اثر درصد همپوشانی مجموعه‌های فازی بر روی شاخص خاک در شهر آبیک استان قزوین

لیلا ندرلو[1*]، فریدون سرمدیان[2]، رضا علیمردانی[3]، محمود امید[3] و حسین جوادی کیا[1]

۱ گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه
l.naderloo@razi.ac.ir

۲ گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳ گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

مدل تعیین شاخص خاک با استفاده از روش منطق فازی و سیستم استنتاج ممدانی طراحی شد. این تحقیق در بخشی از اراضی شهرستان آبیک استان قزوین انجام شد. در این مدل فازی هشت خصوصیت خاک جهت بررسی تناسب آن برای محصول گندم با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت. مجموعه‌های فازی هر یک از خصوصیات بر اساس نیازمندی‌های محصول گندم تهیه گردید و جهت بررسی اثر مقادیر موجود نزدیک مرزهای کلاس‌ها بر خروجی سیستم استنتاج فازی درصدهای همپوشانی مختلفی شامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ به مجموعه‌های فازی اعمال شد. نتایج نشان داد که با افزایش درصد همپوشانی مجموعه‌های فازی، دقت رابطه افزایش یافت. به طوری که در رابطه شاخص خاک و عملکرد محصول گندم، همپوشانی ۵۰ درصد مجموعه‌های فازی، بیشترین ضریب تعیین (۰/۹۳) را به خود اختصاص داد. بنابراین درصد همپوشانی مجموعه‌های فازی اثر قابل توجهی بر روی دقت مدل داشت. نقشه منطقه و کلاس واحدهای خاک نیز در درصدهای مختلف همپوشانی مجموعه‌های فازی بدست آمد و با همدیگر مقایسه شدند.

واژه های کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، شاخص خاک، مدل، مجموعه های فازی، ممدانی.

مقدمه

شناسایی مناسب توانایی‌های زمین و اختصاص آنها به بهترین و سودمندترین سامانه های عملیاتی که درآمد پایداری دارند، اهمیت ویژه ای برای جلوگیری از تخریب ساختار اکوسیستم دارد (Rahimi Lake, et al. 2009). پر واضح است که در این راستا باید توجه بیشتر به انتخاب محصولی شود که در ناحیه کشت، بهترین تناسب را داشته باشد. برای برآوردن اصول کشاورزی پایدار باید محصولات را در جایی تولید کرد که بهترین تناسب را برای آنجا داشته باشند و بنابراین، تجزیه و تحلیل تناسب اراضی اولین پیش نیاز در این راه است (Nisar Ahmed et al. 2000). یکی از روش های ارزیابی تناسبت اراضی، روشهای پارامتریک می باشد که در آنها سطوح مختلف محدودیت ویژگی های اراضی مطابق با یک مقیاس عددی که مقدار حداکثر آن معمولاً ۱۰۰٪ و حداقل آن

صفر است، بصورت رتبه بندی عددی بیان می شود (Jafarzadeh, et al. 2008). روش‌های پارامتریک ارزیابی تناسب بر اساس منطق کلاسیک صفر و یک هستند. اما با توجه به این که عوامل مؤثر در حاصلخیزی خاک دارای یک اثر پیوسته بر روی عملکرد گیاه می باشند، بنابراین بررسی آنها با استفاده از منطق صفر و یک منجر به نتایج مبهم و غیر منطبق با واقعیت می شود. در نتیجه استفاده از روش فازی به عنوان یک تکنیک مفید برای تهیه نقشه حاصلخیزی می تواند باشد (Kremenov, 2004). کاربرد تکنیک فازی برای ارزیابی تناسب اراضی بخصوص در کاربردهایی که اختلافات ریز و دقیق در کیفیت خاک دارای سود قابل توجهی هستند، مفید است (Braimoh, et al., 2004). فرایند استنتاج فازی توسط مجموعه قوانین اگر– آنگاه فازی تعریف می شود که شامل قسمت شرطی مقدم و قسمت نتیجه پیامد می باشد. قسمت مقدم متشکل از یک یا چند متغیر می باشد که توسط عملگرهای AND و OR با هم ترکیب می شوند. قسمت نتیجه نیز ممکن است از یک یا چند متغیر تشکیل شده باشد. به عنوان مثال"اگر شوری کم باشد و درصد سدیم تبادلی متوسط باشد آنگاه خاک نسبتاً مناسب خواهد بود" (Reshmidevi et al., 2009). ارزیابی اراضی برای ذرت را بر اساس مجموعه فازی و درون‌یابی توسط برایمو و همکاران انجام شد (Braimoh et al., 2004). مدل فازی بر پایه قوانین برای مدل کردن چرای شدید بر اساس سیستم استنتاج ممدانی، مناسب بودن این مدل را برای مدل کردن چرای احشام تأیید کرد (Salski and Holsten, 2006). منطق فازی برای مدل های بولین جهت ارزیابی دیجیتالی خاک نشان داد که خطاهای پیش بینی کیفی نقشه تناسب بولین، توسط فازی سازی بطور زیادی کاهش پیدا کرد (Gruijter et al., 2010). یک روش فازی مبتنی بر قوانین برای مدل کردن تعامل اجزای پایداری در یک اکوسیستم کشاورزی ارائه شد (Rajaram and Das, 2010). مدل سازی زیستی اقتصادی به منظور ارزیابی عملکرد اقتصادی و اثرات آن بر محیط‌های غیر جاندار و جاندار بکار گرفته شده است که در سیستم فازی آن از استنتاج min-max استفاده شد (Sattler et al., 2010). کاربرد سطح پایین سیستم استنتاج ممدانی برای کار با مجموعه داده‌های بسیار زیاد GIS توسط جاسیویکز طراحی شد (Jasiewicz, 2011).

هدف از این تحقیق، ارائه مدل فازی ممدانی برای تعیین شاخص خاک و بررسی اثر درصد های مختلف همپوشانی مجموعه‌های فازی بر روی آن می باشد بطوری که بتوان بهترین درصد همپوشانی با نتایج دقیق تر را بدست آورد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه این تحقیق، بخشی از شهرستان آبیک استان قزوین در کشور ایران می باشد. وسعت منطقه مورد بررسی ۸۱۷۱/۲۱۷ هکتار بوده و از نظر مختصات جغرافیایی در محدودهٔ طول جغرافیایی "۲۵ ′۲۷ °۵۰ تا "۴۰ ′۳۴ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی "۵۵ ′۵۴ °۳۵ تا "۴۱ ′۱ °۳۶ شمالی واقع شده است. اطلاعات هواشناسی منطقه از ایستگاه کلیماتولوژی باغ کوثر واقع در منطقه گرفته شد (Anonymous, 2010). از نظر آب و هوایی، منطقه مورد مطالعه تقریباً یکسان بوده و تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشته است. بنابراین عامل آب و هوا ثابت فرض شد و در این تحقیق در بررسی وارد نگردید. با توجه به عدم یکنواختی در خاک های یک منطقه به دلیل منشاء تشکیل آنها و استفاده غیر اصولی از کودهای شیمیایی، توان تولید خاک برای یک محصول

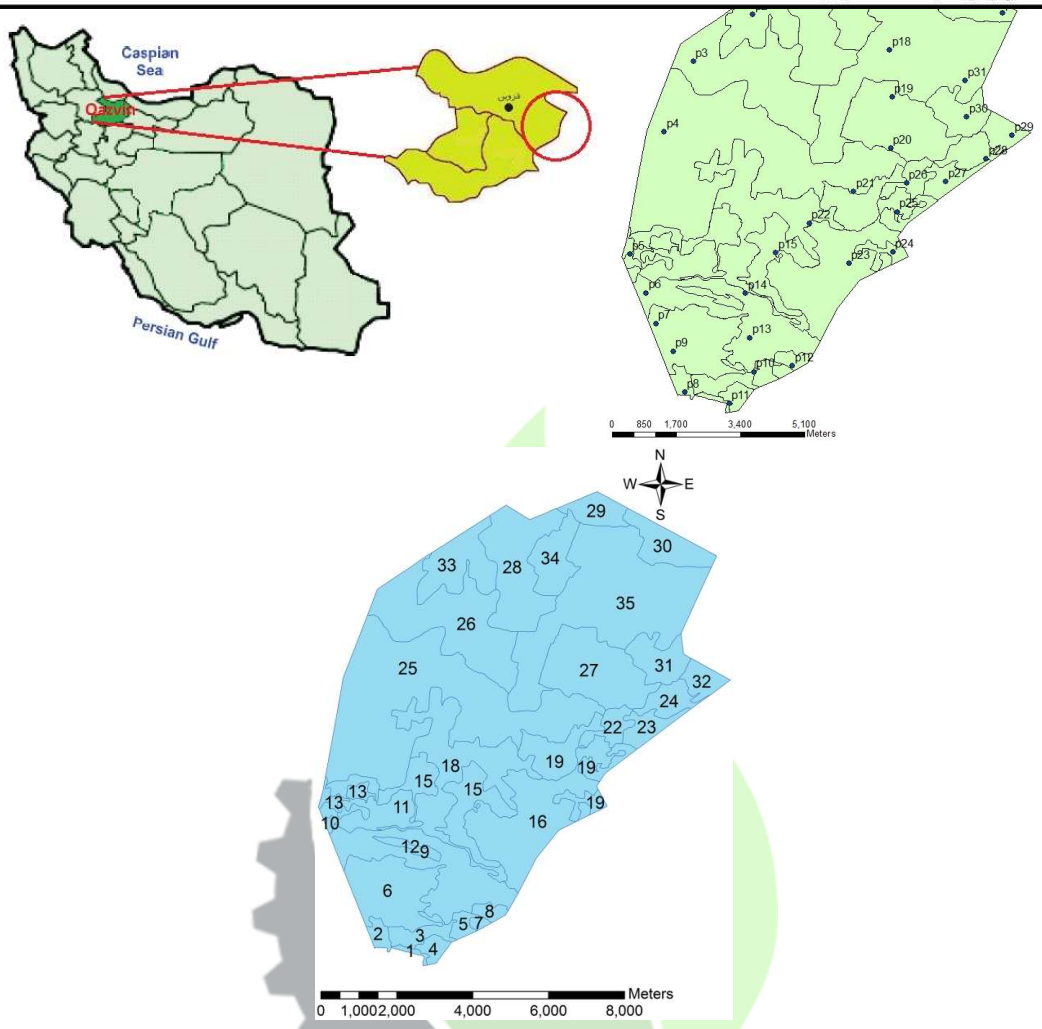
متفاوت خواهد بود. لذا برای مطالعه دقیقتر احتیاج به تفکیک این مناطق به طرق مختلف یا بصورت یک نقشه می‌باشد.

در این مطالعه برای شناسایی و تفکیک واحدهای فتومورفیک ابتدا طبقه‌بندی نظارت نشده بر روی تصاویر انجام گرفت و از تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید. در نهایت با استفاده از نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی نظارت نشده، برای ایجاد ارتباط بین پیکسل‌ها و عوارض روی زمین از خصوصیاتی نظیر تن، بافت، رنگ، شکل و سایر علائم استفاده شد و واحدهای فتومورفیک بر روی تصویر شناسایی و تفکیک شدند. علاوه بر این با انجام بازدیدهای صحرایی، مختصات جغرافیایی نقاط درون هر یک از واحدهای تفکیک شده توسط دستگاه GPS دستی برای تهیه نقشه واقعیت زمینی تعیین گردید. نقشه مذکور در مرحله پایانی برای ارزیابی دقت طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفت. برای کنترل مرز واحدها، نسبت به حفر تعدادی مته و پروفیل درون هر یک از واحدهای پوشش اراضی، بر اساس مساحت آن ها، نوع فیزیوگرافی، درصد و جهت شیب و نوع مواد مادری اقدام گردید. در نهایت تعداد ۳۲ پروفیل ار بین نقاط بررسی شده برای مطالعات دقیق تر انتخاب شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز از نتایج آزمایش‌ها حاصل شد (Younesi et al., 2010). این منطقه در نهایت به ۳۵ واحد خاک تفکیک شد. محل حفر پروفیل ها و نتایج آزمایشات به نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ArcGis10 وارد گردید و نقشه‌هایی از منطقه تهیه گردید. شکل ۱ نقشه منطقه، محل حفر پروفیل‌ها و واحدهای خاک را نشان می دهد.

۱- عملکرد گندم و نیازمندی های آن

از آنجایی که سطح وسیعی از ایران زیر کشت گیاه گندم می باشد، گندم به عنوان یک محصول استراتژیک محسوب می شود. بنابراین بیشتر از محصولات دیگر نیاز به ارزیابی توان تولیدی برای دستیابی به عملکرد بالا را دارد. جهت بدست آوردن عملکرد محصول گندم آبی در منطقه مورد مطالعه، از اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان در محدوده پروفیل‌های حفر شده استفاده شد.

با توجه به اینکه بخشی از منطقه به علت شوری بیش از حد خاک قابل کشت نبوده و به صورت مرتع بوده و محصولی در آن جا کشت نمی شد، عملکرد مورد انتظار آن نواحی، در این تحقیق با توجه به میزان شوری خاک آن و با استفاده از رابطه خطی ماس و هافمن (Maas and Hoffman, 1977) برآورد شد. به گفته آنها عملکرد نسبی یک گیاه زراعی در یک شوری معین با یک معادله خطی بدست می‌آید. بنابراین با دانستن میزان کاهش عملکرد گندم در دو شوری مختلف معادله آن مشخص شده و عملکرد نسبی یک محصول در مقادیر شوری‌های دیگر تخمین زده شد (Mac Williams, 2003; Soltanpour and follet, 2001; Ayers and Westeat, 1985).



شکل ۱- نقشه منطقه، محل حفر پروفیل ها و واحدهای خاک

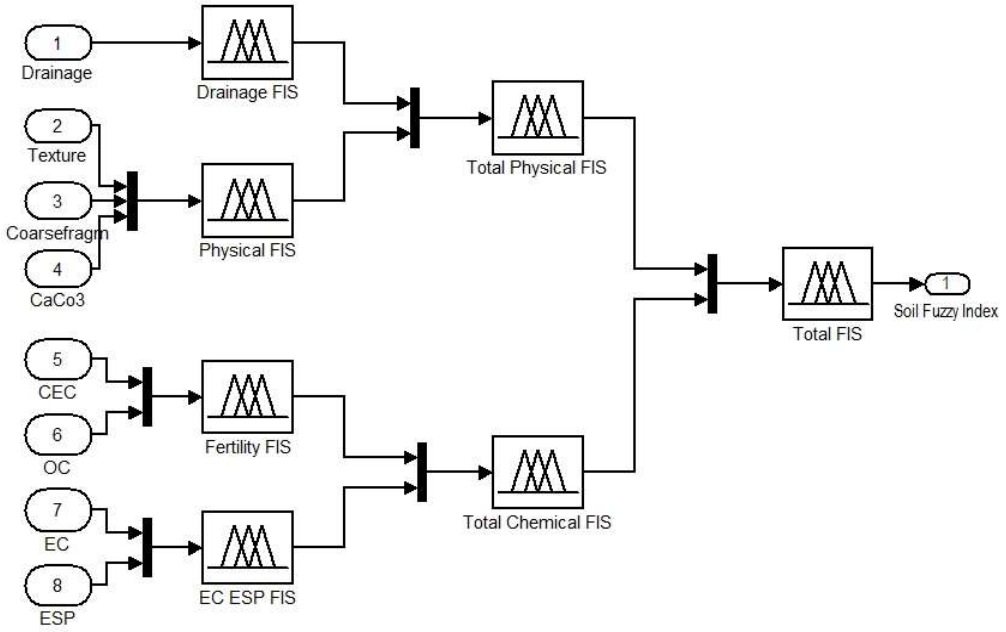
در این تحقیق با توجه به تغییرات تقریباً ثابت یا بسیار کم خصوصیات شیب، سیل گیری، عمق خاک، درصد گچ و مقدار pH خاک، هشت خصوصیت خاک شامل زهکشی، بافت خاک، درصد سنگریزه، کربنات کلسیم (آهک)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)، کربن آلی (OC)، شوری (EC) و درصد قلیائیت خاک (ESP) جهت بررسی تناسب خاک برای محصول گندم و ایجاد مدل فازی تعیین شاخص خاک در نظر گرفته شد. فاکتورهای وزنی یا شاخص های تصحیح عمق نیز برای هر خصوصیت در هر پروفیل اعمال شد.

۲- مدل فازی طراحی شده برای تعیین شاخص خاک

در این تحقیق برای طراحی مدل فازی از جعبه ابزار فازی نرم افزار MATLAB استفاده شد (MATLAB, 2010). سیستم استنتاج فازی (FIS) استفاده شده در این تحقیق بر اساس سیستم استنتاجی ممدانی می باشد (Mamdani and Assilian, 1975). فرایند استنتاج بر اساس سیستم استنتاج ممدانی از چند مرحله تشکیل شده است (Vahidnia et al., 2010). در مرحله

اول درجه عضویت هر ورودی به مجموعه فازی مناسب آن تعیین می شود. در مرحله دوم عملگرهای فازی اعمال می‌گردد. هنگامی که قسمت مقدم قانون بیشتر از یک بخش بود، از عملگرMIN برای تعیین یک عدد فازی از متغیرهای ورودی فازی شده استفاده شد. در مرحله سوم روش استنباط اعمال می گردد. در مرحله چهارم نتایج انفرادی قوانین باید با هم ترکیب شوند تا تصمیم بر اساس همه قوانین در استنتاج گرفته شود که در این تحقیق از عملگر MAX استفاده شد. مرحله پنجم غیر فازی سازی است. مجموعه فازی ترکیب شده شامل محدوده ای از مقادیر خروجی می باشد که در نهایت یک خروجی دقیق و غیر مبهم حاصل می شود که در این تحقیق از روش مرکز ثقل برای غیرفازی سازی استفاده شد. اگر یک FIS سه ورودی و هر کدام پنج تابع عضویت داشته باشند، تعداد قوانین 5^3 یعنی ۱۲۵ خواهد شد. اگر تعداد ورودی‌ها بیشتر از سه شود، تعداد قوانین به همان نسبت افزایش خواهد یافت و ایجاد مجموعه قوانین فازی از طریق دانش فرد خبره کاری مشکل و خسته کننده می‌گردد. به علت تعداد زیاد خصوصیات مورد بررسی در این مقاله (۸ ورودی)، از چندین FIS با حداکثر سه ورودی استفاده شد. برای طراحی مدل فازی، در مرحله اول، چهار FIS مطابق شکل ۲ طراحی شد و مجموعه‌های فازی و قوانین آن مطابق با چارچوب نیازمندی‌های خاک و زمین برای محصول گندم ایجاد شد (Sys, 1985). مطابق شکل ۲، FIS زهکشی شامل خصوصیت زهکشی، FIS فیزیکی شامل بافت خاک، درصد سنگریزه و درصد آهک، FIS حاصلخیزی شامل CEC و OC و FIS شوری و قلیائیت شامل مقدار EC و درصد ESP بود.

در مرحله دوم سه FIS ایجاد شد. مطابق شکل ۲، FIS فیزیکی کل ترکیب FIS زهکشی و فیزیکی بوده و FIS شیمیایی کل ترکیب FIS حاصلخیزی و FIS شوری و قلیائیت بود. در مرحله سوم یک FIS که ورودی‌های آن خروجی FIS های فیزیکی کل و شیمیایی کل بود، طراحی شد و خروجی آن عددی بین صفر تا ۱۰۰ بود که درجه تناسب آن واحد ارضی را به محصول گندم مشخص می کرد.



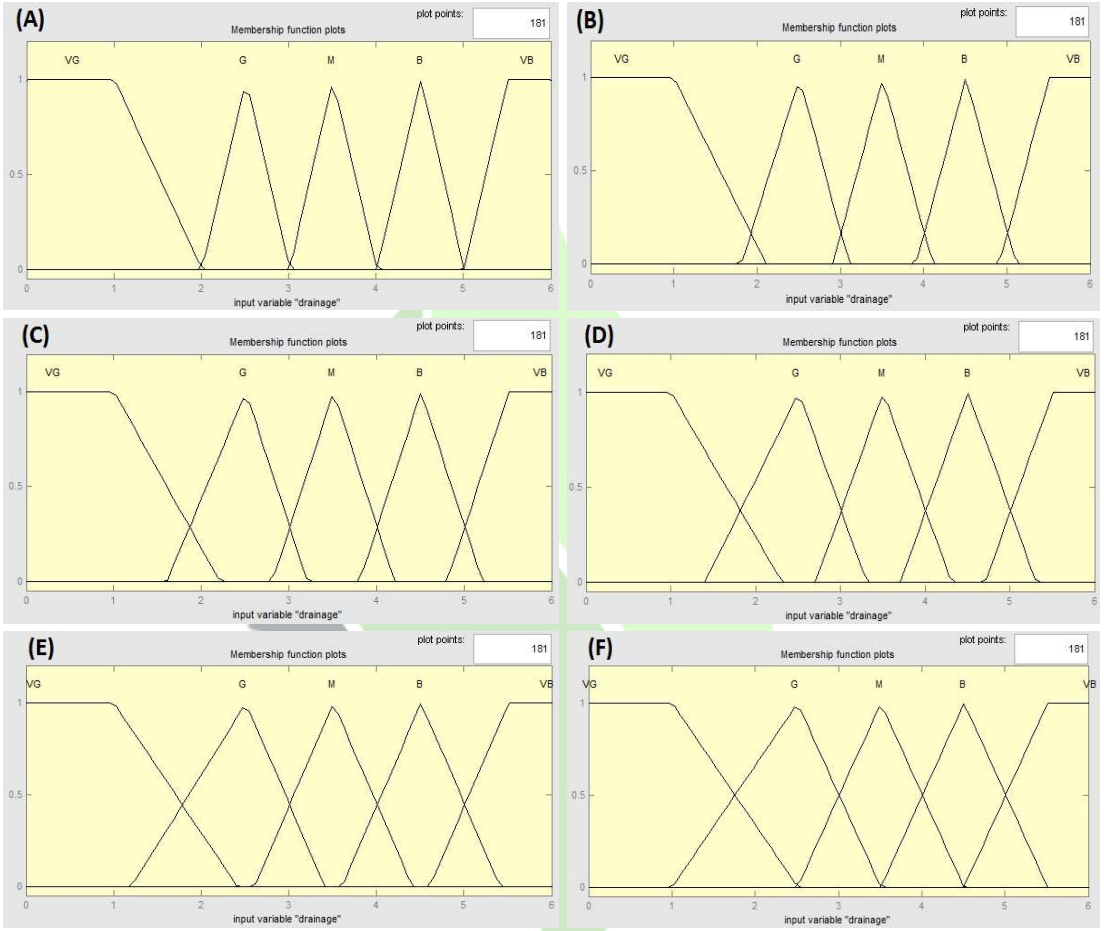
شکل ۲- مدل فازی طراحی شده برای تعیین شاخص خاک و چگونگی شرکت ورودی ها

مجموعه‌های فازی و قوانین سیستم استنتاج فازی طراحی شده، بر اساس دانش منطبق بر نیازمندی‌های خاک و نمای زمین برای محصول گندم (Sys, 1985) تنظیم شد. مقادیری از ویژگی‌های مورد بررسی که برای محصول گندم خیلی خوب، خوب، متوسط، بد و خیلی بد می باشد، به ترتیب با حرف VG، G، M، B و VB مشخص شد. در مواردی که مقادیری از ورودی بر اساس نیازمندی های خاک و نمای زمین برای گندم، کلاسی معرفی نشده است، مجموعه فازی به آن اختصاص داده نشده است. برای مقادیر خیلی خوب و خیلی بد به ترتیب از تابع Z وS شکل و برای مقادیر بین آنها از توابع نوع مثلثی استفاده شد. در خروجی سیستم استنتاج فازی، توابع از نوع مثلثی انتخاب شدند. در خروجی سیستم استنتاج فازی که مقادیر فازی ورودی سیستم را به مقدار قطعی غیر فازی تبدیل می کند، مقداری بین صفر تا ۱۰۰ بدست می‌آید. برنامه طوری نوشته شد که خروجی (میزان مناسب بودن) می‌توانست بصورت کلاس بندی شده (S1، S2، S3، N1 وN2) و یا بصورت عددی (صفر تا ۱۰۰) باشد.

۳- ایجاد مجموعه های فازی با درصد همپوشانی‌های مختلف

جهت بررسی اثر مقادیر موجود نزدیک مرزهای کلاس‌ها بر خروجی سیستم استنتاج فازی، همپوشانی‌های مختلفی با درصدهای صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ به مجموعه‌های فازی ایجاد و اعمال شد و نتیجه آن در قسمت خروجی بررسی شد. با ایجاد مجموعه‌های فازی با درصد همپوشانی‌های دیگر سیستم استنتاج فازی می‌تواند مقادیر نزدیک مرزها را بر اساس دانش منطبق بر

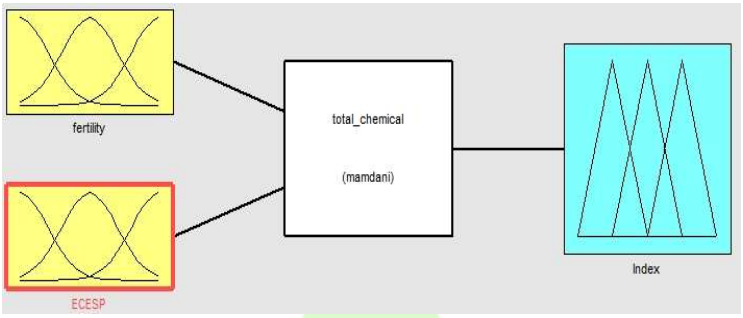
نیازمندی‌های محصول گندم کلاس بندی نماید. شکل ۳ مجموعه‌های فازی ورودی زهکشی با همپوشانی‌های مختلف از صفر تا ۵۰ درصد را نشان می‌دهد.



شکل ۳– مجموعه های فازی خصوصیت زهکشی با همپوشانی های مختلف: (A) صفر درصد، (B) ۱۰ درصد، (C) ۲۰ درصد، (D) ۳۰ درصد، (E) ۴۰ درصد و (F) ۵۰ درصد

برای تبیین بهتر، دیاگرام ورودی و خروجی FIS شیمیایی کل در شکل ۴ آورده می‌شود. با توجه به اینکه این FIS دارای دو ورودی و هر یک پنج مجموعه فازی می باشد، ۲۵ قانون خواهد داشت و خروجی آن مقداری بین صفر تا ۱۰۰ خواهد بود. خروجی نهایی مدل عددی بین صفر تا ۱۰۰ می‌دهد که به عنوان شاخصی برای میزان مناسب بودن خاک می‌باشد. بر این اساس مطابق طبقه بندی فائو، شاخص صفر تا ۱۲/۵ نشان دهنده نامناسب بودن خاک (N1)، شاخص ۱۲/۵ تا ۲۵ نشان دهنده نامناسب بودن

خاک در آینده قابل پیش بینی (N2)، شاخص ۲۵ تا ۵۰ نشان دهنده متوسط بودن خاک (S3)، شاخص ۵۰ تا ۷۵ نشان دهنده مناسب بودن خاک (S2) و شاخص ۷۵ تا ۱۰۰ نشان دهنده بسیار مناسب بودن خاک (S1) می باشد.



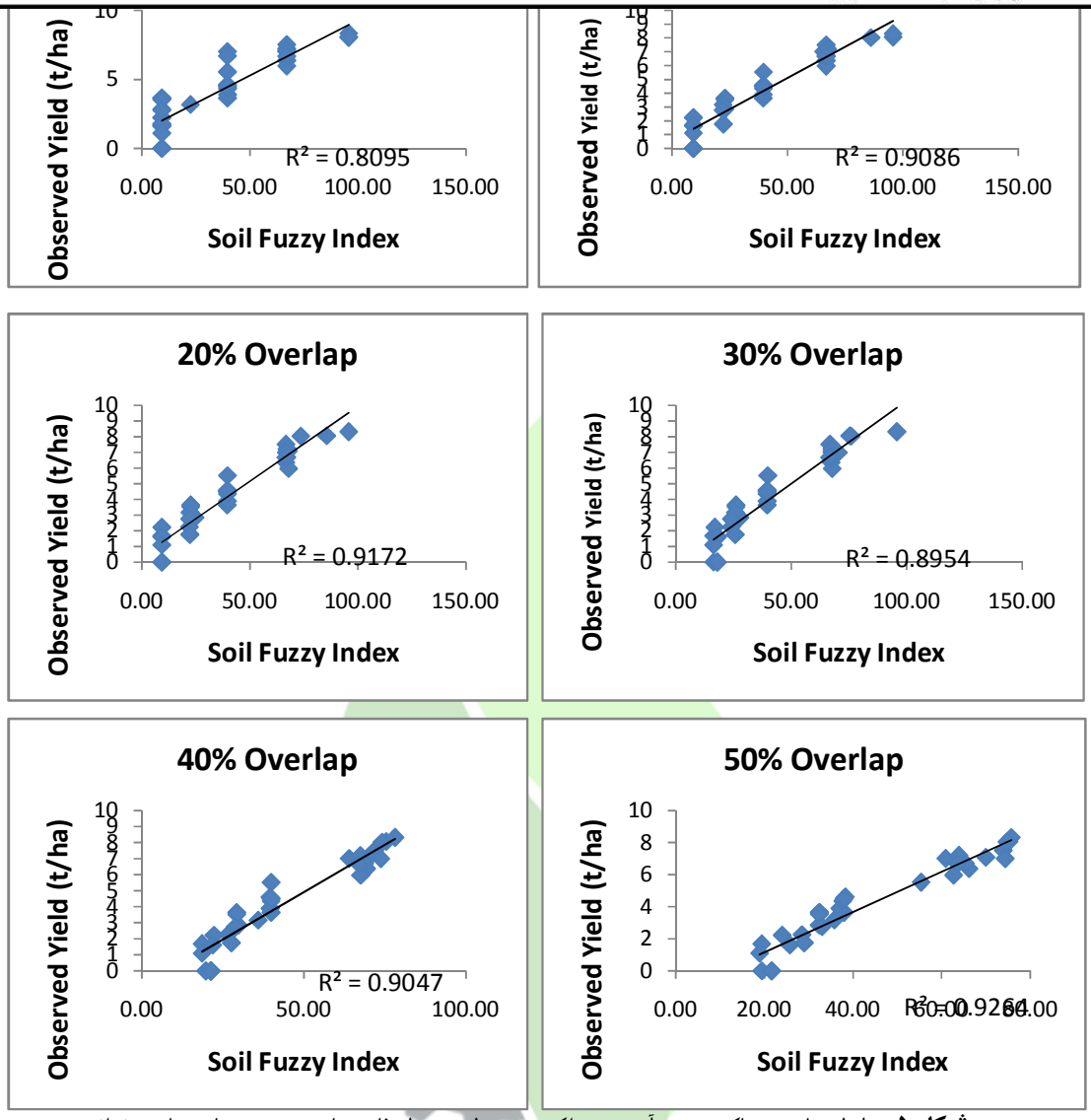
شکل ۴- سیستم استنتاج فازی مربوط به خصوصیات شیمیایی کل(Total Chemical FIS)

نتایج و بحث

جدول ۱ ویژگیهای تجزیه ای پروفیل های خاک برای واحدهای خاک را نشان می دهد. مهمترین عوامل محدود کننده در واحدهای خاک دارای کلاس پایین، شوری خاک و قلیاییت بود. در واحدهایی از خاک که از نظر شوری و دیگر عوامل در محدوده مناسب بودند، وجود آهک زیاد عامل محدودیت بود. نمودارهای رابطه شاخص خاک بدست آمده در روش فازی با درصدهای مختلف همپوشانی مجموعه‌های فازی با عملکرد محصول در شکل ۵ مشاهده می‌شود که در آن شاخص خاک عددی بین صفر تا ۱۰۰ و عملکرد محصول بر حسب تن بر هکتار می‌باشد. در همپوشانی صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد ضریب تعیین به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۹۱، ۰/۹۲، ۰/۹۰، ۰/۹۰ و ۰/۹۳ بدست آمد. این نتایج نشان می‌دهد که در همپوشانی ۵۰ درصد مجموعه‌های فازی بیشترین دقت (R^2=۰/۹۳) حاصل شد. بنابراین همپوشانی ۵۰ درصد برای طراحی مدل فازی بهتر بوده و دقت مدل را افزایش می-دهد. برایمو و همکاران ارزیابی اراضی برای ذرت را بر اساس مجموعه فازی و درون‌یابی انجام دادند و ضریب تعیین شاخص بدست آمده با عملکرد ۰/۸۷ بدست آمد (Braimoh, et al., 2004). کشاورزی (۱۳۸۸) در ارزیابی تناسب اراضی برای محصول گندم، ضریب تعیین ۰/۹۱ برای روش روابط فازی با عملگر رووان بدست آورد. در شکل ۶ نقشه منطقه و کلاس واحدهای خاک در مدل فازی با درصد همپوشانی‌های مختلف مجموعه‌های فازی نشان داده شده است که در آن (A) صفر، (B) ۱۰، (C) ۲۰، (D) ۳۰، (E) ۴۰ و (F) ۵۰ درصد همپوشانی مجموعه‌های فازی مدل ارزیابی تناسب خاک را در مدل فازی طراحی شده دارا می‌باشند.

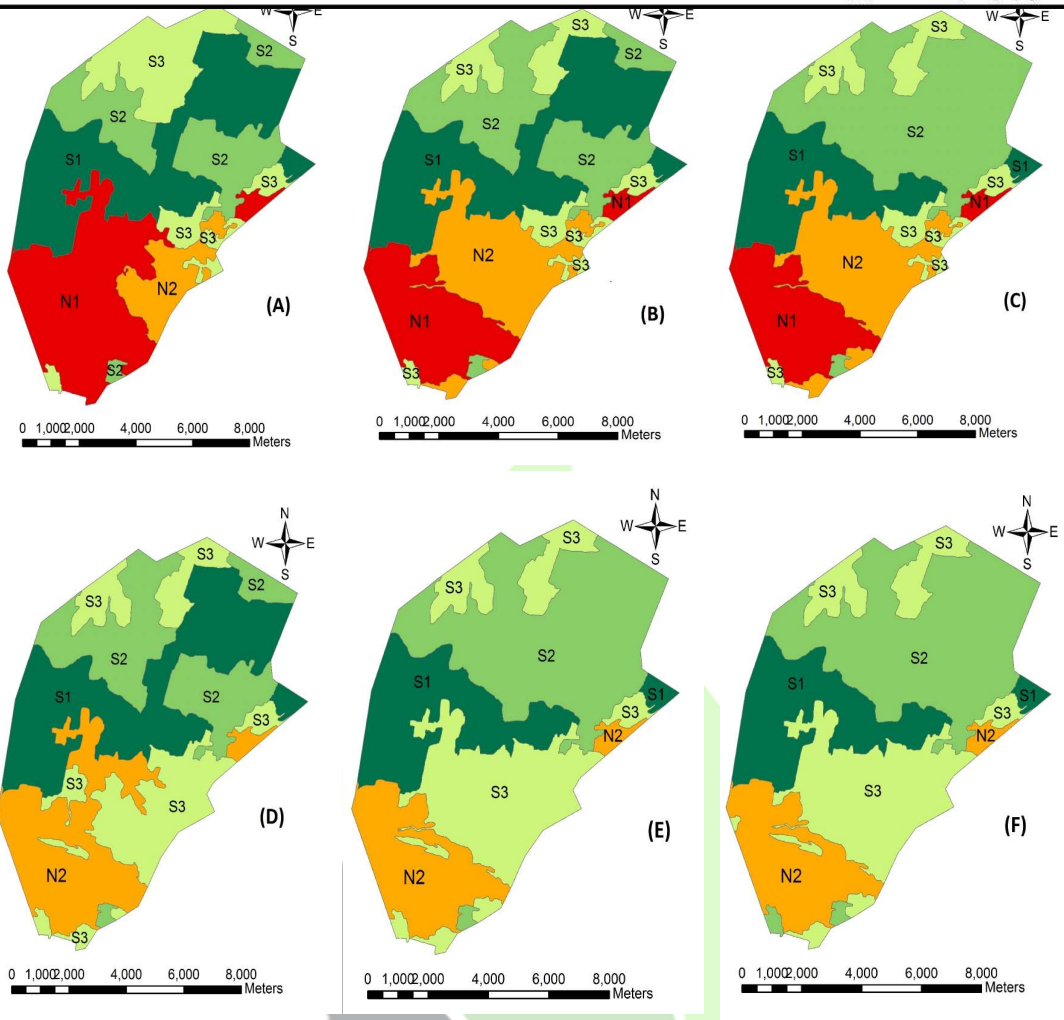
جدول ۱- ویژگی های تجزیه‌ای پرو فیل‌های خاک برای واحدهای خاک در منطقه مورد مطالعه

واحد	زهکشی	بافت (کلاس)	سنگریزه (٪)	CaCo3 (%)	CEC (meq/100g)	OC (%)	EC (ds/m)	ESP (%)
۱	متوسط	رس سیلتی	۰	۱۴/۷۲	۳۱/۳۷	۱/۲۷	۱۳/۱۹	۲۲/۰۹
۲	خوب	لوم	۰	۱۳/۴۸	۳۰/۵۱	۱/۲۶	۵/۶۴	۴/۳۹
۳	خوب	لوم رسی	۰	۱۵/۵۰	۳۰	۰/۶۷	۶۳/۸۳	۷۱/۷۹
۴	متوسط	رس سیلتی	۰	۱۴/۷۲	۳۱/۳۷	۱/۲۷	۱۳/۱۹	۲۲/۰۹
۵	خوب	لوم شنی	۳/۵۷	۳۴/۰۸	۲۷/۳۳	۲/۴۷	۲/۴۲	۱۱/۴۹
۶	متوسط	لوم شنی رسی	۰	۱۳/۳۱	۲۵/۶۸	۰/۵۹	۳۶/۷۹	۵۰/۰۶
۷	متوسط	سیلتی	۰	۱۵/۵۱	۲۴/۳۳	۰/۸۸	۱۳/۸۵	۲۵/۷۴
۸	متوسط	لوم شنی	۰	۱۶/۲۹	۱۷/۳	۰/۴۸	۱۴/۵۲	۲۹/۳۹
۹	متوسط	لوم	۰/۹۱	۱۵/۳۲	۲۷/۲۵	۰/۹۶	۲۶/۸۰	۳۱/۷۲
۱۰	متوسط	لوم شنی رسی	۰	۱۷/۶۴	۲۴/۵۰	۱/۴۷	۲۵	۳۰/۸۴
۱۱	متوسط	لوم شنی	۰	۲۱/۲۹	۱۹/۷	۱/۹۲	۲۷/۱۰	۲۸/۱۵
۱۲	متوسط	رس سیلتی	۰	۱۴/۷۲	۳۱/۳۷	۱/۲۷	۱۳/۱۹	۲۲/۰۹
۱۳	متوسط	لوم شنی	۰	۲۱/۲۹	۱۹/۷	۱/۹۲	۲۷/۱۰	۲۸/۱۵
۱۴	متوسط	لوم شنی	۰	۲۱/۲۹	۱۹/۷	۱/۹۲	۲۷/۱۰	۲۸/۱۵
۱۵	متوسط	لوم شنی	۰	۲۴/۹۸	۱۴/۷۳	۲/۰۲	۱۴/۳۱	۲۵/۰۴
۱۶	ضعیف	لوم رسی	۰	۳۸/۴۸	۲۷/۵۶	۰/۸۴	۷/۴۰	۴۳/۴۹
۱۷	متوسط	لوم شنی	۰	۲۴/۹۸	۱۴/۷۳	۲/۰۲	۱۴/۳۱	۲۵/۰۴
۱۸	متوسط	لوم رسی	۰	۲۹/۸۳	۲۱/۸۹	۱/۱۵	۱۱/۳۹	۳۰/۷۱
۱۹	خوب	لوم شنی	۰	۳۰/۹۳	۱۵/۹۹	۱/۴۳	۵/۳۲	۲۱/۵۶
۲۰	خوب	لوم شنی	۵/۳۶	۳۷/۶۲	۲۵/۳۹	۳/۱۵	۲/۹۵	۱۵/۹۴
۲۱	خوب	لوم شنی رسی	۰	۴۱/۱۶	۳۰/۱۳	۲/۴۰	۲/۸۲	۱۴/۳۷
۲۲	خوب	لوم رسی	۰	۳۹/۸۸	۳۲/۹۴	۲/۷۷	۳/۴۴	۱۷/۰۸
۲۳	خیلی ضعیف	رسی	۰	۵۰/۵۸	۳۴/۳۷	۱/۱۶	۳/۲۶	۳۰/۳۱
۲۴	متوسط	رسی	۰	۵۵/۳۳	۲۹/۰۵	۳/۷۱	۴/۲۷	۲۶/۱۴
۲۵	خوب	لوم شنی	۰	۲۲/۴۵	۲۵/۶۵	۱/۸۵	۱/۴۵	۵/۱۹
۲۶	خوب	لوم شنی رسی	۲۶/۹	۱۳/۶۹	۲۳/۹۴	۱/۸۲	۱/۷۶	۴/۵۴
۲۷	متوسط	لوم شنی رسی	۰	۲۲/۱۶	۳۰/۵۲	۱/۶۴	۱/۹۷	۷/۵۲
۲۸	خوب	لوم رسی	۰	۲۶/۸۸	۲۳/۷۹	۰/۹۹	۱/۶۱	۳/۸۳
۲۹	خوب	لوم	۵۰/۵۹	۱۴/۱۲	۱۰/۴۲	۱/۸۹	۱/۱۱	۲/۵۵
۳۰	خوب	لوم	۲۰/۲۴	۱۸/۶۶	۱۶/۷۹	۱/۵۱	۱/۹۰	۵/۷۷
۳۱	خوب	لوم رسی	۰	۲۶/۹۹	۳۱/۲۲	۱/۰۹	۱/۳۸	۲/۵۹
۳۲	خوب	لوم رسی	۱۰/۷۱	۱۹/۹۱	۲۱/۷۴	۲/۶	۱/۶۲	۵/۷۵
۳۳	خوب	لوم شنی	۲۴/۵۶	۱۴/۱۸	۲۴/۶۱	۰/۹۵	۲/۴۲	۲/۹۵
۳۴	خوب	لوم شنی	۰	۳۰/۹۳	۱۵/۹۹	۱/۴۳	۵/۳۲	۲۱/۵۶
۳۵	خوب	سیلتی	۸/۵۳	۲۱/۰۹	۲۷/۷۱	۱/۶۹	۲/۳۷	۵/۶۲



شکل ۵– رابطه شاخص خاک بدست آمده و عملکرد محصول در مدل فازی با درصد همپوشانی های مختلف

از شکل ۶ می‌توان دریافت که با افزایش همپوشانی مجموعه‌های فازی از صفر تا ۵۰ درصد از تعداد واحدهای بسیار نامناسب خاک کاسته شده است و کلاس برخی واحدها از N2 به N1 و برخی دیگر از N2 به S3 ارتقا یافته است. اما برخی از واحدهای خاک نیز از کلاس S1 به کلاس S2 تنزل یافته‌اند. از این رو می‌توان گفت کلاس واحدهای خاک در روش فازی بستگی به مقدار خصوصیات خاک و همچنین قانون موجود در سیستم استنتاج فازی دارد. نتایج شاخص خاک بدست آمده در روش فازی در قسمت (F) با همپوشانی ۵۰ درصد بیشترین همبستگی را با عملکرد محصول داشته و در نتیجه ضریب تعیین مناسبتری نیز داشته است و برای طراحی مدل فازی مناسبتر می‌باشد.



شکل ۶– نقشه کلاس واحدهای خاک منطقه در مدل فازی با همپوشانی های مختلف مجموعه‌های فازی: (A) صفر درصد، (B) ۱۰ درصد، (C) ۲۰ درصد، (D) ۳۰ درصد، (E) ۴۰ درصد، (F) ۵۰ درصد

نتیجه گیری

در مدل فازی بر مبنای روش استنتاج ممدانی برای بدست آوردن شاخص خاک، مجموعه‌های فازی با درصد همپوشانی‌های مختلف از صفر تا ۵۰ درصد طراحی شدند. رابطه شاخص خاک و عملکرد محصول گندم، در همپوشانی ۵۰ درصد مجموعه‌های فازی بیشترین دقت (R^2=۰/۹۳) را نسبت به درصد های همپوشانی دیگر به خود اختصاص داد. این نتایج نشان داد که با افزایش همپوشانی مجموعه های فازی از صفر تا ۵۰ درصد دقت رابطه بهبود یافت. بنابراین همپوشانی ۵۰ درصد برای طراحی مدل فازی بهتر بوده و بیشترین دقت مدل را حاصل کرد. نقشه منطقه و کلاس واحدهای خاک در مدل فازی با درصدهای مختلف همپوشانی مجموعه‌های فازی نیز بدست آمد و با همدیگر مقایسه شد.

منابع

۱. یونسی، ش. ۱۳۸۹. ارزیابی اگرو–اکولوژیکی زمین با استفاده از مدل Melpro در بخشی از اراضی آبیک. پایان نامه کارشناسی ارشد در گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

2. Anonymous. 2010. Iran meteorological organization, available from:
3. http://www.irimo.ir/english/monthly& annual/clima/admin2.asp?CODE=22
4. Ayers, R.S. and D.W. Westeat. 1985. Water quality for agriculture, Irrigation and drainage paper: No-29, Rev. 1, FAO, Rome.
5. Braimoh, A.K., P.L. Vlek and A. Stein. 2004. Land evaluation for maize based in fuzzy set and interpolation. Environmental Management 33(2): 226-238.
6. Gruijter, J.J.d., D.J.J. Walvoort and G. Bragato. 2011. Application of fuzzy logic to Boolean models for digital soil assessment. Geoderma 166: 15–33.
7. Jafarzadeh, A.A., P. Alamdari, M. R. Neyshabouri and S. Saedi. 2008. Land suitability evaluation of Bilverdy research station for wheat, barley, alfalfa and safflower. Soil and Water Research 3: S81-S88.
8. Jasiewicz, J. 2011. A new GRASS GIS fuzzy inference system for massive data analysis. Computers and Geosciences 37: 1525–1531.
9. Kremenov, O. 2004. Fuzzy Modeling of Soil Maps. Helsinki University of technology department of surveying. pp 81.
10. Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – cur assessment, Journal of Irrigation and Drainage Division. American Society Civil Engineers 103: 115-134.
11. Mac Williams, D. 2003. Soil salinity and sodicity limits efficient plant growth and water use, New Mexico State University, cooperative extention service, Guide A-140.
12. Mamdani, E.H. and S. Assilian. 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man-Machine Studies 7: 1–13.
13. MATLAB. 2010. The Mathworks Inc, Fuzzy TOOLBOX, MATLAB Software.
14. Nisar Ahamed, T.R., K.R. Gopal and J.S. Murthy. 2000. GIS- based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. Agricultural Systems 63: 75-95.
15. Rahimi Lake, H., R.M. Taghizadeh, A. Akbarzadeh and H. Ramezanpour. 2009. Qualitative and quantitive alnd suitability for Olive (Olea europaea L.) production in Roodbar region, Iran. Medwell 4(2): 52-62.
16. Rajaram, T. and A. Das. 2010. Modeling of interactions among sustainability components of an agro-ecosystem using local knowledge through cognitive mapping and fuzzy inference system. Expert Systems with Applications 37: 1734–1744.
17. Reshmidevi, T.V., T.I. Eldho and R. Jana. 2009. A GIS- integration fuzzy rule- based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds. Agricultural Systems 101: 101-109.
18. Salski, A. and B. Holsten. 2006. A fuzzy and neuro-fuzzy approach to modelling cattle grazing on pastures with low stocking rates in Central Europe. Ecological Informatics 1: 269 – 276.
19. Sattler, C., U.J. Nagel, A. Werner and P. Zander. 2010. Integrated assessment of agricultural production practices to enhance sustainable development in agricultural landscapes. Ecological Indicators 10: 49–61.
20. Soltanpour, P.N. and R.H. Follet. 2001. Crop tolerance to soil salinity, Colorado State University, cooperative extention.
21. Sys, C. 1985. Land evaluation, part I,II, III. ITC, University of Ghent, Belgium, 343pp.
22. Vahidnia, M.H., A.A. Alesheikh, A. Alimohammadi and F. Hosseinali. 2010. A GIS-based neuro-fuzzy procedure for integrating knowledge and data in landslide susceptibility mapping. Computers and Geosciences 36: 1101–1114.

The effect of overlapping percent for fuzzy sets on soil index in Abyek town of Qazvin province

Leila Naderloo[1*], Fereydoon Sarmadian[2], Reza Alimardani[3], Mahmoud Omid[3] and Payam Javadikia[1]

1- Department of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Science, Razi University, Kermanshah, Iran. l.naderloo@razi.ac.ir
2- Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Science, University of Tehran, Iran.
3- Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, College of Agriculture and Natural Science, University of Tehran, Iran.

Abstract

Model of soil index determination was designed using fuzzy logic and Mamdani inference system. This research was done in Abyek town in Qazvin province. In this fuzzy model, eight properties of soil were investigated to evaluate the suitability of soil for winter wheat using GIS. Fuzzy sets of each property were prepared based on the requirements of the winter wheat. Different percentage of overlapping for fuzzy sets as 10, 20, 30, 40 and 50 were applied to the fuzzy sets for studying the effect of values near the boundary on the output of fuzzy inference system. The results showed that the accuracy of the model was changed by increasing the percentage of overlapping fuzzy sets. So that the overlapping of 50% for fuzzy sets were allocated the highest coefficient of determination (R^2= 0.93) in the relationship between soil and yield of wheat. Thus the percentage of overlapping for fuzzy sets had a significant effect on the accuracy of the model. Classification map of soil units were also obtained in different percentage of overlapping for fuzzy sets and compared with each other.

Keywords: GIS, Soil index, Model, Fuzzy sets, Mamdani.