جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سال ٢٤، پیـاپی ٥٢، شـماره ٤، زمسـتان ١٣٩٢

بهبود مدیریت منابع و کیفیت نقشه‌های ارزیابی تناسب اراضی با رویکرد فازی (مطالعه موردی: فرخ‌شهر- چهارمحال و بختیاری)

عبـــاس امینـــی: استادیار جغرافیـا و برنامـه ریـزی روسـتایی، دانشـگاه اصـفهان، اصـفهان، ایـران*
محســـن بـــاقری: دکتـــری خاکشناســـی، دانشـــگاه شـــهرکرد، شـــهر کـــرد، ایـــران
محمدحسن صـالحی: دانشـیار خـاک شناسـی، دانشـگاه شـهر کـرد، شـهر کـرد، ایـران
آسـیه هـادی نـژاد: کارشـناس ارشـد خـاک شناسـی، دانشـگاه صـنعتی، اصـفهان، ایـران

صـول: ١٣٩٠/٣/١٠ پـذیرش: ١٣٩١/٥/٢٢، صص ٢٠٤-١٩٥

چکیده

ارزیـابی و طبقـه‌بنـدی تناسـب اراضـی از جملـه مفیـدترین راهکارهـای مـدیریتی و بهینـه‌سـازی بهـره‌بـرداری از منابع اراضی بـه حسـاب مـی‌آیـد. مبنـای مطالعـات ارزیـابی تناسـب اراضـی، نقشـه‌هـای خـاک مـی‌باشـد. در روش‌هـای مرسـوم مطالعـات خـاک و ارزیـابی اراضـی، اطلاعـات یـک نقطـه مشـاهداتی (خـاکرخ شـاهد) در هـر واحـد نقشـه بـه کل آن واحد تعمـیم داده مـی‌شـود. بنـابراین تغییرپـذیری مکـانی ویژگـی‌هـای خـاک در یـک واحـد نادیـده گرفتـه مـی‌شود و برای آن واحد تنها یک مـدیریت یکسـان اتخـاذ مـی‌گـردد. چنـین دیـدگاه مـدیریتی بـا توجـه بـه وجـود تغییـرات و ناخالصی‌ها در واحـدهای نقشـه خـاک از کـارآیی مطالعـات ارزیـابی اراضـی مـی‌کاهـد. رویکـرد فـازی در طبقـه‌بنـدی تناسـب اراضـی، عـلاوه بـر توانـایی تبیـین تغییرپـذیری تـدریجی ویژگـی‌هـای مکـانی خـاک، همچنـین باعـث افـزایش خلـوص واحـدهای نقشـه خـاک مـی‌شـود. بـدین ترتیـب اعمـال یـک مـدیریت یکسـان در هـر واحـد نقشـه منطقـی‌تـر خواهـد بـود. در مطالعـه حاضـر کـلاس تناسـب اراضـی بـرای کشـت گنـدم در یـک واحـد نقشـه، در منطقـه‌ای بـه وسـعت تقریبـی ١٣٠٠هکتـار در شـمال شـرقی فـرخ‌شـهر در اسـتان چهارمحـال و بختیـاری، بـا رویکـرد فـازی تعیـین شـد و بـا نتـایج روش مرسـوم مقایسـه گردیـد. در روش مرسـوم کـلاس تناسـب واحـد نقشـه، S_2 بـا خلـوص ١٦/١ درصد به دست آمـد در حـالی کـه در روش فـازی، عـلاوه بـر آنکـه کـلاس اصـلی تناسـب، S_3 بـا خلـوص ٩٦/٩ تعیـین شـد، خلـوص کـلاس S_2 نیـز بـه عنـوان کـلاس دیگـر تناسـب واحـد نقشـه بـه ٣٤/٤ افـزایش یافـت. واقعیـت کـلاس تناسب منطقه نیز همان کلاس S_3 میباشد که روش مرسوم قادر به تشخیص آن نبوده است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت منابع، ارزیابی تناسب اراضی، خلوص واحد نقشه، رویکرد فازی

مقدمه

امروزه با توجه به محدود بودن منابع و اراضی زراعـی و نیز عدم امکان توسعه افقی این منابع، راهکار عملـی و مفید برای بهبود و افـزایش تولیـد، برنامـه‌ریـزی در راستای بهینـه‌سـازی بهـره‌بـرداری و بعبـارتی توسـعه عمودی این منابع می‌باشد. مدیریت منابع اراضی شامل تعیین و تشـخیص تغییـرات کـاربری اراضـی، درک و فهم الگوهای کاربری‌هـای فعلـی و ارزیـابی فوایـد و

*نویسنده مسؤول: E-mail: amini@geo.ui.ac.ir

هزینه‌های اقتصادی و اکولوژیکی ناشی از فعالیت‌های مختلف کاربری اراضی و به همان اندازه یافتن بهترین گزینه‌ها برای هر منطقه است (Montero Riquelme and Ramos, 2005). بهره‌برداری بهینه از زمین برای تولید محصولات ضروری و مناسب، مسأله‌ای کلیدی برای برنامه‌ریزی محصول به‌شمار می‌رود. مسأله تدارک یک برنامه سالانه تولید محصول، برای تعیین مساحت زمین مورد استفاده برای محصولات مختلف به‌گونه‌ای است که جمیع شرایط مربوط به تقاضا، زمین، آب، سرمایه، واردات، تناسب اراضی و کلیه محدودیت‌های منطقه در نظر گرفته شده و همه اهداف برآورده شوند (Sarker and Quaddus, 2002). مدیریت منابع اراضی در سیستم‌های کشاورزی مستلزم اتخاذ تصمیم در سه زمینه اصلی می‌باشد که عبارتند از: انتخاب بهینه محصول، تخصیص بهینه زمین به محصولات انتخاب شده و تعیین مقدار بهینه آبی که باید به هر محصول اختصاص داده شود. انتخاب نوع محصول بایستی با تلفیق همه اهداف و ملاحظه تمامی ابعاد و جوانب متعارض برنامه‌ریزی کشاورزی شامل مباحث فنی زراعت از قبیل سازگاری محیطی و تناسب اراضی، معیارهای اقتصادی، اجتماعی و سیاستگذاری از قبیل نیازهای محلی به تولید برخی محصولات، بهره‌وری، بازدهی اقتصادی و ارزش بازاری، تعادل و توازن منطقه‌ای، نیاز متفاوت محصولات به نهاده‌های مختلف و میزان قابلیت دسترسی و موجودی هرکدام از منابع تولیدی، صورت پذیرد (Guptaa et al., 2000).

تغییرپذیری تدریجی در سرشت پدیده‌های طبیعی نهاده شده است. بنابراین در رویارویی با دنیای واقعی باید به تغییرات تدریجی ویژگی‌ها و پدیده‌ها در طول زمان و مکان نظر داشت. همچنین محدود بودن توانایی دانش و ابزار بشری در شناسایی و اندازه‌گیری سبب شده است همواره نوعی عدم اطمینان و ابهام در علوم و پژوهش‌های انسانی اجتناب‌ناپذیر باشد. با توجه به اینکه خاک پدیده‌ای طبیعی است، ویژگی‌های آن متغیرهایی طبیعی خواهند بود که دارای تغییرپذیری (زمانی و مکانی) و ابهام و عدم اطمینان می‌باشند. نقشه‌های خاک منبع مرسوم و متعارف اطلاعات تحلیل تناسب اراضی بشمار می‌روند (Daigle et al., 2005) اما با شماری از مشکلات مواجهند. واحدهای نقشه‌های خاک بعنوان زیربخش‌های اساسی اراضی هستند که تناسب هر واحد با محاسبه متوسط یا نماینده مقادیر پارامترهای هرکدام از مشاهدات مختلف خاک ارزیابی می‌شود (Khalil et al., 1995). اساس کار در این شیوه مبتنی بر آن است که واحدهای هرنقشه دربردارنده خاک‌هایی همگن باشند. اما بهرحال این امر پذیرفته و به رسمیت شناخته شده است که ویژگی‌های اراضی حتی در فواصل اندک و در هرکدام از واحدهای نقشه نیز متغیر هستند (Zhou et al., 1991). با وجود اینکه از دهه‌ی ۱۹۷۰ به بعد به معیارهای کمّی و تغییرپذیری خاک‌ها توجه شده است (Nordet etal., 1991 و Young et al., 1997)، متأسفانه میزان ابهام و نادقیق بودن این معیارها کمتر مدنظر قرار گرفته‌اند و پژوهش‌گران با تکیه بر اصل تغییرپذیری خاک‌ها به دنبال یافتن پاسخ و راه‌حلی مناسب برای مشکلاتی مانند تعیین خلوص واحدهای نقشه، کیفیت نقشه و غیره بوده‌اند. مثلاً، برای ایجاد تفسیرهای دقیق‌تر و پیشنهاد کشت محصول، در نظر گرفتن و کمّی کردن تغییرات خاک را ضروری عنوان

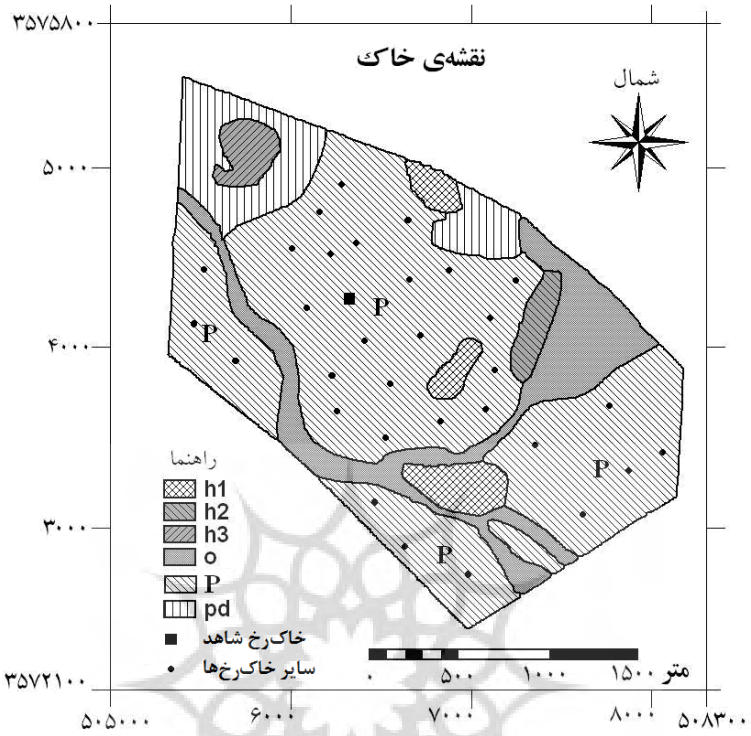
کرده‌اند (Young et al., 1997). مسامحه و ساده‌سازی این تغییرپذیری به تنها یک مقدار نماینده برای هر واحد نقشه با کاهش دقت نقشه‌های تناسب مربوطه و تردیدهایی پیرامون اعتبار آنها همراه است، بنابراین بعید بنظر می‌رسد که واحدهای اراضی منتج از رویه مرسوم نقشه‌برداری واقعاً همگون و یکدست باشند (Ziadat, 2007). به عبارت دیگر چنین مشکلاتی از آن‌جا ناشی می‌شود که مهم‌ترین محدودیت جدی نقشه‌برداری خاک، تعمیم نتایج حاصل از یک نقطه مشاهداتی شاهد (که به آن نیمرخ خاکِ شاهد گفته می‌شود) به همه نقاط یک واحد نقشه، بدون در نظر گرفتن تغییرات مکانی و زمانی بیان شده است (Rogowski and Wolf, 1994)، ولی به این نکته توجه نشده که: «نتایج نیمرخ خاک شاهد، تا چه اندازه دقیق و قابل اطمینان است؟». بسیاری از اثرات تغییرات زیاد از طریق گسترش دامنه کلاس‌های تناسب قابل رفع است. بهرحال هنگامیکه دامنه تعریف این کلاس‌ها کوچک و تغیرپذیری فضایی نیز زیاد باشد، امکان تعیین غیر مبهم تناسب مکانی وجود ندارد (Riezebos, 1989). از جمله مفاهیم عام و رایج در مطالعات خاک، جمع آوردن واحدهای تاکسونومیک مختلف در یک واحد نقشه است. این امر با کاهش مطابقت بین مشاهدات مکانی منفرد و اطلاعات تبدیل شده به نقشه همراه است (Burrough et al., 1992 و Zhou et al., 1991). از همین‌رو تعمیم اطلاعات در محدوه واحدهای نقشه، بخصوص برای نقشه‌های بزرگ مقیاس چندان منطقی و قابل پیشنهاد بنظر نمی‌رسد (Davidson, 1992). اما چنین تعمیمی برای نقشه‌های کوچک مقیاس به علت اجتناب از ارائه و تحلیل نقشه‌های پیچیده مناسب است. چنین ملاحظاتی برای ارزیابی نتایج بدست آمده از داده‌های مرسوم خاک (Davidson, 1992) و پرسش از چگونگی بهبود قابلیت اطمینان ارزیابی اراضی با تغییرپذیری معینی از ویژگی‌های واحدهای نقشه‌های خاک، دارای اهمیت اساسی هستند (Burrough et al., 1992 و Riezebos, 1989). از جمله چنین راه‌حل‌ها و راهکارهایی استفاده از میانیابی بین مشاهدات میدانی منفرد جهت حصول مجموعه کاملی از اطلاعات است (Bogaert and D'Or, 2002 و Phillips, 2002). این رهیافت بدلیل نیاز به تعداد مشاهدات معلومِ بسیار زیاد برای بدست آوردن نتایج معنی‌دار و قابل اعتماد، پرهزینه است (Riezebos, 1989) و استفاده از آن در مواقعی که تراکم مشاهدات پایین است، بهتر از استفاده از نقشه‌های خاک نیست (Ziadat, 2000). گزینه مناسب‌تر در چنین مواردی استفاده از طبقه‌بندی فازی است (Baja et al., 2001 ؛ Burrough et al., 1992 ؛ Bragato, 2004 و Triantafilis et al., 2001) که از قابلیت و توان بیشتری برای ملاحظه و محاسبه تغییرات ویژگی‌های خاک و ارائه طبقه‌بندی‌هایی با حتمیت و دقت کمتر برخوردار می‌باشد. پژوهش حاضر تلاش میکند با درنظر گرفتن عدم اطمینان و ابهام موجود در تغییرپذیری تناسب اراضی، به بهبود خلوص یک واحد خاک و تصمیم‌گیری مناسب‌تر در این راستا بپردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و داده‌های تحقیق

منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی فرخ‌شهر و در ۱۷ کیلومتری شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری بین عرض‌های جغرافیایی′۱۷ °۳۲ و ′۲۰ °۳۲ شمالی و

طول‌های جغرافیایی ′۳° ۵۱ و ″۳۰ ′۵ °۵۱ شرقی قرار دارد و دارای وسعت تقریبی ۱۳۰۰ هکتار است. شکل (۱) نقشه خاک و موقعیت منطقه را نشان می‌دهد.



شکل (۱): نقشه خاک، موقعیت نیم‌رخ‌ها و موقعیت منطقه مورد مطالعه

در مطالعه صالحی و همکاران (۱۳۸۳)، که با روش مرسوم تحلیل تناسب اراضی (روش سایز) انجام شده، کلاس تناسب اراضی در واحد همگن تشخیص داده شدهٔ P برای گیاه گندم تعیین شده است. در روش مذکور، یک نقطه مطالعاتی یعنی نیمرخ خاک شاهد در هر واحد، برای گیاه مورد نظر ارزیابی و کلاس تناسب آن تعیین می‌گردد و سپس نتیجه آن به کل واحد تعمیم داده می‌شود. در این مطالعه، علاوه بر نیمرخ خاک شاهد، اقدام به حفر تعداد ۳۱ نیمرخ خاک دیگر و تعیین کلاس تناسب اراضی برای تک‌تک آنها نیز شده است. موقعیت و محل حفر خاک‌رخ‌ها نیز روی شکل (۱) نشان داده شده است. بدین‌ترتیب میزان صحت و دقت نتیجه به‌دست آمده برای نیمرخ خاک شاهد به عنوان نماینده و تعمیم آن به کل واحد P بر اساس روش سایز، مورد ارزیابی و آزمون قرار گرفته و درجه خلوص واحد نقشهٔ P بدست آمده است. مطالعه حاضر بر اساس داده‌های مطالعه فوق، به ارزیابی مجدد و تعیین کلاس تناسب اراضی برای نیمرخ‌های مذکور و همچنین نیمرخ شاهد با رویکردی فازی پرداخته است. علاوه بر مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش مرسوم و فازی برای ۳۱ نیمرخ حفر شده، نتایج ارزیابی تناسب نیمرخ شاهد و میزان انطباق آن با واقعیت حاصل از مطالعه ۳۱ نیمرخ حفر شده و در نتیجه میزان خلوص واحد P نیز در

این دو روش به عنوان واحدی همگن، مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است. بنابراین، با فرض اینکه نیمرخ شاهد به درستی انتخاب شده باشد، میزان اطمینان و یا دقیق بودن کلاس تناسب محاسبه شده برای آن، بدین صورت که «آیا امکان ندارد نیمرخ شاهد به کلاس تناسب دیگری غیر از S_2 هم متعلق باشد؟»، مورد ارزیابی و سوال قرار گرفته و برای یافتن پاسخ، از نظریه امکان و به‌عبارتی رویکرد فازی استفاده شده است. پیش از شرح روش مورد استفاده، به‌طور خلاصه به روش مرسوم در تعیین کلاس تناسب اراضی (روش سایز) اشاره می‌کنیم.

روش مرسوم طبقه‌بندی تناسب اراضی (روش سایز)

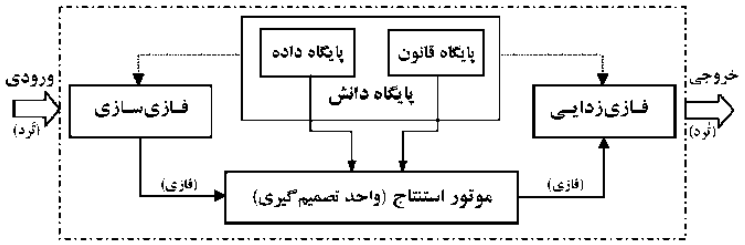
در این روش، میزان مناسب بودن شرایط اقلیمی و ویژگی‌های اراضی در قالب جدول‌هایی به نام جدول نیازمندی‌های گیاهی، برای گیاهان مختلف، رتبه‌بندی می‌شوند. سپس برای تعیین کلاس تناسب اراضی برای گیاه مورد نظر، ویژگی‌های اقلیمی و اراضی منطقه با جدول‌ها مقایسه و درجه یا رتبه هر ویژگی تعیین می‌گردد. از ترکیب ویژگی‌های اقلیمی و اراضی به‌ترتیب، شاخص اقلیمی و شاخص خاک محاسبه و با ترکیب این دو شاخص، شاخص نهایی اراضی در دامنه‌ای بین ۰ تا ۱۰۰ به‌دست می‌آید و در نهایت کلاس تناسب مطابق با جدول (۱) تعیین می‌شود. این عمل در هر واحد خاک برای نیمرخ شاهد آن واحد انجام می‌گیرد و نتیجه برای کل آن واحد ثبت می‌گردد.

جدول (۱): کلاس‌های تناسب به روش عددی سایز و همکاران (۱۹۹۱)

شاخص اراضی	کلاس تناسب	شرح
۱۰۰-۷۵	S_1	مناسب
۷۵ - ۵۰	S_2	نسبتاً مناسب
۵۰-۲۵	S_3	تناسب کم
۲۵ - ۰	N	نامناسب

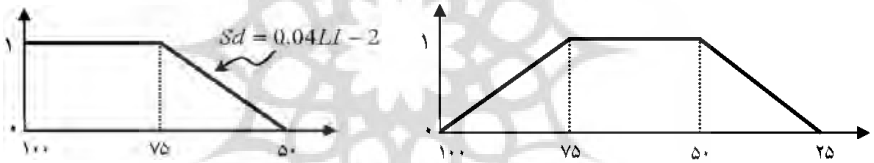
رویکرد فازی در طبقه‌بندی تناسب اراضی

اعمال یک رویکرد فازی در روش مرسوم مورد اشاره در فوق برای طبقه‌بندی و تحلیل تناسب اراضی را به دو شیوه عمده می‌توان انجام داد. یک شیوه استفاده از سیستم‌های استنتاج فازی است که برای این منظور در ابتدا بایستی با تشکیل یک پایگاه داده فازی، تمامی متغیرها و ویژگی‌های دخیل خاک در ارزیابی تناسب را بصورت مجموعه‌های فازی تعریف نمود و در ادامه با تشکیل یک پایگاه قانون فازی، نقش، اهمیت و اصول حاکم بر چگونگی تعامل این ویژگی‌ها را در تعیین طبقات تناسب اراضی برای کاربری‌های زراعی مورد نظر، در قالب مجموعه‌ای از قواعد منطقی اگر-آنگاه فازی در نظر گرفت (۱). این دو پایگاه که در کنار هم پایگاه دانش را تشکیل می‌دهند، عملیات اصلی استنتاج یا تصمیم‌گیری را بر اساس عملگرهای مربوطه پشتیبانی می‌کنند که همرا با دو سری عملیات فازی‌سازی و فازی‌زدایی در قبل و بعد از آن، مراحل کامل یک سیستم استنتاج، مطابق شکل شماره (۲) تکمیل می‌شود.

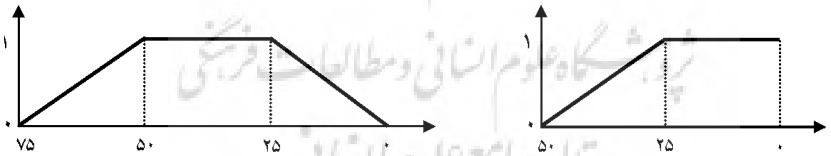


شکل (۲): شمای کلی و مراحل اصلی در یک سیستم استنتاج فازی (امینی فسخودی، ۱۳۸٤)

در شیوه دیگر که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است، برای هرکدام از مشاهدات و نقاط نمونه‌برداری شده، شاخص اراضی (Land Index) در قالب کمیتی بین ۰ تا ۱۰۰ بدست می‌آید و در ادامه برای تعیین کلاس تناسب مربوطه و تخصیص آن به این مقدار، هرکدام از کلاس‌های تناسب را بصورت مجموعه‌ها یا بازه‌های فازی ذوزنقه‌ای مانند اشکال زیر در نظر می‌گیریم. محور افقی نشان‌دهنده شاخص اراضی (LI) با دامنه از ۰ تا ۱۰۰ و محور عمودی نیز بیانگر میزان عضویت آن در کلاس تناسب مربوطه (Sd یا درجه تناسب اراضی از ۰ تا ۱) است.



شکل (۳): مجموعه‌های فازی کلاس‌های تناسب اراضی S۱ (چپ) و S۲ (راست)



شکل (٤): مجموعه‌های فازی کلاس‌های تناسب اراضی S۳ (چپ) و N (راست)

به این ترتیب بجای آنکه هرکدام از کمیت‌های شاخص اراضی بدست آمده بطور کامل و تنها در یکی از کلاس‌های تناسبِ بدون همپوشانیِ مورد استفاده در روش مرسوم قرار بگیرد، با توجه به همپوشانی زیادی که در شکل‌های فوق برای این کلاس‌ها در نظر گرفته شده است، هر مقدار، ممکن است با درجات عضویت متفاوتی به چندین کلاس تعلق پیدا کند. برای مثال شاخص اراضی پروفیل شماره ۱ (برابر با ۳٤/۰٦) که مطابق طبقه‌بندی معمول فقط به کلاس S_3 تعلق دارد، بر اساس تعریف فازی فوق و معادلات مربوط به توابع عضویت مربوطه، علاوه بر آنکه بطور کامل (با درجه عضویت ۱) به کلاس S_3 تعلق دارد، همچنین

به میزان ۰/۳٦۲ و ۰/٦۳۷ نیز به کلاس‌های تناسبی S_2 و N تعلق دارد.

نتایج و بحث

بنا بر تعریف، واحد همگون «واحد نقشه‌ای است که حداکثر دارای ۲۵٪ ناخالصی می‌باشد و از ۷۵٪ دیگر، حداقل ۵۰٪ آن از یک خاک و ۲۵٪ خاکی مشابه خاک اصلی است» (Soil Survey Staff, 1999). به‌عبارت دیگر، چنانچه واحد نقشه‌ای از نوع همگن باشد باید حداقل ۷۵٪ آن (و یا ۷۵٪ نیمرخ‌های حفر شده در آن) دارای خصوصیات همانند باشند. بنابراین، چون واحد P از نوع همگن معرفی شده، باید حداقل ۷۵٪ نیمرخ‌های موجود در آن دارای کلاس تناسبی همانند نیمرخ شاهد – یعنی کلاس نسبتاً مناسب یا S_2– باشند. در جدول ۲ نتایج دو روش مرسوم و فازی برای ارزیابی تناسب نیمرخ‌ها ارایه گردیده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، در روش مرسوم، با وجود اینکه واحد P همگون معرفی و کلاس تناسب آن نیز S_2 تعیین شده است، لیکن براساس نتایج همه نیمرخ‌های موجود، تنها ۱٦/۱ درصد این واحد دارای کلاس S_2 می‌باشد. بنابراین تعمیم کلاس تناسب نیمرخ شاهد به کل واحد نقشه، تا حد زیادی گمراه‌کننده است. به‌عبارت دیگر، براساس دیدگاه مرسوم می‌توان گفت یا نیمرخ شاهد درست انتخاب نشده و یا تغییرپذیری خاک در واحد P زیاد است بطوریکه این واحد، چند نوع خاک را شامل شده و یک واحد همگون نیست، اما این روش قادر به تشخیص و لحاظ نمودن آن نبوده است. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، می‌توان از دیدگاه دیگری نیز به موضوع نگریست و با لحاظ نمودن عدم قطعیت و نامعلومی (ambiguity) ماهوی موجود در مرزبندی بین کلاس‌های تناسب، ابهام مندرج در ماهیت و نیز تعیین وضعیت کلاس تناسب نیمرخ شاهد را در محاسبات مربوطه در نظر گرفت. با توجه به جدول ۲، مقدار شاخص اراضی برای نیمرخ شاهد برابر ۵۳/۱ است که این مقدار به عدد مرزی ۵۰ (مرز بین کلاس‌های S_2 و S_3 در روش سایز) بسیار نزدیک است. بنابراین پاسخ به پرسش مورد نظر، یعنی «آیا امکان ندارد نیمرخ شاهد به کلاس تناسب دیگری غیر از S_2 نیز متعلق باشد؟» با توجه به درجه عضویت محاسبه شده برای نیمرخ شاهد در کلاس S_3، یعنی عدد ۰/۸۸ در روش فازی، روشن است. به‌ویژه اگر این مقدار را با مقدار تعریف شده برای خلوص یک واحد (یعنی عدد ۰/۷۵) مقایسه کنیم دلیل قانع‌کننده‌ای برای اینکه با قطعیت بگوییم کلاس تناسب نیمرخ شاهد S_3 نیست، نداریم. این درحالی است که روش مرسوم با اطمینان و قطعیت تمام کلاس تناسب را در S_3 قرار نمی‌دهد و می‌گوید کلاس S_2 کلاس تناسب نیمرخ است. به سخن دیگر می‌توان گفت امکان اینکه نیمرخ شاهد دارای کلاس S_3 باشد ۰/۸۸ می‌باشد، که این مقدار تا حد زیادی قابل اطمینان و قابل قبول است. چنانچه ما قطعیت ۰/۸۵ را (که ۰/۱۰ بیشتر از مقدار مورد نیاز برای خلوص یک واحد طبق تعریف است) برای تعلق یک خاک به یک کلاس تناسب در نظر بگیریم و آلفا برش (α-cut) ۰/۸۵ را بر درجات عضویت نیمرخ‌ها در کلاس‌های تناسبی اعمال نماییم (ستون ۷ جدول۲)، مشاهده می‌شود که خلوص واحد P برای کلاس‌های S_2 و S_3 به ترتیب برابر ۳٤/٤ و ۹٦/۹ درصد خواهد بود. این بدان معنی است که حتی

اگر در واقعیت، تغییرپذیری واحد P زیاد باشد و شامل چند نوع خاک شود (یعنی واحد P یک واحد همگن نباشد) نیز برای کاربری کشت گندم برای کلاس‌های تناسبی S_2 و S_3 به ترتیب دارای خلوص ۳٤/٤ و ۹٦/۹ درصد است. چنین نتیجه‌ای می‌تواند کمک شایانی به مدیریت در زمینه برنامه‌ریزی کشاورزی و بهینه کردن و بهبود فرآیند تصمیم‌گیری به‌ویژه در صرف نهاده‌ها و هزینه‌ها و برآورد ستاده و درآمدها باشد. برای مثال، اگر فقط نیمرخ شاهد را در نظر بگیریم، با قطعیتی معادل ۸۵ درصد (یا به عبارتی قبول تنها ۱۵ درصد ریسک، که امری کاملاً منطقی و در حدی بسیار پایین‌تر از ریسک متعارف در مسائل و تصمیمات زراعی در دنیای واقعی است)، منطقی‌تر آن است که تصمیم‌گیری‌های خود را بر مبنای کلاس S_3 انجام دهیم و نه کلاس S_2، چراکه با قبول ۱۵ درصد ریسک به خلوص ۹٦/۹ دست می‌یابیم و این نسبت به خلوص ۱٦/۱ و بدون قبول هرگونه ریسک، اقدامی کاملاً منطقی‌تر است.

نتیجه‌گیری

هرچند روند تغییرات و یا تغییرپذیری ویژگی‌های پدیده‌ها امری طبیعی در دنیای واقعی است، لیکن در مدیریت و برخورد با مسایل طبیعی باید ماهیت و سرشت نادقیق بودن و ابهام آن‌ها –که ناشی از روش و نحوه برخورد ما می‌باشد– را در نظر گرفت. در سامانه‌هایی که متغیرها و روابط بین آنها ماهیتی مبهم و نادقیق دارند، استفاده از رویکرد فازی برای مدل‌سازی ساختار و سازوکار آنها مفید و ضروری به نظر می‌رسد. این موضوع به‌ویژه در مسایلی که نتایج یک نقطه به نقاط دیگر تعمیم داده می‌شود دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در تمامی مطالعات خاک و ارزیابی تناسب اراضی، به‌دلیل هزینه‌های زیاد حفر نیمرخ و تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌ها و نیز زمان‌بر بودن عملیات مربوطه، به‌ناچار نیمرخ شاهد انتخاب شده و نتایج آن تعمیم داده می‌شود. این در حالی است که نتایج نشان می‌دهند، تعمیم کلاس تناسب نیمرخ شاهد به کل واحد نقشه در روش مرسوم تا حد زیادی گمراه‌کننده است. بنابراین بایستی در جستجوی روشی باشیم که براساس اطلاعات یک نقطه مشاهداتی (همان نیمرخ شاهد)، حتی‌الامکان نتایج دقیق‌تر و نزدیک‌تری به واقعیت را ارایه نماید. در روش مرسوم طبقه‌بندی تناسب اراضی، در مواردی که درجه تناسبِ محاسبه شده در حوالی مرز کلاس‌ها قرار دارد تصمیم‌گیری مشکل و با عدم قطعیت همراه است. بنابراین امکان مدیریت و کارایی تصمیم‌گیری کاهش می‌یابد. رویکرد فازی تا حد زیادی چنین مشکلاتی را برطرف می‌کند. از طرفی برخلاف روش‌های مرسوم که تغییرپذیری خاک‌ها به شدت قابلیت اعتماد و کارایی نقشه‌های مربوطه را کاهش می‌دهد، روش فازی با تعدیل این تغییرات، دیدگاه واقع‌بینانه‌تری از سیستم خاک به‌دست می‌دهد.

جدول (۲): نتایج تحلیل تناسب اراضی با دو روش مرسوم و فازی در نیمرخ‌های منطقه مورد مطالعه

شماره پروفیل	شاخص اراضی	درجات عضویت در بازه‌های فازی کلاس اراضی				کلاس تناسب اراضی نهایی	
		S_1 (۱۰۰,۱۰۰,۷۵,۵۰)	S_2 (۱۰۰,۷۵,۵۰,۲۵)	S_3 (۷۵,۵۰,۲۵,۰)	N (۵۰,۲۵,۰,۰)	با اعمال α =۰/۸۵	مطابق روش مرسوم
شاهد	۵۳/۱	۰/۱۲۴	۱	۰/۸۷۶	۰	S_3 و S_2	S_2
۱	۳۴/۰۶	۰	۰/۳۶۲	۱	۰/۶۳۷	S_3	S_2
۲	۲۹/۳۵	۰	۰/۱۷۴	۱	۰/۸۲۶	N و S_3	S_2
۳	۴۷/۶	۰	۰/۹۰۴	۱	۰/۰۹۶	S_3 و S_2	S_2
۴	۲۱/۵۲	۰	۰	۰/۸۶	۱	N و S_3	N
۵	۳۴/۸	۰	۰/۳۹۲	۱	۰/۶۰۸	S_3	S_2
۶	۳۹/۹۲	۰	۰/۵۹۷	۱	۰/۴۰۳	S_3	S_2
۷	۳۴/۰۷	۰	۰/۳۶۲	۱	۰/۶۳۷	S_3	S_2
۸	۲۴/۳۵	۰	۰	۰/۹۷۴	۱	N و S_3	N
۹	۵۲/۶۲	۰/۱۰۴	۱	۰/۸۹۵	۰	S_3 و S_2	S_2
۱۰	۳۱/۱۱	۰	۰/۲۴۴	۱	۰/۷۵۵	N و S_3	S_2
۱۱	۱۲/۸۹	۰	۰	۰/۵۱۵	۱	N	N
۱۲	۴۰/۷۸	۰	۰/۶۳۱	۱	۰/۳۶۹	S_3	S_2
۱۳	۴۸/۳۴	۰	۰/۹۳۳	۱	۰/۰۶۶	S_3 و S_2	S_2
۱۴	۵۱/۷	۰/۰۶۸	۱	۰/۹۳۲	۰	S_3 و S_2	S_2
۱۵	۳۹/۸۴	۰	۰/۵۹۳	۱	۰/۴۰۶	S_3	S_2
۱۶	۵۳/۴۵	۰/۱۳۸	۱	۰/۸۶۲	۰	S_3 و S_2	S_2
۱۷	۴۶/۳۲	۰	۰/۸۵۲	۱	۰/۱۴۷	S_3 و S_2	S_2
۱۸	۴۷/۷۷	۰	۰/۹۱	۱	۰/۰۸۹	S_3 و S_2	S_2
۱۹	۴۶/۲۷	۰	۰/۸۵	۱	۰/۱۴۹	S_3 و S_2	S_2
۲۰	۵۲/۳۳	۰/۰۹۳	۱	۰/۹۰۶	۰	S_3 و S_2	S_2
۲۱	۲۹/۴	۰	۰/۱۷۶	۱	۰/۸۲۴	N و S_3	S_2
۲۲	۲۷/۸۷	۰	۰/۱۱۴	۱	۰/۸۸۵	N و S_3	S_2
۲۳	۳۰/۵۱	۰	۰/۲۲	۱	۰/۷۷۹	N و S_3	S_2
۲۴	۲۸/۶۵	۰	۰/۱۴۶	۱	۰/۸۵۴	N و S_3	S_2
۲۵	۳۳/۲	۰	۰/۳۲۸	۱	۰/۶۷۲	S_3	S_2
۲۶	۳۹/۲۴	۰	۰/۵۷	۱	۰/۴۳	S_3	S_2
۲۷	۳۲/۸۸	۰	۰/۳۱۵	۱	۰/۶۸۴	S_3	S_2
۲۸	۳۶/۵۷	۰	۰/۴۶۲	۱	۰/۵۳۷	S_3	S_2
۲۹	۳۶/۷۱	۰	۰/۴۶۸	۱	۰/۵۳۱	S_3	S_2
۳۰	۵۲/۰۹	۰/۰۸۳	۱	۰/۹۱۶	۰	S_3 و S_2	S_2
۳۱	۲۴/۶۵	۰	۰	۰/۹۸۶	۱	N و S_3	N

منابع

امینی فسخودی، ع. ۱۳۸٤. کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای. دانش و توسعه، شماره ۱۷، صص ۳۹-٦۱.

صالحی، م.ح.، ح. خادمی، ج. گیوی و م. کریمیان اقبال. ۱۳۸۳. تغییرپذیری تناسب کیفی اراضی (روش پارامتریک) در یک واحد نقشه خاک تفصیلی در منطقه فرخ‌شهر استان چهارمحال و

بختیاری. مجله علمی کشاورزی، جلد ۲۷، شماره ۲، صص ۱۱۵-۱۲٦.

Baja, S., Chapman, D.M., Dragovich, D., 2001. A conceptual model for assessing agricultural land suitability at a catchment level using a continuous approach in GIS. Geospatial Information & Agriculture Conference, 17–19 July, Sydney.

Bogaert, P., D'Or, D., 2002. Estimating soil properties from thematic soil maps; the Bayesian maximum entropy approach. Soil Science Society of America Journal 66, 1492–1500.

Bragato, G., 2004. Fuzzy continuous classification and spatial interpolation in conventional soil survey for soil mapping of the lower Piave plain. Geoderma 118, 1–16.

Burrough, P.A., MacMillan, R.A., vanDeursen, W., 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography. Journal of Soil Science 43 (2), 193–210.

Daigle, J.J., Hudnall, W.H., Gabriel, W.J., Mersiovsky, E., Nielson, R.D., 2005. The National Soil Information System (NASIS): designing soil interpretation classes for military land-use predictions. Journal of Terramechanics 42, 305–320.

Davidson, D.A., 1992. The Evaluation of Land Resources. Longman, Harlow.

Guptaa, A.P., R. Harboeb & M.T. Tabucanonc (2000). Fuzzy multiple-criteria decision making for crop area planning in Narmada river basin. Agricultural Systems, 63: 1-18.

Khalil, K.I., Assal, M.H., Fahim, M.M., 1995. The application of GIS to soil survey data. Egyptian Journal of Soil Science 35, 129–145.

Montero Riquelme, F.J. & A. B. Ramos (2005). Land and water use management in vine growing by using geographic information systems in Castilla-La Mancha, Spain. Agricultural Water Management, 77: 82–95.

Nordet, L.C., Jacob, J.S., Wilding, L.P., 1991. Quantifying map unit composition for quality control in soil survey. pp. 183-197. In: Mausbach, M.J., Wilding, L.P. (eds.). Spatial variability of soils and landforms. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Pub. No 28. SSSA Madison, WI.

Phillips, J.D., 2002. Spatial structures and scale in categorical maps. Geographical & Environmental Modelling 6, 41–57.

Riezebos, H.T., 1989. Application of nested analysis of variance in mapping procedure for land evaluation. Soil Use and Management 5, 25–30.

Rogowski, A.S., Wolf, J.K., 1994. Incorporating variability into soil map unit delineations. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 163-174.

Sarker, R.A. & M.A. Quaddus. 2002. Modelling a nationwide crop planning problem using a multiple criteria decision making tool, Computers & Industrial Engineering, 42: 541-553.

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA, SCS, US. Govt. Print. Office, Washington, D.C.

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., 1991. Land evaluation, part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium, 247p.

Triantafilis, J., Ward, W.T., McBratney, A.B., 2001a. Land suitability assessment in the Namoi Valley of Australia, using a continuous model. Australian Journal of Soil Research 39, 273–289.

Young, F.J., Hammer, R.D., Williams, F., 1997. Estimation of map unit composition from transect data. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 845-861.

Zhou, H.Z., Macdonald, H.B., Moore, A., 1991. Some cautions on the use of geographic information system (GIS) technology to integrate soil site and area data. Canadian Journal of Soil Science 71, 389–394.

Ziadat, F.M., 2000. Application of GIS and remote sensing for land use planning in the arid areas of Jordan. Ph.D. Thesis, Cranfield University, UK.

Ziadat, F.M. 2007. Land suitability classification using different sources of information: Soil maps and predicted soil attributes in Jordan. Geoderma 140, 73–80.

Geography and Environmental Planning Journal
24th Year, Vol. 52, No.4, Winter 2014
ISSN (Online): 2252-0848
ISSN (Print): 2008-5354
http://uijs.ui.ac.ir/gep

Improvement of Resources Management and Quality of Land Suitability Evaluation Maps Using Fuzzy Approach (Case Study: Farrokhshahr - Chaharmahal & Bakhtiari)

A. Amini, M. Bagheri, M.H. Salehi, A. Hadinezhad
Received: May 31, 2011 / Accepted: August 12, 2012, 55-58 P

Extended Abstract

1- Introduction

Land suitability evaluation and classification is one of the most useful efforts in land resources management and utilization optimization and the base of such studies are soil maps. In conventional land suitability and soil studies, the information of one studied point (profile) has been generalized to the whole of a map unit. Thus, are the spatial variability of soil properties disregarded and only a unique management is adopted for the whole of that unit of soil map. Such approach causes the efficiency of land evaluation studies decrease, due to the impurity and variabilities in soil map units. Fuzzy approach in land suitability classification enables to interpret the gradual variations of soil spatial properties and so to increase the purity of soil map units. Therefore, applying of a unique managerial method for each unit of soil map will more be rational. Soil maps as a conventional sources of land suitability analysis information, have encountered the problems, mainly due to the generalization of a representative pedon results to all of a soil unit area with no taking consideration of temporal and spatial variabilities. Thus, the present study attempts to introduce a method in order to take in account the uncertainty of land suitability variations and consequently improve of soil units purity by using of fuzzy set theory approach.

2-Materials and Methods

The area under investigation has a size of approximately 1300 ha. It is located between 32°17’ and 32° 20’ N, and 51° 3’ and 51° 5’ 30’’ E in the province of Chaharmahal-Va-Bakhtiari, Central Iran. As well as representative pedon, another 31 pedons were also excavated and investigated in the soil map unit. Soil land suitability classes of all pedons were determined using fuzzy approach and conventional method suggested by Sys et al. (1991). Then, comparison of the results were done for both methods and also compared to the results of representative pedon. The later allows understanding if the land suitability

Author(s)

A. Amini (✉)
Assistant Professor of Geography and Rural Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
E-mail: amini@geo.ui.ac.ir
M. Bagheri
Ph.D. of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
M.H. Salehi
Associate Professor of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
A. Hadinezhad
MA. of Soil Science, University of Technology, Isfahan, Iran

class of representative pedon could show the reality of the soils in the map units or not.

3-Results and Discussion

In conventional (traditional) method, the unit P was distinguished as a consociation map unit with the suitability class of S2. According to the results of all pedons in this unit, only 16.1% of the pedons have S2 suitability class. This means that generalization of the results of the representative pedon to whole the unit could be mis-leading considerably. Considering fuzzy logic approach, the amount of land index for representative pedon is 53.1% which is close to the border of S_2 and S_3 classes of conventional method. Using fuzzy membership degrees, the suitability class of representative pedon could be S_3 not S_2. Using α-cut of 85%, the purity of unit P is 34.4 and 96.9 for S_2 and S_3 classes, respectively. This indicates S_3 class is more reasonable to use for management purposes.

4-Conclusion

In conventional soil surveys, the results of representative pedon are used to management purposes because analyzing all pedons in a map unit is time and cost-consuming. The results suggest that generalization of the results from representative pedon to the whole land unit can be mis-leading considerably. So, finding the methods which is more accurate and closer to reality and also use representative pedon data could be more useful. Fuzzy approach is a good option to solve the problems arises from the biased results when a suitability class lies close to the border of two different classes.

References

Amini Fasakhodi, A., 2006. Application of fuzzy logic inference in regional planning and development studies. Journal of Knowledge and Development 17: 39-61.

Baja, S., Chapman, D.M., Dragovich, D., 2001. A conceptual model for assessing agricultural land suitability at a catchment level using a continuous approach in GIS. Geospatial Information & Agriculture Conference, 17–19 July, Sydney.

Bogaert, P., D'Or, D., 2002. Estimating soil properties from thematic soil maps; the Bayesian maximum entropy approach. Soil Science Society of America Journal 66, 1492–1500.

Bragato, G., 2004. Fuzzy continuous classification and spatial interpolation in conventional soil survey for soil mapping of the lower Piave plain. Geoderma 118, 1–16.

Burrough, P.A., MacMillan, R.A., vanDeursen, W., 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography. Journal of Soil Science 43 (2), 193–210.

Daigle, J.J., Hudnall, W.H., Gabriel, W.J., Mersiovsky, E., Nielson, R.D., 2005. The National Soil Information System (NASIS): designing soil interpretation classes for military land-use predictions. Journal of Terramechanics 42, 305–320.

Davidson, D.A., 1992. The Evaluation of Land Resources. Longman, Harlow.

Guptaa, A.P., R. Harboeb & M.T. Tabucanonc (2000). Fuzzy multiple-criteria decision making for crop area planning in Narmada river basin. Agricultural Systems, 63: 1-18.

Khalil, K.I., Assal, M.H., Fahim, M.M., 1995. The application of GIS to soil survey data. Egyptian Journal of Soil Science 35, 129–145.

Montero Riquelme, F.J. & A. B. Ramos (2005). Land and water use management in vine growing by using geographic information systems in Castilla-La Mancha, Spain. Agricultural Water Management, 77: 82–95.

Nordet, L.C., Jacob, J.S., Wilding, L.P., 1991. Quantifying map unit composition for quality control in soil survey. pp. 183-197. In: Mausbach, M.J., Wilding, L.P. (eds.). Spatial variability of soils and landforms. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Pub. No 28. SSSA Madison, WI.

Phillips, J.D., 2002. Spatial structures and scale in categorical maps. Geographical & Environmental Modelling 6, 41–57.

Riezebos, H.T., 1989. Application of nested analysis of variance in mapping procedure for land evaluation. Soil Use and Management 5, 25–30.

Rogowski, A.S., Wolf, J.K., 1994. Incorporating variability into soil map unit

delineations. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 163-174.

Salehi, M.H., Khademi, H., Givi, J. and Karimian Eghbal, M., 2005. Variability of qualitative land suitability evaluation (parametric method) in a detailed map unit in Farrokhshahr area, Chaharmahal and Bakhtiari Province. Scientific Journal of Agriculture 27 (2): 115-126.

Sarker, R.A. & M.A. Quaddus. 2002. Modelling a nationwide crop planning problem using a multiple criteria decision making tool, Computers & Industrial Engineering, 42: 541-553.

Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA, SCS, US. Govt. Print. Office, Washington, D.C.

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., 1991. Land evaluation, part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium, 247p.

Triantafilis, J., Ward, W.T., McBratney, A.B., 2001a. Land suitability assessment in the Namoi Valley of Australia, using a continuous model. Australian Journal of Soil Research 39, 273–289.

Young, F.J., Hammer, R.D., Williams, F., 1997. Estimation of map unit composition from transect data. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 845-861.

Zhou, H.Z., Macdonald, H.B., Moore, A., 1991. Some cautions on the use of geographic information system (GIS) technology to integrate soil site and area data. Canadian Journal of Soil Science 71, 389–394.

Ziadat, F.M., 2000. Application of GIS and remote sensing for land use planning in the arid areas of Jordan. Ph.D. Thesis, Cranfield University, UK.

Ziadat, F.M. 2007. Land suitability classification using different sources of information: Soil maps and predicted soil attributes in Jordan. Geoderma 140, 73–80.