بررسی

www.SID.ir

بحث

بررسی نتایج نشان دهنده وجود چولگی بالا در مقادیر برخی خصوصیات خاک می‌باشد. دلیل این امر را می‌توان به ویژیگی‌های ذاتی متغیر، شرایط محیطی مانند فعالیت‌های انسانی و نیز نحوه نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌های برداشت شده ارتباط داد. روش نمونه‌برداری در این مطالعه به صورت ترانسکت بوده و حداقل نمونه برداشت شده، که باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌باشد. فواصل نمونه‌برداری نیز در این روش به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. استفاده از روش نمونه‌برداری شبکه‌ای می‌تواند چولگی را پایین بیاورد ولی تعداد نمونه‌ها در این روش زیاد می‌شود که مستلزم صرف وقت و هزینه بیشتری است. ویژیگی‌های مطالعه شده از نوع همسان‌گرد یا مستقل از جهت بوده و برای بیشتر مدل‌ها مدل کروی برای واریوگرام‌ها به عنوان مدل مناسب انتخاب گردید. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد از بین تمامی ویژیگی‌های مطالعه شده، نسبت جذب سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، سیلت، مواد آلی و نسبت جذب سدیم ضریب رگرسیونی بالا و اریبی بالایی دارند که نشان می‌دهد مدل درون‌یابی شده بر آنها صحت زیاد بالایی ندارد. پارامترهایی همچون شوری و اسیدیته خاک و آب، رس، سدیم، سدیم تبادلی و ... دارای صحت بالایی هستند. سدیم نسبت به سایر پارامترهای دیگر ساختار مکانی بهتری داشته و تخمین زمین آماری آن از دقت بالاتری برخوردار بوده است. دلیل این امر را می‌توان به نقش اساسی این عنصر و شرایط اقلیمی منطقه که باعث توسعه یکنواخت پوشش مانگروها نسبت داد. Stark و همکاران (۲۰۰۴) نیز در مطالعه خود عوامل اقلیمی را دلیل بالا بودن دقت تخمین مقادیر میکرو ارگانیسم‌ها و مواد آلی موجود در آن نشان داده‌اند. در ارتباط با نتایج بدست آمده برای سیلت از آنجا که این خصوصیات جز مشخصه‌های فیزیکی خاک به حساب می‌آیند به‌طورمعمول توزیع یکنواختی در خاک ندارد و ممکن است در فواصل مختلف با توجه به نوع پوشش و حتی میزان فرسایش، تغییرات زیادی داشته باشد (Duffera *et al.*, 2006). بنابراین شاید بتوان علت نامناسب بودن کیفیت تخمین سیلت را به این عوامل نسبت داد. بررسی مشخصه‌های خاک و آب منطقه مانگروها به منظور ارزیابی ساختار مکانی هر یک از آنها نشان داد که شوری آب و خاک، سدیم تبادلی، سدیم، رس، ماسه همسان‌گرد بوده و می‌توان از آنها برای مطالعه تغییرات در خاک جنگلی استفاده کرد. در این پژوهش نیز این مشخصه‌ها دارای ساختار مکانی قوی هستند و مقدار اثر قطعه‌ای آنها بسیار کم است که نشان دهنده پیوستگی بالای توزیع این متغیر در خاک‌های مانگرو است. دامنه تاثیر این پارامترها نسبتاً بزرگتر است که دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر این مشخصه‌ها دارد و مقدار اثر قطعه‌ای آنها کوچک می‌باشد که نشان از واریانس تصادفی پایین این مشخصه‌ها در خاک مانگروها دارد، به این معنی که نمونه‌های نزدیک به هم بسیار مشابه و نمونه‌های دور از هم مقادیر متفاوت تر داشته‌اند. در مورد مشخصه‌های سیلت، کلسیم، منیزیم و پتاسیم، نسبت جذب سدیم دامنه تاثیر کوچکتر بوده و در نتیجه محدوده مجازی را که می‌توان از داده‌های موجود در آن برای تخمین مقدار متغیر این مشخصه‌ها در نقطه مجهول استفاده کرد کاهش می‌دهد. سدیم به عنوان عنصر اصلی خاک مانگروها به شمار می‌رود که به صورت سدیم تبادلی و خالص مطرح می‌گردد (Safyari, 2002). افزایش سدیم در محدوده‌ی حیاتی آن باعث افزایش مشخصه‌های عمده رویشی (اندام هوایی) گیاه می‌گردد (Shahvoie, 2006). نتایج بدست آمده از این پژوهش هم نشان می‌دهد که میزان سدیم و سدیم تبادلی خاک به علت داشتن ساختار مکانی بالا به عنوان پارامتر مؤثر و محدود کننده در توسعه جنگل‌های مانگرو به حساب می‌آید. شوری خاک و آب نیز به عنوان یکی ازعوامل بسیار مهم این اکوسیستم‌ها مطرح می‌باشند چرا که به عنوان اولین متغیر مؤثر در زادآوری مطرح می‌باشد. آزمایش‌ها نشان داده درختان حرا در جزیره قشم می‌توانند شوری تا ۴۰ ppt را تحمل کنند (Safyari, 2002). شوری به صورت‌های مختلف بر رشد، استقرار، تکثیر، شاخه‌زایی و زادآوری مانگروها تأثیر می‌گذارد. به علاوه شوری در مکان‌یابی انواع مانگروها نیز تأثیر زیادی

Archive of SID

www.SID.ir

دارد. شوری تعیین کننده آرایش افقی گونه‌های مانگرو از ساحل به خشکی می‌باشد. Berger و همکاران (۲۰۰۸) عوامل مختلف خاک از جمله pH و شوری ذرات خاک را به عنوان عوامل تاثیر گذار در توسعه مانگروها معرفی می‌کند. برخی پژوهشگران مانند Ferreira و همکاران (۲۰۰۶) ویژگی‌های شیمیایی خاک را به عنوان عوامل مؤثرتری در توسعه مانگروها ارزیابی می‌کنند. در مجموع، نتایج نشان می‌دهد با توجه به مقادیر کم MAE و RMSE ، تخمین مشخصه‌های ذکر شده خاک و آب در نقاطی که اندازه‌گیری نشده‌اند، با روش زمین‌آمار دارای اعتبار می‌باشند. این نتیجه نشان می‌دهد که مشخصه‌های مختلف واریوگرام خاک به خوبی انتخاب شده‌اند. زمین‌آمار به عنوان ابزاری ارزشمند در تهیه نقشه‌های توزیع مکانی عوامل خاکی و آبی نقش مهمی را ایفا می‌کند. این ابزار امکان مطالعه وابستگی مکانی عوامل دیگری غیر از خاک حتی وابستگی مکانی پوشش گیاهی را نیز فراهم می‌کند. از طرف دیگر تجمع منابع خاک از اثرات متقابل پیچیده بین خاک، گیاه، اتمسفر و فرایندهای چرخه‌ای ژئوشیمی حاصل می‌شود. گیاهان الگوی مکانی ویژیگی‌های خاک در اکوسیستم را با حضور فیزیکی و اثرات مربوطه خود تغییر می‌دهند. بنابراین مطالعه تاثیرات متقابل گیاهان بر تغییرات مکان خاک و برعکس نیز موضوع مهم و قابل بررسی است. به‌طورکلی در مطالعات منابع طبیعی بدست آوردن اطلاعات مکانی صریح و دقیق از خصوصیات خاک برای استفاده منطقی و پایدار از منابع طبیعی مفید خواهد بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از روش‌های دیگر نمونه‌برداری نیز استفاده شود و نتایج آن با روش ترانسکت مقایسه شود همچنین از روش‌های دیگر میان‌یابی برای تخمین مقادیر مانند کوکریجینگ استفاده شود.

References

Akhavan, R. and Kleinn, C. 2009. On the potential of kriging for estimation and mapping of forest plantation stock (Case study: Beneshki plantation). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(2): 303-318 (In Persian).

Anonymous, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. L. A. Richards, U.S. Dept. of Agriculture Handbook, 60p.

Baalousha, H. 2010. Assesssment of a groundwater quality monitorin network using vulnerability mapping and geostatistics: A case study from Heretaunga Plains, New Zealand. Agricultural Water Management, 97(2): 240-246.

Badola, R., Barthwal, S. and Hussain, S.A. 2012. Attitudes of local communities towards conservation of mangrove forests: A case study from the east coast of India. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 96(1): 188-196.

Berger, U., Rivera-Monroy, V.H., Doyle, T.W., Dahdouh-Guebas, F., Duke, N.C., Fontalvo-Herazo, M.L., Hildenbrandt, H., Koedam, N., Mehlig, U. and Piou, C. 2008. Advances and limitations of individual-based models to analyze and predict dynamics of mangrove forests: A review. Aquatic Botany, 89(2): 260-274.

Cheng, X., An, S., Chen, J. and Li, B. 2006. Spatial relationships among species above-ground biomass, N, P in degraded grassland in ordos Plateau. Journal of Arid Environment, 3(1): 75-88.

Duffera, M., White, J.G. and Weisz, R. 2006. Spatial variability of southwestern U.S. coastal plain soil physical properties. Geoderama, 128(1): 121-133.

Ferreira, T., Vidal-Torrado, P., Otero, X. and Macías, F. 2006. Are mangrove forest substrates sediments or soils? A case study in southeastern Brazil. Catena, 70(1): 79-91.

Freeman, E.A. and Moisen, G.G. 2007. Evaluating kriging as a tool to improve moderate resolution maps of forest biomass. Environmental Monitoring and Assessment, 128: 395-410.

Habashi, H., Hosseini, S.M., Mohammadi, J. and Rahmani, R. 2007. Geostatistic applied in forest soil studying processes. Journal of Agriculture Science Natural Resourses, 14(1): 1-10 (In Persian).

Hassani pak, A. 1998. Geostatistic. Tehran University Press, 314p.

Hosseini, V., Akhavan, R. and Tahmasebi, M. 2012. Effect of Pistachio (*Pistacia atlantica*) canopy on the spatial distribution of soil chemical characteristics (Case study: Sarvabad, Kurdistan). Iranian Journal of Forest, 4(1):13-

Archive of SID

www.SID.ir

properties and crop production within an agricultural field in Devon, U.K., Journal of Soil and Water Conservation, 57(2): 50-60.
Rhoades, J. 1982. Soluble salts. Methods of soil analysis. A. L. Page. Madison, Wis, American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, 2(1): 167-179.
Safyari, Sh. 2002. Mangrove Forest in Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, Iran, 501p (In Persian).
Shahvoie, S. 2006. The nature and properties of soils, Kordestan University Press. 300 p (In Persian).
Smoak, J.M., Breithaupt, J.L., Smith,T.J. and Sanderes, C.J. 2013. Sediment accretion and organic carbon burial relative to sea-level rise and storm events in two mangrove forests in Everglades National Park. Journal of Catena, 104(1): 58-66.
Stark, C.E., Condron, L.M., Stewart, A.H., Di, J. and Callaghan, M. 2004. Small scale spatial variability of selected soil biological properties. Soil Biology and Biochemistry, 36(1):601-608.
Webster, R. 1985. Quantitative spatial of soil in the field, Advance in soil Science, New York. Springer, 3(1):1-70.
Webster, R. and Oliver, M.A. 2000. Geostatistics for environmental scientists. Wiley press, 271p.
24 (In Persian).
Klute, A. 1986. Methods of soil analysis part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd Ed. Soil Science Society American journal, 1188 p.
McLean, E. 1982. Soil pH and lime requirement Methods of soil analysis. Part. A. L. Page. Madison, is. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, (1): 199-224.
Mesdaghi, M. 2004. Regression methods for agriculture and natural resources researches. Imam Reza University press, Mashhad, Iran, 290p.
Miller, M.P., Singer, M.J. and Nielson, D.R. 2003. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Science Society of American Journal, 52(1):1133-1141.
Page, A., Miller R. and Keeney M. 1992. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and mineralogical properties 2nd Ed. Soil Science Society of American Journal, 1159 p.
Phung, T., Dijk, H. and Visser, L. 2014. Impacts of changes in Mangrove forest management practices on forest accessibility and livelihood: A case study in mangrove-shrimp farming system in Ca Mau Province, Mekong Delta, Vietnam. Land Use Policy, 36(1): 89- 101.
Quine, T.A. and Zhang, Y. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation of spatial distribution of soil and water properties by use of geostatistical in Mangrove forest of Qeshm Island

Sh. Jafarnia[*1] and M. Akbarinia[2]

1*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Nor, I.R. Iran. Email: sh.jafarniya@gmail.com

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources & Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Nor, I.R. Iran.

Received: 10.08.2013 Accepted: 09.10.2014

Abstract

In this study, the main objective was to assess the spatial variation of chemical and physical soil and water properties. Using this information, the studies also aimed at establishing a pasture rehabilitation experiment in the mangroves of Qeshm Island. To this aim, soil and water samples were analyzed for a set of factors including pH, EC, Oc, Na, Ca, Mg, K, SP, ESP, SAR, Clay, Sand, Silt, water pH and water EC. The kriging method was applied to derive the spatial variation of chemical and physical soil and water properties. Experimental variograms were calculated for soil and water properties. The variograms of EC, pH, Clay, sand, Na, Oc, SAR, water EC and water pH indicated a high amount of spatial autocorrelation fitted by spherical models. However, SP and K showed large nugget effects. In addition, diagnostic measures of RMSE, MAE and R suggested kriging to feature appropriate accuracy to estimate the spatial variability. Results of cross-validation for EC, pH, Clay, sand, Na, Oc, SAR, water EC and water pH also showed high accuracy of the estimates. Therefore, geostatistics is concluded to enable capturing the spatial variability and estimating the majority of soil and water attributes across such Mangroves.

Keywords: Spatial variation, geostatistics, Kriging, Qeshm mangroves, soil and water properties.

Archive of SID

www.SID.ir