پهنه‌بندی وضعیت حاصلخیزی اراضی دشت مغان بر مبنای تحلیل سلسله مراتبی در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی

وحید سروی مغانلو و حمیدرضا متین‌فر[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۵/۲)

چکیده

افزایش سریع جمعیت کشور، نیاز به تولید بیشتر مواد غذایی را می‌طلبد، یکی از روش‌ها برای نیل به این مهم افزایش تولید در واحد سطح است. در کشاورزی مدرن امروزه، تهیه نقشه حاصلخیزی خاک برای برنامه‌ریزی بهتر به‌منظور استفاده از کودهای شیمیایی و بهره‌برداری از خاک ضروری است. هدف از این تحقیق ارزیابی حاصلخیزی خاک بر اساس ویژگی‌های شیمیایی در دشت مغان با ۱۹۱ نقطه مطالعاتی است. بدین‌منظور در محیط نرم‌افزار ArcGIS درون‌یابی با مدل کریجینگ بین نقاط صورت گرفت و پس از تهیه نقشه اولیه پارامترها شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کربن آلی، منگنز، روی، آهن و شوری خاک تهیه و طبقه‌بندی شد. سپس از تکنیک سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی پارامترها استفاده شد و با استفاده از ترکیب نقشه عناصر به‌عنوان لایه‌ها نقشه حاصلخیزی منطقه تهیه شد. بر اساس نتایج نقشه حاصلخیزی مشخص شد که ۲۳/۷ درصد اراضی زراعی دارای وضعیت حاصلخیزی ضعیف، ۲۸/۳ درصد اراضی دارای وضعیت حاصلخیزی متوسط، ۲۵/۴ درصد اراضی وضعیت حاصلخیزی خوب و ۲۲/۶ اراضی وضعیت حاصلخیزی خیلی خوب هستند.

واژه‌های کلیدی: حاصلخیزی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سلسله مراتبی

۱. گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: matinfar.h@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

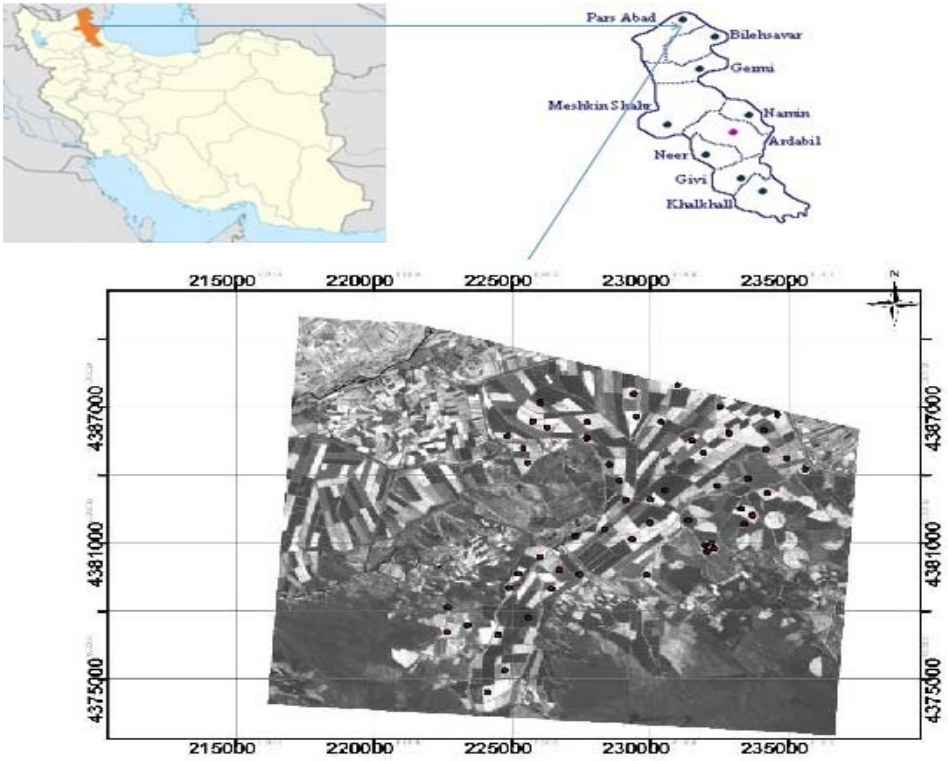
افزایش عملکرد گیاهان زراعی متأثر از عوامل مختلف خاکی هست، بنابراین تعیین درجه حاصلخیزی خاک برای مشخص کردن نیاز غذایی گیاه زراعی کشت شده و تعیین نیاز کودی بسیار مهم است، بدون توجه به میزان حاصلخیزی خاک، با مصرف نادرست کودهای شیمیایی نه تنها عملکرد کیفی و کمی محصولات بالا نمی‌رود بلکه باعث می‌شود تعادل عناصر غذایی در خاک بهم خورده و مسائل زیست‌محیطی نیز مطرح می‌شود (۷ و ۸). در همین رابطه، تعیین درجه حاصلخیزی خاک برای مشخص کردن میزان کوددهی بسیار مهم است (۹). خاک‌ها پهنه‌های طبیعی چهاربعدی هستند که با تشکیل یک لایه پیوسته روی سیمای اراضی، در مکان و زمان تغییرپذیر هستند. تغییرپذیری خاک در فواصل کوتاه موجب می‌شود که نقاط مختلف آن از نیازهای تغذیه‌ای متفاوت برخوردار باشد. یکی از کاستی‌های روش‌های سنتی مدیریت مزرعه، عدم توجه به این مهم است که خود باعث می‌شود نهاده‌های مصرفی مزارع عمدتاً به‌صورت نامتعادل و بیش از نیاز مزرعه مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، نیاز به مدیریت خاص بر پایه تغییرات مکانی خاک ضروری به نظر می‌رسد. از اشکالات توصیه کودی بر مبنای آزمون خاک، نداشتن نقشه منابع و استعداد خاک‌های کشور است. بنابراین لازم است تا با تهیه نقشه‌های تفصیلی خاک‌ها نسبت به انجام توصیه‌های کودی اقدام کرد (۸). تهیه نقشه‌های حاصلخیزی در کشورهای پیشرفته پایه و اساس کشاورزی دقیق است. امروزه با برخورداری از امکانات رایانه‌ای و به‌کارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی می‌توان اطلاعات زمینی را جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به روز کرده و با انجام تحلیل‌های مکانی به اطلاعات سودمندی از وضعیت مکانی عناصر غذایی و روند تغییرات آنها دست یافت و وضعیت این عوامل را به‌صورت نقشه ارائه کرد (۳).

به‌طور سنتی توصیه کودی بر اساس منحنی‌های عکس‌العمل که برای یک منطقه خاص تهیه شده‌اند، انجام می‌پذیرد. توصیه کودی بر این اساس زمانی کاربرد دارد که مزرعه به‌صورت مدیریت یکنواخت مدیریت شود. ولی تجربیات گذشته حاکی از این نکته هست که عکس‌العمل گیاه به کود و نیز مقدار موجود در خاک یک مزرعه ممکن هست متفاوت باشد. بر این اساس توصیه کودی بر اساس منحنی‌های عکس العمل در یک سیستم کشاورزی پایدار دقیق ممکن است ساده‌انگاری تلقی شود، بنابراین لازمه یک سیستم کشاورزی پایدار ایجاد بانک اطلاعاتی دقیق از وضعیت خاک منطقه است. با توجه به گران بودن و سرسام‌آور بودن هزینه‌ها، توسعه و استفاده از تکنیک‌های مدرن نظیر زمین‌آمار، این مشکل را تا حد زیادی حل کرده و می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر، نقشه‌هایی با دقت منطقی تهیه کرد (۶).

به‌دلیل اینکه عناصر موجود در خاک دارای تأثیر متفاوتی بر روی رشد گیاه هستند، ضروری است هر عنصر بر اساس درجه اهمیتش، وزن‌دهی شود. با توجه به اینکه عناصر دارای تأثیر متفاوتی بر عملکرد و کیفت محصول زراعی هستند، به‌منظور تبیین تأثیر عوامل مختلف خاکی از روش سلسله مراتبی برای این امر استفاده شد. این سیستم یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیاردهی چندگانه است (۴). GIS به عنوان یک فناوری رایانه محور توجه بسیاری از متخصصان رشته‌های مختلف را به خود معطوف ساخته است، تا آنجا که در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی را در زمینه حاصلخیزی خاک از طریق فناوری مذکور در نقاط مختلف جهان شاهد بوده‌ایم که از آن جمله می‌توان به ارزیابی کمی برای حاصلخیزی خاک در گایو چین با استفاده از تکنیک فازی و AHP در محیط GIS (۱۵) و مطالعه حاصلخیزی خاک برای کشت برنج در فیلیپین را (۲ و ۷) اشاره کرد. تمامی عناصر غذایی ماکرو و میکرو دارای تأثیر بسزایی در تولید کمی و کیفی محصول زراعی مناسب هستند، اما وارد کردن تمامی عناصر در سیستم تصمیم‌گیری هم از لحاظ منطقی صحیح نیست هم باعث بالا رفتن خطا می‌شود. به‌طوری که محققان اعلام کردند وارد کردن بیش از ۹ فاکتور در سیستم تصمیم‌گیری باعث افزایش خطا و باعث شکل‌گیری نرخ سازگاری بالای ۰/۱ می‌شود که در این حالت وزن‌دهی برای تصمیم‌گیری صحیح نیست (۱۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و محل نمونه‌برداری خاک کشت و صنعت مغان

هدف از این پروژه تهیه پراکنش عناصر غذایی و نقشه حاصلخیزی تلفیقی به‌منظور تصمیم‌گیری مناسب و مدیریت بهینه برای اراضی زراعی کشت و صنعت مغان است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پروژه کشت و صنعت مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد در شمال استان اردبیل است، شهرستان پارس‌آباد در قسمت شمالی جلگه مغان قرار گرفته و با مساحت ۱۵۵۴ کیلومترمربع، شمالی‌ترین شهرستان استان است (شکل ۱). که از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین ۳۹ درجه و۲۰ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف النهارگرینویچ واقع شده و از سطح دریا به‌طور متوسط ۴۵ متر ارتفاع دارد. این شهرستان از شمال به رودخانه ارس و جمهوری آذربایجان، از غرب به شهرستان کلیبر در استان آذربایجان شرقی، از شرق به جمهوری آذربایجان و از جنوب و جنوب غربی به شهرستان‌های بیله‌سوار و گرمی محدود می‌شود. از لحاظ خاکشناسی بافت غالب خاک‌های منطقه لومی رسی و جز خاک‌های قلیایی طبقه‌بندی می‌شود. مساحت اراضی کشاورزی دشت مغان (حوضه پارس‌آباد) بالغ بر ۴۰ هزار هکتار اراضی آبی و ۲۰ هزار هکتار اراضی دیم است. محصول غالب منطقه گندم، کلزا، ذرت و پنبه است.

برای نمونه‌برداری از روش شبکه‌بندی منظم استفاده شد و در فواصل منظم ۵۰۰ متری طولی و ۳۰۰ متری عرضی نمونه‌برداری از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری انجام شد که در مجموع شامل ۱۹۱ نمونه شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای تازه خشک شده و سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها با استفاده از روش‌های استاندارد مورد آنالیز قرار گرفت که شامل موارد زیر است. (فسفر قابل استفاده خاک به روش اولسن، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال، پتاسیم در عصاره استات آمونیوم، کربن آلی خاک به روش والکلی بلاک، میزان عناصر

www.SID.ir

Archive of SID

میکرو شامل آهن؛ روی؛ منگنز جذب استفاده بـه روش لیندسـی و نورول (DTPA) (۱۳).

برای انجام پیش‌پردازش، با استفاده از نرم‌افـزار SIGMAplot نرمال بودن توزیع آمـاری مقـادیر فاکتورهـا مـورد بررسـی قـرار گرفت. بنابراین در وهله اول با استفاده آزمون ناپـارامتری نرمالیتـه (کولموگروف- اسمیرنوف) داده‌ها آزمون شدند و پس از حـذف داده‌های نمونه‌های پرت که تعداد آنها چهار عدد بود، نرمال بودن داده‌ها تأیید شد.

روش درون‌یابی

برای آگاهی براورد صحیح نقشه‌های پهنه‌بندی عامـل مـورد نظـر ابتدا با استفاده از شیوه‌هـای مناسـب و صـحیح مـدل مناسـب را انتخاب و برارش کرد.

پس از برارش مدل واریوگرام با نرم‌افزار +GS، مـدلی را کـه کمتـرین نسـبت C_0/C_1، کمتـرین RMSE و بیشـترین R^2 دارد به‌عنوان مدل مناسب انتخاب می‌کنیم چرا که هر چه ایـن نسـبت کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که همبسـتگی بـین داده‌هـا بیشتر است، در نتیجه واریوگرام مناسـب‌تر اسـت. بـرای بررسـی دقت روش‌هـای درون‌یـابی و انتخـاب بهتـرین روش از تکنیـک اعتبارسنجی حذفی استفاده شد، این تکنیک بر این اسـاس اسـت که هر بار یک نقطه مشاهده‌ای به‌طور موقت حذف شـده و بـرای آن از روی نقاط مجاور، مقداری براورد مـی‌شـود. سـپس مقـدار حذف شده به‌جای خود برگردانده شده و برای بقیه نقـاط شـبکه به‌صورت مجزا این براورد صورت می‌گیرد. بـا در دسـت داشـتن این دو مقدار می‌توان درنهایت با توجه به مقادیر مشاهده شـده و براورد شده انحـراف (MBE) و دقـت (MAE) را بـا اسـتفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$MAE = 1/n \sum_{i=1}^{n} | Z^*(x_i) - Z(x_1)|$$

$$MBE = 1/n \sum ni_{=1} Z^*(X_I) - Z(x_i))$$

MAE: میـانگین مطلـق خطـا (دقـت)، MBE: میـانگین خطـای انحراف، $z^*(x_i)$: مقدار براورد شده متغییر مورد نظر، $z(x_i)$: مقدار اندازه‌گیری شده متغییر مورد نظر و n: تعداد داده‌ها

پس از انتخاب بهترین روش درون‌یابی، با توجه به در دسـت داشـتن مختصـات جغرافیـایی پایگاه‌هـای نمونـه‌برداری، نقشـه پراکنش فاکتورهای مورد نظر خاک توسـط نرم‌افـزار GIS نسـخه ۱۰ در محیط ArcMAP برای خاک‌های زراعی و بـاغی کشـت و صنعت مغان تهیه شد.

برای آنکه‌وزن دهی معیارها و قضاوت‌ها بـا ذهـن و طبیعـت بشری مطابق و همراه باشـد، در ایـن خصـوص از روش سلسـله مراتبی استفاده شد. فرایند تحلیل سلسـله مراتبـی بـا شناسـایی و اولویت‌بندی عناصر تصمیم‌گیری شـروع مـی‌شـود. ایـن عناصـر شامل: هدف‌ها، معیارها یـا مشخصـه‌هـا و گزینـه‌هـای احتمـالی می‌شود که در اولویت‌بندی به‌کار گرفته می‌شوند. فرایند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود که ساختن سلسله مراتب نامیده می‌شود. سلسـله مراتبـی بودن ساختار به این دلیل است که عناصر تصمیم‌گیری را می‌توان در سطوح مختلف خلاصه کـرد. بنـابراین اولـین قـدم در فراینـد تحلیل سلسله مراتبی ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضـوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها، گزینـه‌هـا و ارتبـاط بین آنها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در فراینـد تحلیـل سلسـله مراتبـی محاسـبه وزن معیارهـا، محاسـبه وزن گزینـه‌هـا، محاسـبه امتیـاز نهـایی گزینـه‌هـا و بررسـی سـازگاری منطقـی قضاوت‌ها را شامل می‌شود. در این مطالعه به‌دلیل اینکه هـر یـک از ویژگی‌های خاک دارای تأثیر متفاوتی روی حاصلخیزی خـاک هستند و پارامترهای مـؤثر در حاصـلخیزی خـاک بـیش از یـک فاکتور است از روش مقایسه زوجی استفاده شد. بدین‌ترتیب کـه عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطـه خـود در سـطح بـالاتر به‌صورت زوجی مقایسه شده و وزن نسبی آنها محاسبه می‌شـود. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد، در این تحقیق برای محاسبه وزن‌های عناصر هر سطح نسـبت بـه سطح بالاتر خود از روش بردار ویژه که مؤثرترین شیوه در یـافتن عناصر هر سطح است، استفاده شد (۱۳).

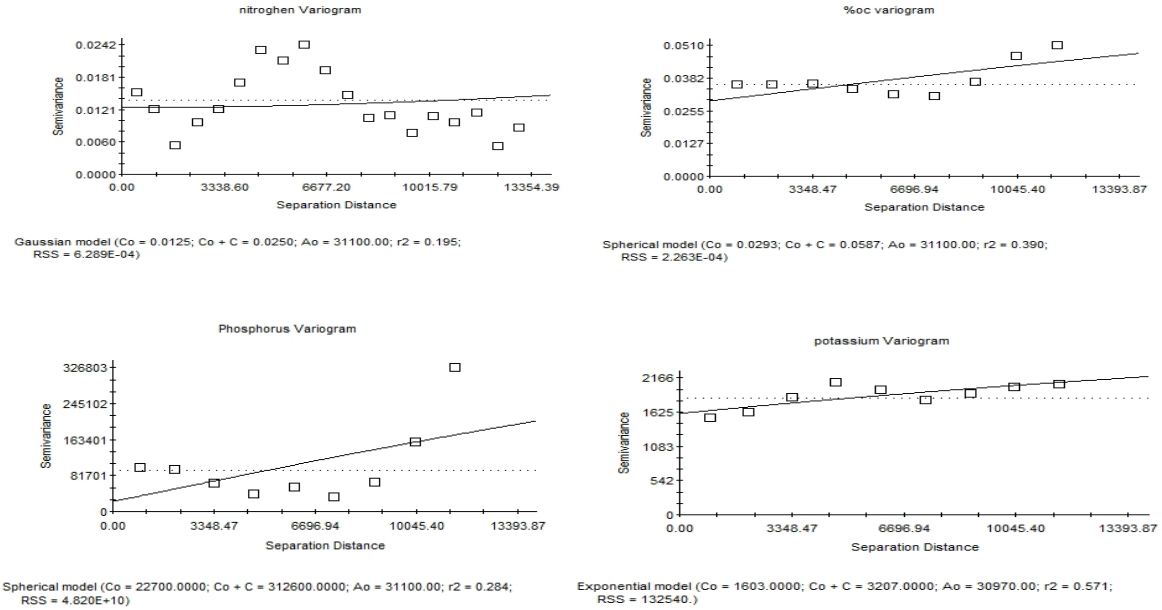
بـرای وزن‌دهـی فاکتورهـا از نظـرات پـنج کارشـناس جهـاد کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل (مغان) و سه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. وزن‌دهی فاکتورها

عناصر	روی	آهن	منگنز	شوری	کربن آلی	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	وزن
نیتروژن	۸	۸/۳	۴	۸/۵	۸/۶	۲/۱	۸/۷	۱	۰/۲۹۳
فسفر	۷	۷/۳	۴	۷/۵	۷/۶	۷/۴	۱	۷/۸	۰/۲۰۲
پتاسیم	۴	۴/۳	۲	۴/۵	۴/۶	۱	۴/۷	۱/۲	۰/۱۵۲
کربن الی	۶	۲	۳	۶/۵	۱	۶/۴	۶/۷	۶/۸	۰/۰۲۲
شوری	۵	۵/۳	۵/۲	۱	۵/۶	۵/۴	۵/۷	۵/۸	۰/۰۹
منگنز	۲	۲/۳	۱	۲/۵	۲/۶	۲/۴	۲/۷	۱/۴	۰/۰۵
آهن	۳	۱	۳/۲	۳/۵	۳/۶	۳/۴	۳/۷	۳/۸	۰/۰۴
روی	۱	۱/۳	۱/۲	۱/۵	۱/۶	۱/۴	۱/۷	۱/۸	۰/۰۲۸



شکل ۲. واریوگرام مناسب برازش شده برای مشخصات خاک به‌ترتیب نیتروژن، کربن آلی، پتاسیم و فسفر

نفر هیئت علمی دانشگاه (محقق اردبیل) در قالب پرسشنامه نظر خواهی شد و بر اساس نظرات و حد بحرانی عناصر و میزان آنها در خاک وزنی بین ۱ تا ۹ اختصاص داده شد که نشان‌دهنده ارجحیت فاکتورها نسبت به هم است و بر اساس آن وزن هر سطر در نرم Expert Choice با نرخ سازگاری ۰/۰۸ تهیه شد، محاسبه شد (جدول ۱). درنهایت برای حصول به اولویت‌بندی، نقشه‌های تهیه شده با استفاده از عملیات همپوشی جمعی با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با یکدیگر ترکیب شده و با استاندارد، سازی آنها گزینه ارجح تعیین شد (۱، ۷).

نتایج و بحث

بررسی واریو گرام‌های داده‌های مربوط به مشخصات مورد نظر خاک نشان داد که مناسب‌ترین مدل واریوگرام برازش شده به ساختار فضایی داده‌های شوری خاک، آهن، ازت، کربن آلی، فسفر، روی مدل خطی و برای منگنز و پتاسیم کروی است (شکل ۲ و ۳) و این مدل‌ها کمترین نسبت $C_0/C+C_0$ را نسبت به مدل‌های دیگر دارد. همچنین ضریب همبستگی این مدل نسبت به مدل‌های دیگر بالا است (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی با استفاده از تکنیک

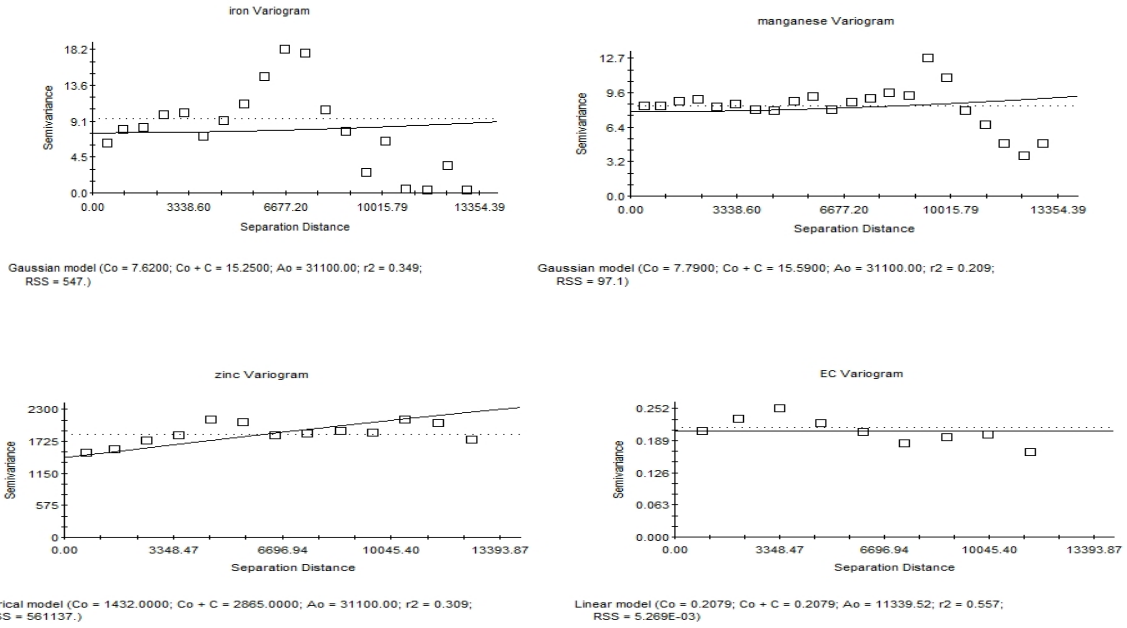
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. مشخصات واریوگرام مناسب برازش شده مشخصات خاک

مشخصه خاک	مدل واریوگرام	C_0	C_0+C	R	C/C_0+C	R^2	RSS
شوری	خطی	۰/۰۳۲	۰/۰۷۶۳	۶۵۲۴	۰/۵۷	۰/۶۷۸	۲/۵۴E+۱/۲
اهن	قوسی	۰/۰۷	۰/۱۶	۶۲۱۰	۰/۵۶	۰/۶۲۴	۵/۴۲E+۳
منگنز	قوسی	۷/۷۹	۲۶/۱۸	۵۴۸۷	۰/۷۲	۰/۸۲۴	۲۵۸
نیتروژن	قوسی	۴/۴۵	۸/۱۲	۶۰۲۵	۰/۵۲	۰/۵۴۲	۵/۵۱E-۴
کربن الی	کروی	۰/۰۲۹	۰/۱۱	۵۹۸۷	۰/۷۳	۰/۷۴۵	۳/۴۷E-۳
فسفر	کروی	۰/۸۹	۲/۸۳	۶۱۲۴	۰/۶۸	۰/۶۴۰	۷/۹E-۴
روی	کروی	۰/۹۰۴	۲/۲۴	۵۸۷۴	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۰۱۵۷
پتاسیم	تابعی	۰/۸۳	۲/۳۱	۶۰۲۵	۰/۵۶	۰/۵۸۷	۴/۲۲E-۶

C_0: اثر قطعه‌ای، C_0+C: آستانه، R: دامنه تأثیر، R^2: همبستگی و RSS: مجموع مربعات باقی‌مانده



شکل ۳. واریوگرام مناسب برازش شده برای مشخصات خاک به‌ترتیب آهن، منگنز، روی و شوری خاک

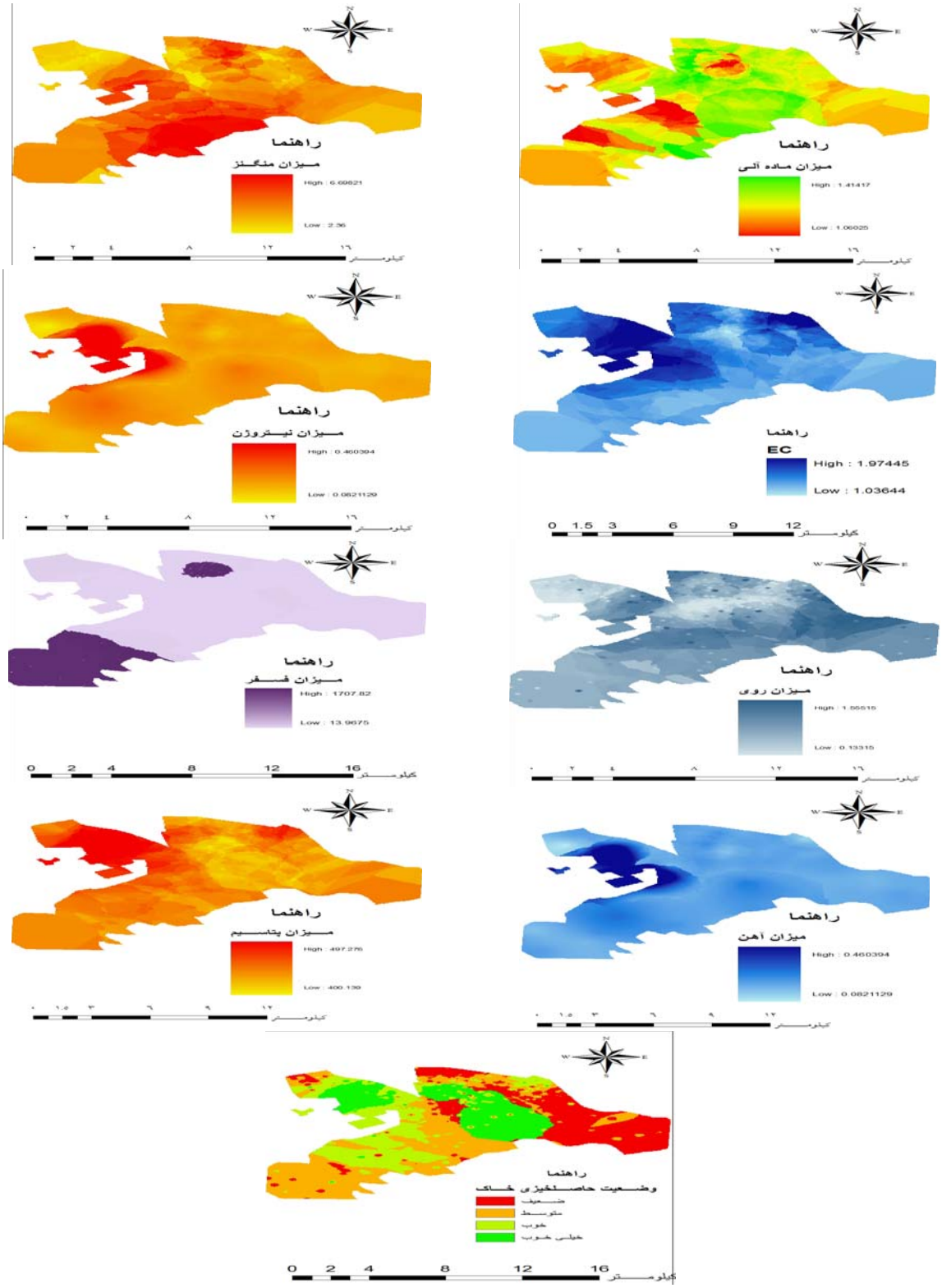
اعتبارسنجی حذفی نشان داد که مدل کریجینگ به‌خاطر داشتن کمترین میانگین مطلق خطا و میانگین خطای انحراف بهترین و مناسب‌ترین روش درون‌یابی برای ترسیم نقشه پهنه‌بندی مشخصات خاک و نقشه حاصلخیزی خاک است (جدول ۳).

از طریق میان‌یابی نقاط مورد مطالعه با استفاده از روش Kriging نقشه سطحی فاکتورهای فسفر، پتاسیم، نیتروژن، ماده آلی، EC، آهن، منگنز و روی به‌طور مجزا تهیه شد که در شکل (۴) نشان داده شده است. درنهایت لایه‌ها با در نظر گرفتن میزان وزنشان با یکدیگر تلفیق شده و نقشه نهایی حاصلخیزی خاک تهیه شد (شکل ۴).

بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی عناصر ماکرو و میکرو نشان می‌دهد که در ۵۹ درصد اراضی میزان نیتروژن در سطح متوسط است، و ۲۳ درصد در سطح خوب و مابقی ضعیف است در مورد فسفر ۳۶ درصد مزارع میزان فسفر بالا و در مابقی عناصر در حد متوسط است. در مورد پتاسیم ۲۶ درصد مزارع در سطح متوسط، ۸ درصد سطح ضعیف و مابقی در سطح متوسط

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نقشه کلاسبه‌بندی پارامترها و حاصلخیزی خاک منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقادیر MAE و MBE روش درون‌یابی کریجینگ برای مشخصات خاک

مشخصه خاک	میانگین نمونه‌های مشاهده‌ای	میانگین تخمینی	MBE	MAE
شوری	۱/۴۲	۱/۳۸	۷/۸۴	۱۸/۱۷
آهن	۱/۱۱	۱/۲۴	۳/۲۱	۹/۸۴
منگنز	۳/۸۶	۳/۹۴	۲/۱۲	۵/۴
نیتروژن	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۴۷	۳/۲۱
کربن آلی	۱/۱۷	۱/۰۹	۲/۴۵	۶/۴۷
فسفر	۲۱/۵	۲۲/۲	۱۰/۱۲	۳۲/۳۲
روی	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۸۷	۳/۸۷
پتاسیم	۴۳۶	۴۴۱	۱۵/۴۵	۸۴/۷۸

هستند. در مورد کربن آلی ۱۸ درصد مزارع میزان کربن آلی در سطح پایین، ۵۹ درصد در سطح متوسط و مابقی از لحاظ میزان کربن آلی در سطح خوبی قرار دارند. در مورد عناصر میکرو در ۶۵ در صد مزارع میزان آهن در سطح پایین و ۲۳ درصد در سطح متوسط و ۱۲ درصد در سطح خوب است. در مورد منگنز، روی و مس بیش از ۶۰ درصد مزارع در سطح متوسط به بالا قرار دارند. در مورد نقشه حاصلخیزی نتایج مطالعات نشان داد که ازت و فسفر بیشترین نقش را در حاصلخیزی خاک و تولید عملکرد مناسب با وزن ۰/۲۹۳ و ۰/۲۰۲ دارند. بررسی نقشه‌های پراکنش نشان می‌دهد که در اغلب فاکتورها در قسمت شمال منطقه مورد مطالعه میزان عناصر غذایی پایین است، همین امر سبب شده که در نقشه حاصلخیزی خاک‌های این منطقه جزء خاک‌های با حاصلخیزی ضعیف طبقه‌بندی شوند در قسمت جنوبی منطقه مورد مطالعه سطح حاصلخیزی خوب و در مناطق میانی اغلب مزارع در سطح حاصلخیزی متوسط قرار دارد و در حالت کلی ۲۳/۷ درصد اراضی زراعی دارای وضعیت حاصلخیزی ضعیف، ۲۸/۳ درصد اراضی دارای وضعیت حاصلخیزی متوسط، ۲۵/۴ درصد اراضی وضعیت حاصلخیزی خوب و ۲۲/۶ اراضی وضعیت حاصلخیزی خیلی خوب هستند. بررسی نقشه پراکنش عناصر نشان می‌دهد که در یک محدوده مشخص تغییرات مکانی از نطقه نسبت نقاط مجاور کم است شاید دلیل این امر پایین بودن تغییرات توپوگرافی منطقه باشد. نتایج این مطالعه با نتایج مکرم و همکاران (۹) همخوانی دارد. در واقع از نتایج نقشه پراکنش و نقشه حاصلخیزی استفاده‌های مختلفی می‌توان کرد برای مثال نتایج تحقیقات ساین و همکاران (۲۰۱۰) به‌منظور تعیین محصول مناسب با توجه به وضعیت عناصر خاک در ایالت اودیشا هند نشان داد که با توجه به میزان عناصر غذایی موجود در خاک و وضعیت عناصر غذایی در خاک کشت برنج و سبزیجات بهترین عملکرد را می‌تواند، داشته باشد. حال با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت بخش اعظم اراضی نیازمند مدیریت مناسب کودی و تغذیه برای رسیدن به عملکرد مناسب به‌خصوص در محصولات گندم، ذرت و کلزا هستند. هدف اصلی در تهیه نقشه حاصلخیزی تصمیم‌گیری مناسب مدیریتی، تعیین محصول مناسب با توجه به وضعیت حاصلخیزی خاک و جلوگیری از تغییرات مخرب در خاک است. مطالعات مختلفی با این هدف توسط محققان مختلف انجام شد. نتایج مطالعات آرپاچائی در دشت اردبیل نشان داد که بر اساس نقشه حاصلخیزی تهیه شده ۷۵ درصد اراضی دارای وضعیت حاصلخیزی مناسب برای کشت گندم هستند (۱۱). به‌طورکلی می‌توان گفت فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده با معیارهای چندگانه است. امکانات، مزایا و ویژگی‌های AHP باعث شده تا بتوان بهترین نتیجه را از اعمال این فرایند در پدیده‌های طبیعی گرفت، زیرا بیشتر پدیده‌هایی که در طبیعت پیرامون ما اتفاق می‌افتند دارای پارامترهای مؤثر گوناگون، پیچیده و غالباً کیفی هستند که تصمیم‌گیری در مورد آنها به‌علت نقش متفاوت هر کدام از پارامترها بر پدیده مورد نظر، مقدار اثربخشی متفاوت آنها، کیفی بودن برخی و یکسان نبودن معیار سنجش در مورد بقیه عناصر

www.SID.ir

Archive of SID

باعث می‌شود که نتوان به‌راحتی در مورد وقوع یا عدم وقوع آنها در مناطق مختلف اظهار نظر کرد (۱۲). از مزایای مهم روش AHP، استفاده از آن در تصمیم‌گیری گروهی است، به‌طوری که به‌گونه‌ای تصمیم‌گیری‌های تمام اعضای گروه را با همدیگر ترکیب می‌کند که تصمیم بهینه، در برگیرنده آرا همه اعضا باشد (۱۶). بنابراین این فرایند تحلیل می‌تواند نقش مؤثری در بهبود کمیت و کیفیت تولید ایفا کند.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به‌منظور تهیه نقشه حاصلخیزی خاک با استفاده از روش‌های درون‌یابی و معیارهای RMSE و R^2 برای تعیین بهترین روش درون‌یابی و معیارهای MAE و MBE روش کریجینگ به‌عنوان بهترین مدل برای تهیه نقشه پراکنش عناصر مورد بررسی خاک تعیین شد. با توجه به الگوی کشت منطقه و نیاز عناصرغذایی محصولات مختلف بر اساس نظر کارشناسان مراکز علمی و اساتید دانشگاه منطقه و تعیین اولویت‌بندی عناصر غذایی و وزن‌دهی به لایه‌های مختلف عناصر غذایی نقشه حاصلخیزی منطقه مورد بررسی تهیه شد. نتایج نشان داد که ۲۳/۷ درصد اراضی زراعی دارای وضعیت حاصلخیزی ضعیف، ۲۸/۳ درصد اراضی دارای وضعیت حاصلخیزی متوسط، ۲۵/۴ درصد اراضی وضعیت حاصلخیزی خوب و ۲۲/۶ اراضی وضعیت حاصلخیزی خیلی خوب هستند. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه مزارع دو کشته هستند برای حفظ کیفیت خاک از لحاظ تغذیه و سلامت آن استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی و مصرف عناصر غذایی بر اساس نیاز مکانی می‌تواند نقش بسزایی ایفا کند.

منابع مورد استفاده

1. Antaryami, M., P. Truptimayee, D. Das and D. Mira. 2014. Soil fertility maps preparation using GPS and GIS in Dhenkanal District, Odisha, India. *International Journal of Plant and Soil Science* 3(8): 986-994.
2. Dobermann, A. and T. Oberthur. 1997. Fuzzy mapping of soil fertility, a case study on irrigated Riceland in the Philippines. *Geoderma* 77(2–4): 317-339.
3. Eastman, J. R., H. Jain and J. Tolendo. 1998. Multi-criteria and multi objective decision making for land allocation using GIS. *Multicriteria Analysis for Land-Use Management* 9: 227-251.
4. Ghodsipour, H. 2008. Analytical Hierarchy Process (AHP), Amir Kabir University of Technology, Tehran. (In Farsi).
5. HajMaleki, KH., J. Sufian SheikhPiri and M. Monajem. 2012. Evaluation and preparation of soil fertility map using geospatial statistics and geographic information systems for correct crop management (case study of Malekan region). *In:* Proceeding of the First National Conference on Sustainable Development Strategies in Agriculture, Natural Resources and the Environment, Tehran .(In Farsi).
6. Lotfi, S., K. Habibi and M. J. Koohsari. 2009. An analysis of urban land development using multi criteria decision model and geographical information system (a case study of Babolsar city). *American Journal of Environmental Sciences* 5(1): 87-93.
7. Malekoty, M. J. and M. N. Gheiby. 2000. Determination of critical limit of nutrients. *Technical Journal* No. 456 10 Page.(In Farsi).
8. Malekoty, M. J., M. Mashiri and M. N. Gheiby. 2005. Optimum concentrations of nutrient elements and some crops and gardens. Excellent policy on the development of bio-materials use and the optimal use of fertilizer and agricultural poison. *Technical Journal* NO: 181 Sana Publications.7 page. (In Farsi).
9. Mokaram, M. and M. Bardideh. 2010. Evaluation of soil fertility for wheat cultivation using a fuzzy system and its comparison with the Bullen method and soil sample in GIS environment. *Journal of Agriculture* 3: 110-123. .(In Farsi).
10. Mokaram, M., A. Azghadi and A. Saberi. 2010. Preparation of soil fertility map using geographic information system and analytical hierarchy process. 8 the Geomatics conference. National Mapping Agency. Tehran.(In Farsi).
11. Mueller, T., F. Pierce. O. schabenberger and D. D. Warncke. 2001. Barnhisel site specific soil fertility management a model map quality. *Soil Science Society of America Journal* 65(5):1547-1558 .

www.SID.ir

12. Ougene, M., H. Jalilian and GH. Rostamizad. 2008. Approach to comprehensive management of watersheds. *In:* Proceeding of the Third Conference on Water Resources Management, Tabriz University.(In Farsi).
13. Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeny. 1982. Methods of Soil Nalysis.part 2: chemical and biological properties. second edition. American Society of Agronomy, USA.
14. Pang, S., T. X. Li, X. F. Zhang, Y. D. Wang and H. Y. Yu. 2011. Spatial variability of cropland lead and its influencing factors: A case study in Shuangliu county, Sichuan province, China. *Geoderma* 162: 223–230.
15. Pulakeshi, H. B. P., P. L. Patil, G. S. Dasog, B. M. Radder, B. I. Bidari and C. P. Mansur. 2012. Mapping of nutrients status by geographic information system (GIS) in Mattagami village under northern transition zone of Karnataka. *Karnataka Journak of Agricultrul Science* 25(3): 332-335.
16. Sarmandian, F. and A. Keshavarz. 2012. Use of fuzzy hybrid system-Hierarchical analysis in evaluating and preparing soil fertility map. *Journal of Soil and Water Resources Conservation* 3(2): 45-56. .(In Farsi).
17. Singh, K. N., R. Abhishek, A. K. Tripathi and A. Subba. 2010. Soil fertility mapping and its validation using spatial prediction techniques. *Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics* 64(3): 359-365 .
18. Under Pereira, P., X. Úbeda and E. Baltrėnaitė. 2010.Mapping total nitrogen in ash after a wildland fire: a microplot analysis. *Ekologija* 56(3): 144- 152.
19. Walke, N., G. P. Reddy, A. K. Maji and S. Thayalan. 2012. GIS-based multi criteriaoverl ayanalysisin soil-suitability evaluation for cotton (Gossypium spp.): A case study in the black soil region of Central India. *Computers and Geosciences* 41: 108–118.
20. Zhang, B., Y. Zhang, D. Chen, R. E. Whit and Y. Li. 2004. A quantitative evaluation system of soil productivity for intensive agriculture in China. *Geoderma* 123: 319– 331.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 23, No. 1, Spring 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Survey Fertility Mapping of the Maghan Area Using Global Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP)

V. Sarvi and H. R. Matinfar[1]*

(Received: October 25-2016 ; Accepted: July 24-2018)

Abstract

In the face of rapid growth of the population and the need for food production sectors, one of the ways to achieve this is to increase the production per unit area. In modern agriculture, the preparation of soil fertility map seems to be necessary to plan for appropriate use of fertilizers for crops. This study was conducted to prepare a distinct map for evaluating the soil fertility according to soil chemical properties in 191 soil samples of Ardabil Plain in Ardabil Province. To achieve this goal, the available N and P, K, EC, Fe, Zn, Mn and the organic matter of soil were mapped using geostatistical Kriging estimator into the Geographic Information System (GIS) by the ArcGIS software. The Analytical Hierarchy Process (AHP) was used for weighting the soil fertility factors as the input data. Then, a membership functions was defined for each factor by factorial scoring and the map of soil fertility was prepared and classified by using the AHP technique into the GIS program. The results showed that most of nitrogen and phosphorus with the weight of 0.293, 0.202 had the mostly infraction on the soil fertility and production. Survey map of the distribution showed that most of the factors were studied in the northern region with the low nutrients. The results also showed that 23.7 percent of cultivated land fertility maps had a poor fertility status, 28.3 percent of the land had a moderate fertility status, 25.4 percent of the land was good and the fertile land with 22.6 percent had a very good fertility status.

Keywords: Fertility, Geographic Information Systems (GIS), AHP

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lorestan, Lorestan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: matinfar.h@lu.ac.ir

www.SID.ir