فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال نهم، شماره ۳۰، بهار ۱۳۹٤

پهنه بندی استان لرستان از دیدگاه جایابی خاک چال‌های شهری

احسان مختاری[۱] ، ماشاءالله خامه چیان[۲]، غلامعلی منتظر[۳]، محمدرضا نیکودل[٤]

۱- استادیار زمین شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر، Mokhtari.e@Gmail.com
۲- استاد گروه زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- دانشیار گروه مهندسی فناوری اطلاعات، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
٤- استادیار گروه زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ پذیرش : ۹۲/۳/۳۱ تاریخ تصویب ۹۳/٤/۵

چکیده

اگرچه گزینه‌های مختلفی از قبیل خاک چال‌ها، سوزاندن زباله‌ها، تبدیل به کود و تجزیه بی‌هوازی برای دفع پسماندهای شهری وجود دارد ولی معمول ترین روش در کشورهای در حال توسعه روش دفن زباله است. انتخاب جایگاه مناسب برای خاک چال‌ها یکی از مهمترین بخش‌های فرایند دفن زباله است. روش‌های مختلفی برای جایابی خاک چال‌ها در منابع معرفی شده است. طی فرایند جایابی خاک چال ها، با استفاده از پارامترهای مختلف شامل لایه های اطلاعاتی رقومی شده زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، پوشش گیاهی، مناطق مسکونی، راه ها، مناطق محافظت شده، منابع آب زیرزمینی، سدها، شبکه آبراهه‌ها، بارش و تبخیر، فرایند جایابی صورت می گیرد. در این مقاله سه روش شامل روش وزن دهی تجمعی ساده، روش فازی و روش دورگه عصبی - فازی(ANFIS) برای جایابی خاک چال‌های شهری استان لرستان بکار گرفته شد و نتایج به دست آمده از این سه روش با هم مقایسه گردید. جهت سنجش میزان اعتبار نتایج به دست آمده از روش های مختلف، با انجام مطالعات میدانی شرایط طبیعی زمین با نقشه های تهیه شده مقایسه شد. نقشه‌های تهیه شده به روش وزن دهی تجمعی و فازی به ترتیب دارای ٤۳ و ٦۵ درصد انطباق با شرایط واقعی زمین هستند در حالیکه نقشه روش دورگه عصبی - فازی دارای انطباق ۵۵ درصدی با شرایط طبیعی است.

واژگان کلیدی: خاک چال، زمین شناسی، محیط زیست، وزن دهی تجمعی ساده ، روش عصبی- فازی، لرستان.

مقدمه

انتخاب جایگاه مناسب برای خاک چال‌ها یکی از مهمترین بخش های فرایند دفن زباله است. انتخاب مکان مناسب می تواند هزینه ساخت و اجرای یک خاک چال را کاهش دهد (Ojha et al. 2007). جایابی علمی خاک چال‌های شهری متضمن کاهش هزینه ها، کارکرد ایمن خاک چال مهندسی و کنترل آلودگی ناشی از نشت شیرابه است (Cao et al. 2006). روش‌های مختلفی برای جایابی خاک چال ها در منابع معرفی شده است (Halvadakis 1993). استفاده از دیاگرام، دسته بندی خاکستری‌سیستم های خبره، سیستم اطلاعات جغرافیایی‌و روش تحلیل سلسله مراتبی تعدادی از این روش ها هستند(اوغانی و همکاران ۱۳۹۲). سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک سیستم مدیریت پایگاه‌داده های رقومی است که برای مدیریت حجم زیادی از داده های فضایی با منشأ گوناگون طراحی شده است. این سیستم به دلیل ذخیره، بازیابی، آنالیز و نمایش داده ها بر اساس خواسته کاربر برای مطالعات جایابی بسیار آرمانی است (نیازخانی و لطیفی ۱۳۹۳). GIS هزینه‌های فرایند جایابی خاک چال ها را بسیار کاهش می‌دهد و فرایند را آسان می‌سازد (Sener et al. 2006). همراه شدن GIS با منطق فازی، وزن دهی تجمعی ساده (SAW) و روش آنالیز سلسله مراتبی (AHP) در فرایند جایابی بطور گسترده در

جهان مورد استفاده قرار گرفته است (Kao et al. 1997). سیستم اطلاعات جغرافیایی را همراه با روش AHP در فرایند جایابی بکار برد. تئوری مجموعه‌های فازی را در فرایند جایابی خاک چال‌ها در تایلند مورد استفاده قرار داد. روش آنالیز تحلیل چندمتغیره فازی در جایابی خاک چال ها بطور گسترده مورد توجه قرار گرفته‌است (Chang et al. 2011).

یکی از پرکاربردترین روش های جایابی خاک چال‌ها روش وزن دهی تجمعی ساده است. این روش معمول جایابی بر اساس وزن دهی پارامترهای موثر در فرایند جایابی با استفاده از قضاوت مهندسی کار می کند و دارای کاستی های بسیاری است. این کاستی ها شامل تعریف پارامترها، روش وزن دهی پارامترها و جداسازی محدوده هر پارامتر بر روی نقشه است.بیشتر این کمبودها به طبیعت مسأله مربوط می شود (خامه‌چیان و همکاران ۱۳۹۲).

بدین معنی که پارامترهای زمین‌شناسی و زیست‌محیطی مرز مشخص و تعریف شده ای در فرایند جایابی خاک چال ها ندارد. ماهیت منطق فازی و توانایی سیستم های فازی برای کار با چنین مسائلی می‌تواند در انتخاب بهتر جایگاه ساخت خاک چال کمک کند. همچنین شبکه های عصبی با قابلیت مدل سازی فرایندهایی که دارای اندرکنش پیچیده عوامل موثر در فرایند و ارتباط نه چندان روشن عوامل مختلف هستند می‌توانند به عنوان یک ابزار نیرومند در حل مسائل مرتبط با فرایند جایابی خاک چال ها مورد استفاده قرار گیرند. با وجود کاربرد نسبتاًگسترده منطق فازی در حل مسائل جایابی خاک چال ها، شبکه های عصبی و روش های دورگه عصبی- فازی در این زمینه تاکنون مورد آزمون چندانی قرار نگرفته اند. یکی از موارد نادر در این زمینه کار شده روش فازی شبکه ای با دو ورودی شیب زمین و فاصله از راه است که با استفاده از این شبکه خاک چال های منطقه ای در ترکیه جایابی شده است (Yanar & Akyurek, 2012). در این مقاله با استفاده از لایه های اطلاعاتی مختلف از جمله داده های زمین شناسی استان لرستان و به کارگیری روش وزن‌دهی تجمعی ساده (SAW) به عنوان یک روش معمول جایابی، نقشه جایابی محل های مناسب دفن زباله‌های شهری در سطح استان تهیه شد. در گام دوم تحقیق با بکارگیری روش فازی فرایند جایابی با استفاده از داده های یکسان تکرار شد و سپس با استفاده از داده های به دست آمده از روش فازی مدلی بر اساس روش دورگه عصبی‌فازی ANFIS برای جایابی خاک چال های استان لرستان طراحی و اجرا شد. در ادامه تحقیق نتایج به دست آمده از هر سه روش با انجام مطالعات میدانی مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفت.

مواد و روش تحقیق

داده های ورودی تحقیق شامل ۱۲ لایه اطلاعاتی رقومی شده که در برگیرنده داده های زمین شناسی، گسل ها، شیب زمین، پوشش گیاهی، مناطق مسکونی، راه ها، مناطق محافظت شده، منابع آب زیرزمینی، سدها، شبکه آبراهه ها، بارش و تبخیر است. آماده سازی این داده ها زمان گیرترین بخش مطالعه را شامل می شود و نتایج جایابی به دقت این داده ها بسیار وابسته است. این داده ها در محیط GIS تهیه شد و به عنوان ماده خام هر دو روش مورد استفاده قرار گرفت.

در روش جایابی خاک چال ها به کمک SAW یک فرایند دو مرحله ای پیش رو قرار می گیرد. نخست مناطق ممنوعه از قبیل مناطق محافظت شده، مناطق مسکونی و محدوده شدها از فرایند جایابی حذف می شوند و در مرحله بعد مناطق باقیمانده نقشه با استفاده از روش SAW مورد ارزیابی قرار می گیرند.

در طی بررسی محدوده مورد مطالعه نقشه استان از ۰ تا ۵ نمره گذاری می‌شود که شماره ۰ نشان دهنده جایگاه های بسیارنامناسب برای ساخت خاک چال هستند در حالیکه شماره ۵ نماینده جایگاه های بسیارمناسب هستند. گام دوم تحقیق به آماده سازی داده ها و معیارهای انتخاب شده در مرحله نخست وابسته است و آن داده ها استفاده می کند. در این مرحله یک سیستم فازی برای برآورد شاخص برازندگی زمین برای ساخت خاک چال مورد

استفاده قرار می گیرد. در مرحله نهایی تحقیق نتایج به دست آمده از دو روش با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

معیارهای جایابی بکاربرده شده در این مطالعه به شش گروه تقسیم می شود (جدول ۱)، که به ترتیب زمین شناسی، ژئومورفولوژی، هیدروژئولوژی، هیدرولوژی، اقلیم شناسی، خاک شناسی و اکولوژی هستند.

شکل‌های ۱و۲ نتایج رقومی سازی داده های مورد نیاز تحقیق و بررسی معیارهای جایابی در استان لرستان را نشان می‌دهند. این نقشه ها بر اساس معیارهای ارائه شده در جدول ۱ تهیه شده اند.

روش وزن دهی تجمعی ساده (SAW)

در گام بعدی تحقیق براساس پارامترهای موجود با استفاده از روش وزن دهی تجمعی ساده (SAW) مناسب بودن محدوده مورد مطالعه برای ساخت خاک چال های شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. روش SAW بر پایه منطق دودویی قرار دارد و در این روش شاخص تناسب با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می شود (Malczewski 1997).

$$A_i = \sum_{i=1}^{n} x_{ij}\, w_j \qquad (۱)$$

در این رابطه A_i شاخص تناسب محدوده i، Wj وزن اهمیت نسبی پارامتر j، X_{ij} رتبه محدوده نسبت به پارامتر i و n تعداد کل پارامترها است. برای محاسبه شاخص تناسب (Ai)، مقدار رتبه پارامتر(X_{ij}) و وزن اهمیت نسبی نرمال شده (Wj) پارامتر نیاز است.

وزن اهمیت نسبی هر پارامتر بر اساس نظر متخصصان و خبرگان فرایند جایابی بر اساس جدول ۱ از ۰ تا ۱۰ تعریف می شود. میزان اهمیت هر پارامتر با استفاده از تقسیم هر وزن بر مجموع وزن ها نرمال می‌شود. نهایتاً معیارهای برآورد بسته به وزن‌های اهمیت نسبی آنها در محاسبه شاخص تناسب به کار برده می شوند (جدول ۱). نقشه جایابی خاک چال‌های شهری استان لرستان تهیه شده به روش SAW در شکل ۳ نشان داده شده است.

شاخص تناسب زمین در این نقشه به ۵ گروه با بازه های ۰/۵ درجه‌های تقسیم شده است (Ai: ۰ تا ۲/۵).

روش فازی

منطق فازی که منتج به نظریه مجموعه های فازی می‌شود، برای نشان دادن داده‌های نا دقیق و مبهم به صورت ریاضی به کار برده می شود (Zadeh 1965). در مقابل منطق دودویی، یک مجموعه فازی مرزهای مشخص و واضحی ندارد. مجموعه های فازی راه مناسبی برای پرداختن به مسائل زمین شناسی و جغرافیایی هستند که سرشار از معیارها و متغیرهای نامشخص و مبهم هستند. برای حل یک مسأله به کمک روش فازی، بیان معیارها و عوامل مؤثر در حل مسأله به صورت فازی ضروری است. همچنین نتایج به دست آمده به روش فازی باید به صورت کمی و قابل فهم برگردانده شوند. مراحل حل مسأله به روش فازی را می توان به صورت کلی در چند بخش خلاصه نمود:

- فازی سازی داده ها.

– آماده سازی پایگاه دانش یا تعریف قواعد فازی. پردازش قواعد و داه های ورودی به کمک موتور استنتاج مناسب نافازی سازی داده های خروجی روش فازی. اختصاص دادن توابع عضویت فازی به متغیرهای مسأله فازی سازی نامیده می شود. توابع عضویت در مجموعه های فازی به وسیله متغیرهای زبانی که به میزان دانش در مورد مسأله برمی‌گردد بیان می شوند.پرکاربردترین توابع عضویت توابع مثلثی هستند. البته توابع دیگر شامل توابع ذوزنقه ای یا گوسی نیز بکار برده می شوند (Ojha et al. 2007). قواعد فازی مرحله بعد در روش فازی است. در این مرحله ورودی های مدل بوسیله قواعد " اگر " به خروجی های مدل ربط داده می‌شوند. این قواعد عمدتاً توسط خبرگانی که دارای دانش کافی در زمینه مسأله مورد بررسی هستند تعریف می‌شود. فرایند پردازش ورودی‌ها به کمک قواعد فازی تعریف شده معمولا استنتاج نامیده می‌شود (Hatzichristos & Giaoutzi, 2006).

برای انتخاب قواعد فازی و توابع عضویت از روش دلفی استفاده شد. روش دلفی تکنیکی است که دیدگاه‌های خبرگان را در مورد یک موضوع خاص بررسی می کند. این روش شامل تعدادی پرسش است که مکرراً به گروهی از خبرگان ارائه می شود. هر عضو گروه با توجه به دیدگاه های سایراعضاء دیدگاه های خود را تعدیل می‌نماید (Giaoutzi & Hatzichristos, 2006).

تعداد خبرگان به طبیعت مسأله بستگی دارد ولی طبق نظر (Rowe et al. 1991) تعداد کمتر خبرگان مناسبتر است. در این تحقیق گروهی متشکل از ١٤ خبره دارای تخصص های زمین شناسی، آب شناسی و محیط زیست مورد نظر سنجی قرار گرفتند. جدول ۲ توابع عضویت همه معیارها و زیرمعیارها را ارائه می دهد.

توابع عضویت به صورت توابع مثلثی و ذوزنقه‌ای نمایش داده شده اند. حد پایینی و حد بالایی هر تابع در جدول ۲ نشان داده شده است. برای تعریف مدل فازی لازم است تا خروجی مدل نیز بصورت فازی تعریف شود.

برای این منظور و در راستای انطباق خروجی های مدل فازی با مدل SAW گروه های مختلف تناسب زمین شامل زمین های بسیار نامناسب، نامناسب، نسبتاً مناسب، مناسب و بسیار مناسب به صورت توابع فازی مثلثی در بازه ۰ تا ۱ تعرف شدند.

نهایتاً پایگاه قواعد نیز در ادامه روش دلفی طی پرسشنامه-های دور چهارم، پنجم و ششم با توجه به دیدگاه خبرگان تهیه گردید. این قواعد شامل چهل و چهار قاعده "اگر... آنگاه" است که به عنوان پایگاه قواعد مدل فازی در نظر گرفته شد. الگوریتم فازی مورد استفاده در مدل برای حل مسأله جایابی خاک چال های شهری یک مدل فازی بر پایه قواعد با موتور استنتاج ممدانی در نظر گرفته شد.

موتور استنتاج ممدانی معمول‌ترین موتور استنتاج برای حل مسائل مهندسی است. نتایج خروجی مدل با استفاده از روش نافازی سازی مرکز ثقل بصورت کمی بر گردانده شد و نهایتاً بصورت نقشه تناسب زمین برای جایابی خاک چال های شهری نمایش داده‌شد که در شکل ٤ می‌توان این نقشه را مشاهده نمود.

در این نقشه نقاط با ارزش عددی بالاتر نشان دهنده نقاط مناسبتر برای ساخت خاک چال است و نقاط با ارزش پایین تر نمایانده نقاط نامناسبتر برای این منظور است.

روش عصبی- فازی

روش‌ها یا مدل های عصبی فازی طیف گسترده ای از مدل‌ها را شامل می شود که از سیستم های فازی و شبکه-های عصبی مصنوعی در حل مسائل یاری می‌جویند. از جمله این مدل ها مدل های شبکه های عصبی فازی، سیستم های فازی- عصبی همزمان، سیستم های عصبی فازی همکار و مدل های دورگه یا هیبرید عصبی – فازی نام برد.

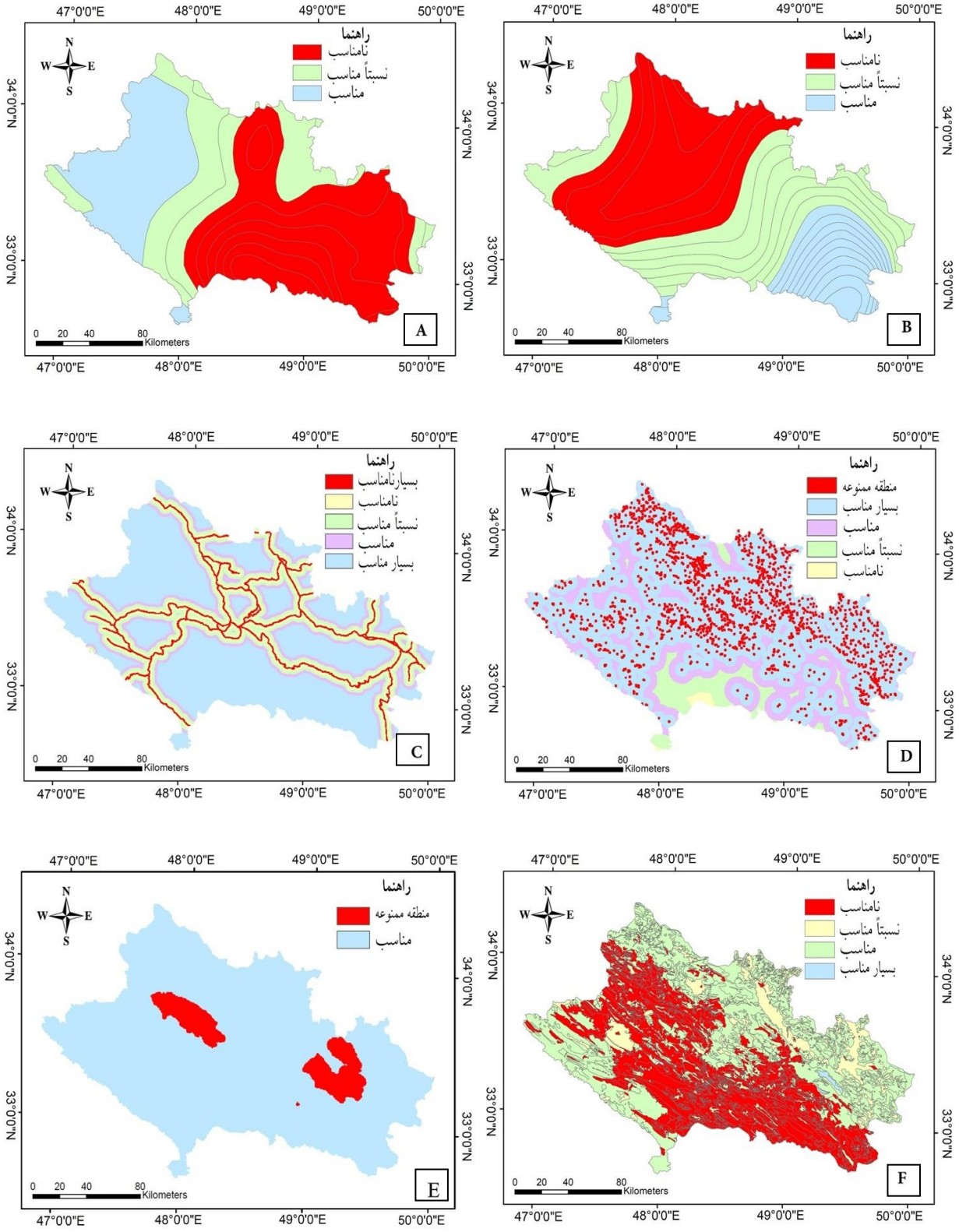
مدل های دورگه یا هیبرید از شبکه های عصبی و سیستم های فازی بصورت همگن در ساختار خود بهره می‌گیرند. یکی از پرکاربردترین مدل های دورگه عصبی – فازی در حل مسائل مهندسی سیستم های استنتاج عصبی- فازی انطباقی هستند ANFIS یک ساختار شبکه ای پنج لایه دارد که در این ساختار از مدل فازی تاکاگی – سوگنو استفاده شده است.

با توجه به اینکه این مدل یک تقریب زن کلی است و در مسائل مهندسی بسیار پرکابرد است در این تحقیق از این مدل برای حل مسأله جایابی خاک چال‌ها یاری گرفته شد. همانگونه که گفته شد این مدل یک ساختار شبکه های پنج لایه دارد که لایه نخست شامل داده‌های ورودی است. لایه دوم در بر دارند حالت های مختلف ورودی یا به عبارت دیگر توابع عضویت مدل تاکاگی- سوگنو فازی است. لایه سوم لایه قواعد فازی است که همه نرون های لایه قبل به این قواعد وصل می شوند. لایه چهارم لایه خروجی از لایه قواعد است که تعداد نرون های آن برابر با تعداد قواعد موجود در لایه پیشین است و نهایتاً لایه خروجی است که در بردارنده خروجی مدل است.

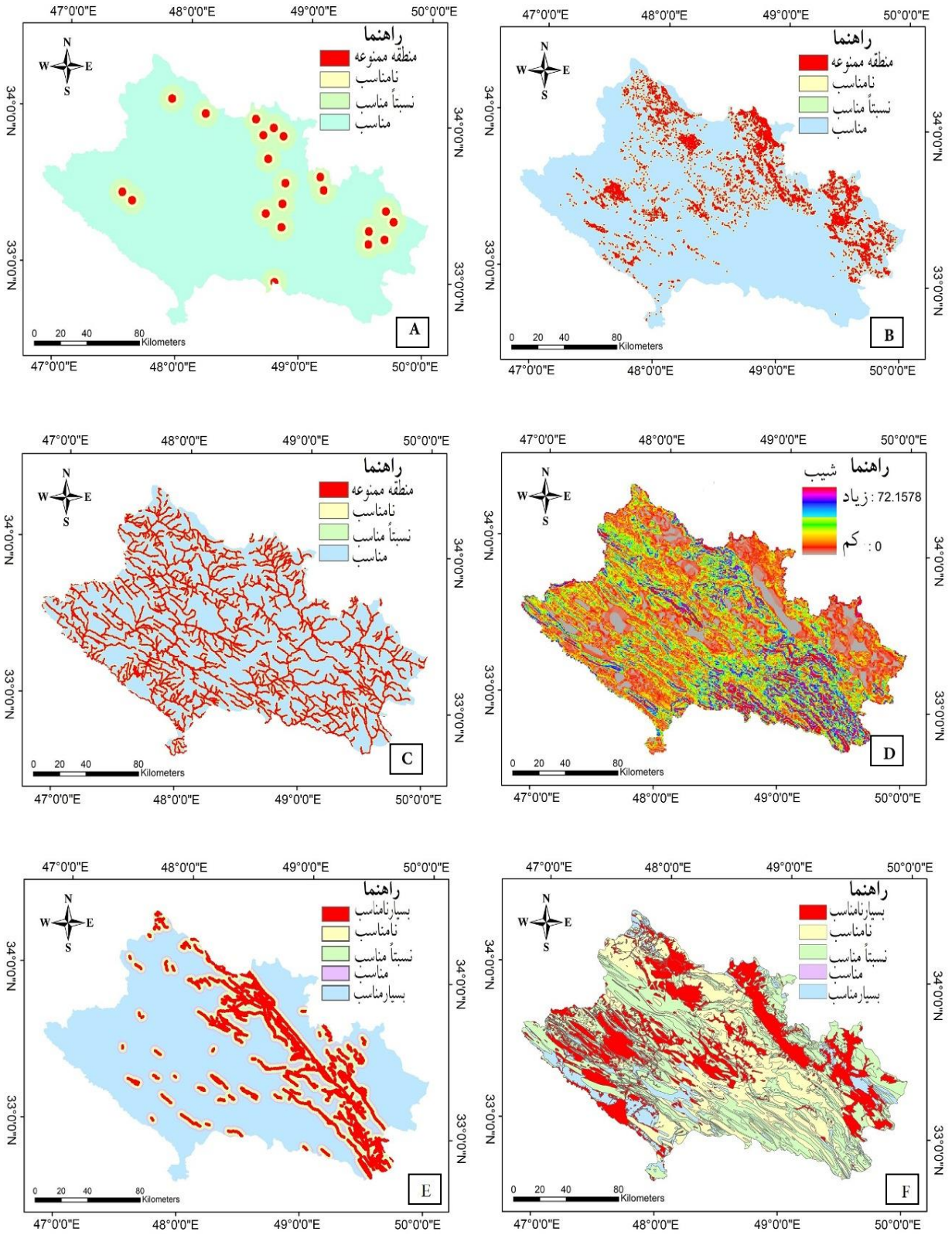
جدول ۱- وزن های اهمیت نسبی نرمال شده و درجه بندی عوامل مؤثر در جایابی مورد استفاده در تحقیق

معیار	زیرمعیار	درجه بندی معیار						وزن اهمیت نسبی	وزن اهمیت نسبی نرمال شده(wj)
		مناطق ممنوع	بسیار مناسب	نامناسب	نسبتاً مناسب	مناسب	بسیار مناسب		
زمین شناسی	سنگ شناسی	–	Do,Cg, Af,Qt,Qs	Ss,Ls	Ig, Mm,Sl	Sc,Tf,Ev,Ls	Sh,Mn,Cl	٦	۰/۰۹۳
	فاصله از گسل	۰/۵< km	۱-۰/۵ km	km۲-۱	km۳-۲	km٤-۳	km٤>	۵	۰/۰۸۰
زمین ریخت شناسی	شیب (%)	-	۲۰>	۲۰-۱۵	۱۵-۱۰	۱۰-۵	۵-۰	۱۰	۰/۱۵۹
آب شناسی / آب زیرزمینی	فاصله از رود ها و سیستم زهکشی(m)	۵۰۰<	–	۱۰۰۰-۵۰۰	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰>	–	۸	۰/۱۳۰
	فاصله از چاه ها و چشمه ها (m)	۵۰۰<	–	۷۵۰-۵۰۰	۱۰۰۰-۷۵۰	۱۰۰۰>	–	۹	۰/۱٤۳
	فاصله از سدها (m)	۱۰۰۰<	–	۲۰۰۰-۱۰۰۰	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۳۰۰۰>	–	۲	۰/۰۳۰
خاک شناسی	پوشش گیاهی	–	–	IF,F3,F2, F1, RB,L,URB	SH,R1,DF	R3,R2	BL	۷	۰/۱۱۲
اقلیم	بارش (mm)	–	–	۳۰۰۰>	۳۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰<	–	۲	۰/۰۳۰
	تبخیر (mm)			٦۰۰<	۸۰۰-٦۰۰	۱۰۰۰-۸۰۰	۱۰۰۰>	۲	۰/۰۳۰
اجتماعی اقتصادی	فاصله از مناطق مسکونی (km)	۱<	–	۳۰>	۳۰-۲۰	۲۰-۱۰	۱۰-۱	۷	۰/۱۱۲
	فاصله از راه ها (km)	۰/۵<	۸>	۸-٦	٦-٤	٤-۲	۲ -۰/۵	۵	۰/۰۸۰
	مناطق محافظت شده (km)	۰/۵<	–	–	–	–	–	-	-

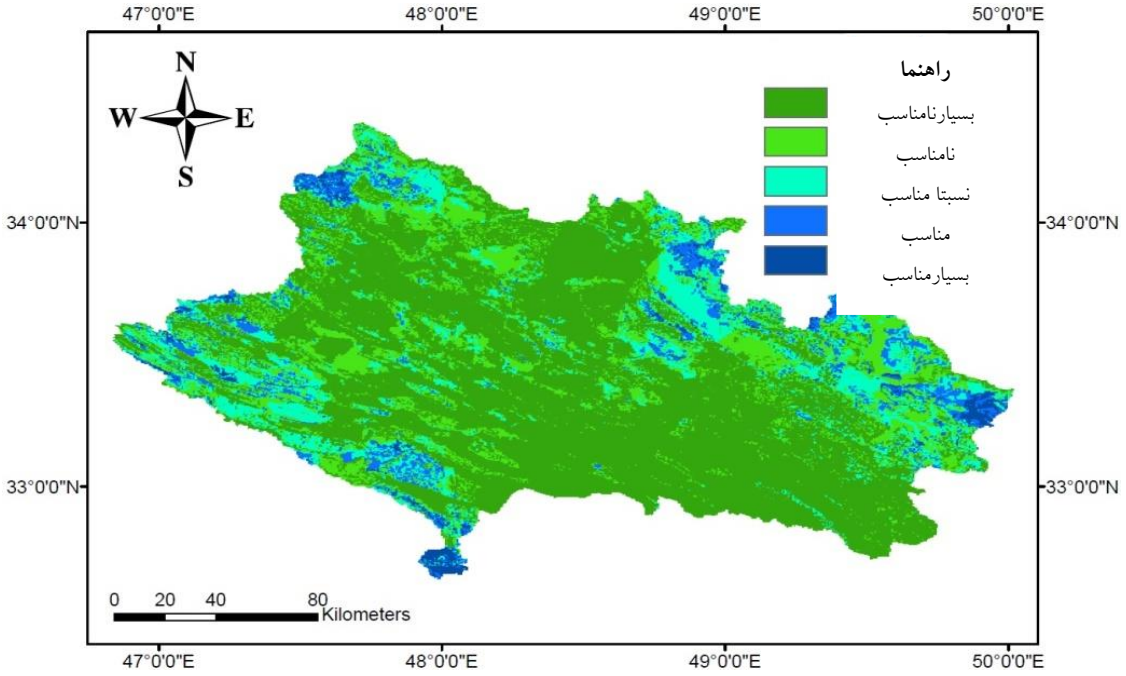
*Sh: شیل، Mn: مارن، Cl: رس، Sc: شیست، Ev : سنگ های تبخیری، Ls: لس، Ig: سنگ های آذرین، Mm: سنگ های دگرگونی، Ss: ماسه سنگ، Ls: سنگ آهک، Do: دولومیت، Cg: کنگلومرا، Af: مخروط آبرفتی، Qt: رسوبات کواترنری، Qs: زمین لغزش، BL: زمین های بایر، R3: مراتع با پوشش % ۲۵- ۵ ، R2: مراتع با پوشش % ۵۰- ۲۵ ، R1: مراتع با پوشش بیش از % ۵۰، SH: زمین های درختچه ای با پوشش بیش از ۱۰% ، IF: زمین های کشاورزی آبی، DF : زمین های دیم،F3 : جنگل های با پوشش% ۲۵- ۵ ، F2 : جنگل های با پوشش% ۵۰- ۲۵، F1: جنگل‌های با پوشش % ۵۰، L: احجام آب، RB: بستر رودها، URB: مناطق مسکونی.



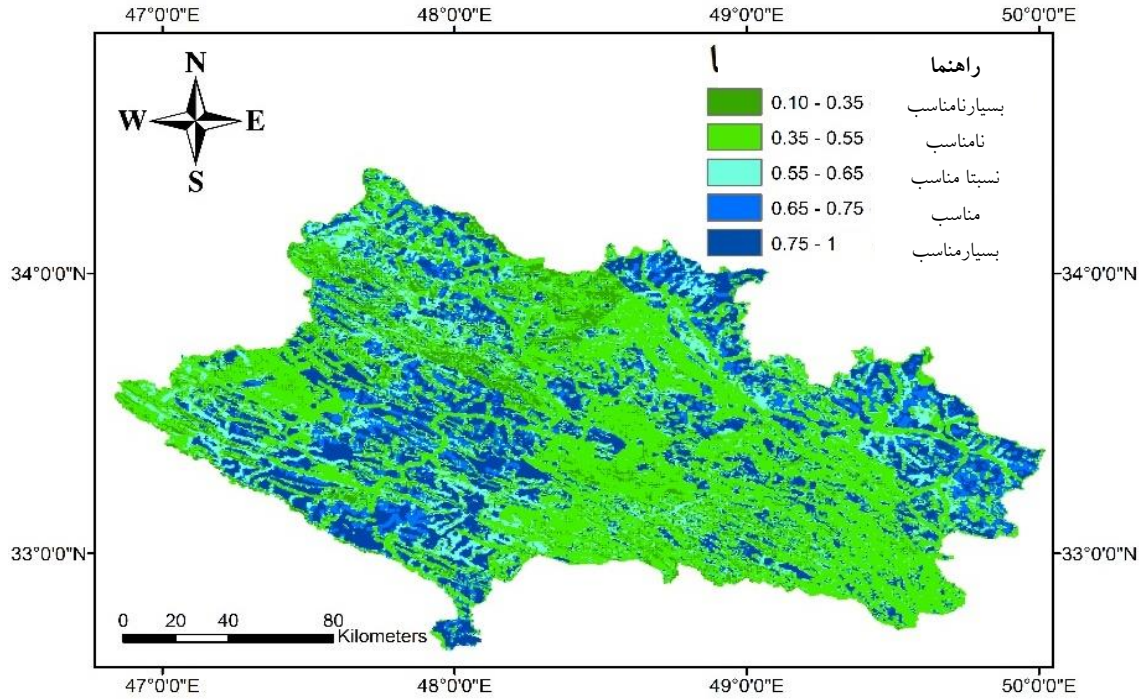
شکل ۱- نقشه عوامل سطحی مؤثر در فرایند جایابی خاک چال های شهری استان لرستان : A- میزان بارش B- میزان تبخیر C- شبکه راه ها D- مناطق مسکونی E- مناطق محافظت شده F- پوشش گیاهی



شکل ۲- نقشه عوامل زمین شناسی مؤثر در فرایند جایابی خاک چال های شهری استان لرستان : A- منابع آب آشامیدنی: سدها B- چاه ها و چشمه‌ها C- شبکه آبراهه ها D- شیب E- گسل ها F- سنگ شناسی



شکل ۳- نقشه جایابی خاک چال های استان لرستان به روش SAW



شکل ٤- نقشه جایابی خاک چال های شهری استان لرستان تهیه شده به روش فازی

جدول ۲- معیارهای مورد استفاده در مدل فازی- بیان کلامی معیارها و توابع عضویت

معیار	زیرمعیار	تابع عضویت (مناطق ممنوعه، نامناسب، نسبتاً مناسب و مناسب)
زمین شناسی	گسل ها	[>٤٠٠٠ ٤٠٠٠ ٣٠٠٠]- [٣٠٠٠ ٢٠٠٠ ١٠٠٠]- [٢٠٠٠ ١٠٠٠ <١٠٠٠]
	سنگ شناسی	[>٩/٥ ٩/٥ ٧/٥] - [٩/٥ ٧/٥ ٦/٥] - [٧/٥ ٦/٥ <٦/٥]
زمین ریخت شناسی	شیب (^{0})	[١٥ ١٠ ٥]-[١٥ ١٠ ٥] - [١٠ ٥ <٥]
آبشناسی، آب های زیر زمینی	فاصله از سدها (m)	[٣٠٠٠ ٢٠٠٠ ١٠٠٠] - [٢٠٠٠ ١٠٠٠ <١٠٠٠] [>٢٠٠٠ ٣٠٠٠ ٣٠٠٠]
	فاصله از سیستم زهکشی(m)	[>٢٠٠٠ ٢٠٠٠ ١٠٠٠] - [٢٠٠٠ ١٠٠٠ ٥٠٠] - [١٠٠٠ ٥٠٠ <٥٠٠]
	فاصله از چاه و چشمه ها (m)	[>١٠٠٠ ١٠٠٠ ٧٥٠] - [١٠٠٠ ٧٥٠ ٥٠٠] - [٧٥٠ ٥٠٠ <٥٠٠]
کاربری زمین	پوشش گیاهی	[>٩/٥ ٩/٥ ٧/٥] - [٩/٥ ٧/٥ ٦/٥]- [٧/٥ ٦/٥ <٦/٥]
اقلیمی	بارش(mm)	[>٣٠٠٠ ٣٠٠٠ ٢٥٠٠]- [٣٠٠٠ ٢٥٠٠ ٢٠٠٠] - [٢٥٠٠ ٢٠٠٠ <٢٠٠٠]
	تبخیر(mm)	[>١٠٠٠ ١٠٠٠ ٨٠٠] - [١٠٠٠ ٨٠٠ ٦٠٠] - [٨٠٠ ٦٠٠ <٦٠٠]
اقتصادی، اجتماعی	فاصله از مناطق مسکونی(km)	[>٢٠ ٢٠ ١٠] - [٢٠ ١٠ ٥] - [١٠ ٥ ١] - [٢ ١ ٠]
	فاصله از راه ها (km)	[>٨ ٨ ٤]- [٦ ٤ ٢] - [٤ ٢ ١] - [٢ ١ ٠]
	فاصله از مناطق محافظت شده (km)	[>٦ ٦ ٤] - [٦ ٤ ٢] - [٢ ١ ٠/٥]

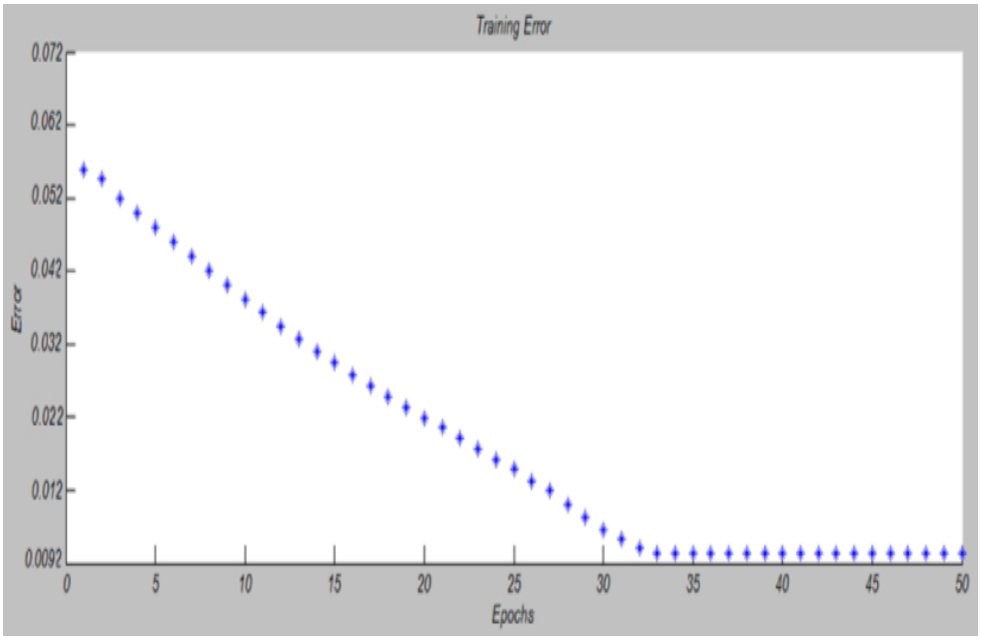
نخست داده های آموزش به مدل داده می‌شود و پارامترهای نتیجه با استفاده از یک محاسبه گر حداقل مربع (Least square estimator; LSE) در طی فرایند تکرار محاسبه می‌شوند. در این مرحله توابع عضویت و قواعد فازی ثابت هستند.

در مرحله دوم داده های ورودی به شبکه داده می‌شود و با استفاده از یک الگوریتم پس انتشار پارامترهای توابع عضویت اصلاح می‌شوند. در این مرحله پارامترهای نتیجه بدون تغییر می‌مانند. در این مرحله نیز کلیه فرایندها بصورت تکراری انجام می‌شود. در پایان مرحله دوم اگر خطا کاهش یافت سرعت یادگیری ۱۰ درصد افزایش می‌یابد و در صورت افزایش یا نوسان خطا سرعت یا نرخ یادگیری ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

نهایتاً اگر میزان خطا به حد انتظار رسید فرایند آموزش متوقف می‌شود و در غیر اینصورت به مرحله نخست بر خواهیم گشت. با توجه به ساختار گفته شده در بالا و مراحل آموزش، در این تحقیق لازم است تا نخست مدل فازی سوگنوی مورد نیاز طراحی شود.

لازم به ذکر است اساساً ساختار مدل سوگنو به گونه‌ای است که زمانی که پیشینه درستی از رفتار مدل یا داده ها در

اختیار نیست از این مدل استفاده می‌شود و معمولا پارامترهایی همچون توابع عضویت و قواعد با استفاده از روش های دسته‌بندی فازی آماده می‌شوند. در نتیجه دو راهکار برای تهیه مدل تاکاگی–سوگنوی مورد نیاز می‌توان در پیش گرفت یکی اینکه مدل ممدانی طراحی شده در مراحل پیشین را به مدل سوگنو تغییر داد و دیگر اینکه با استفاده از روش های بخش بندی فازی مدل را طراحی نمود. در این تحقیق به دلیل مقایسه نتایج به دست آمده از دو روش فازی و روش عصبی – فازی، مدل مورد استفاده در بخش فازی با حفظ قواعد و ساختار به مدل سوگنو برگردانده شد. مدل تبدیل شده دارای همان ساختار مدل فازی یعنی همان توابع عضویت و قواعد است و تنها در روش استنتاج و شیوه نتیجه گیری از شیوه تاکاگی سوگنو استفاده می‌نماید. با در دست داشتن مدل تاکاگی– سوگنو مورد نیاز می‌توان مدل ANFIS مورد نظر را طراحی نمود همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود به تبعیت از روش عصبی از داده های ورودی ۱۲ تایی برای حل مسأله استفاده شد که شامل شیب زمین، فاصله از گسل، مناطق مسکونی، راه‌های دسترسی، چاه ها و چشمه ها، سدها، آبراهه ها، کاربری زمین یا پوشش گیاهی، سازندهای زمین شناسی، میزان بارش و تبخیر و مناطق محافظت شده هستند. لایه دوم شامل توابع عضویت داده های ورودی است که با توجه به توابع مثلثی و ذوزنقه ای موجود برای هر ورودی سه تابع تعریف شده است. لایه قواعد شامل چهل و چهار قاعده تعریف شده در روش فازی است و نهایتاً لایه خروجی است که به یک خروجی متصل می-شود. گام بعدی برای مقایسه مدل‌ها، آموزش آنها با استفاده از داده‌های موجود است. برای هماهنگی بیشتر میان مراحل مختلف تحقیق داده های آموزش مدل‌ها از میان داده های به دست آمده از روش SAW و فازی انتخاب شد. در این راستا تعداد ۹۰۰۰ داده از نقاط مشترک نقشه های SAW و فازی از همه گروه های زمین مناسب ساخت خاک چال به صورت جدول در اختیار مدل مذکور قرار گرفت و مدل بر اساس الگوریتم توضیح داده شده در همین بخش آموزش دید و نهایتاً میزان خطای مدل مشخص شد که در شکل ۵ نشان داده شده است. در گام بعدی داده‌های ورودی شامل نقاط نقشه رقومی استان

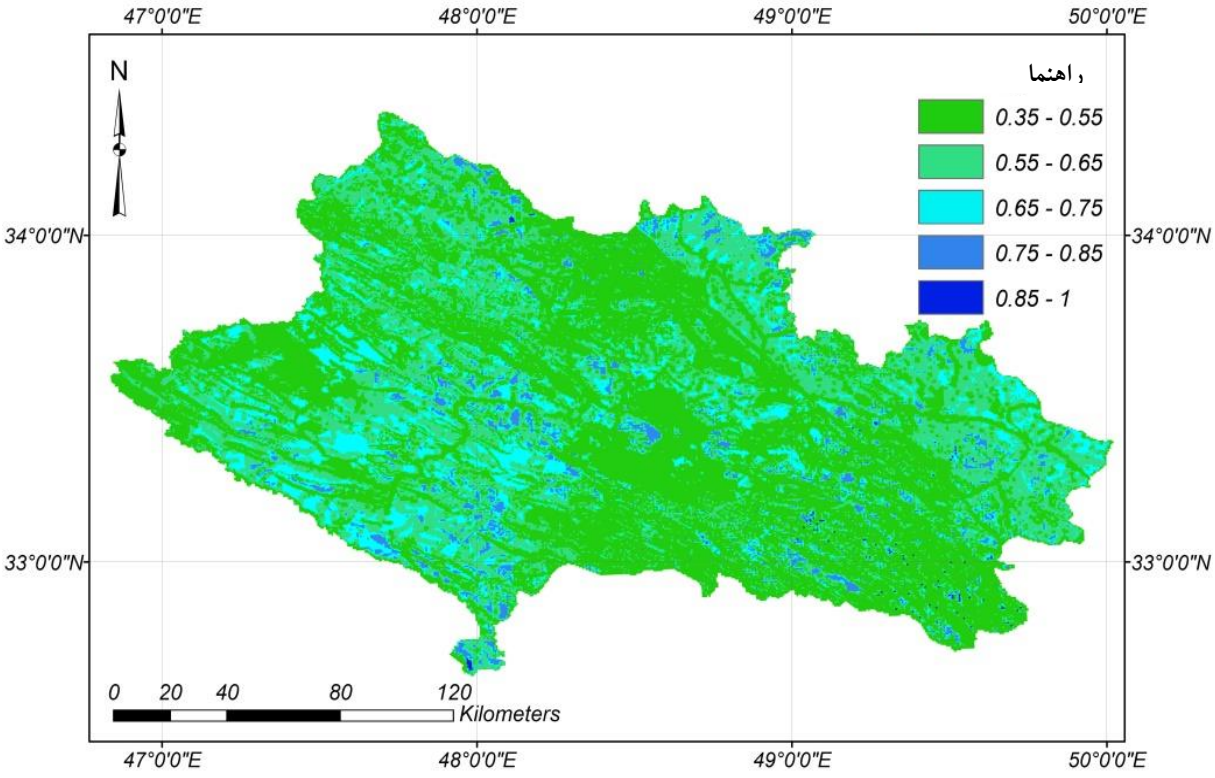


شکل ۵–تغییرات خطای آموزش مدل ANFIS در طی ۵۰ دور آموزش

لرستان با تعداد ۱۲ ویژگی به مدل ANFIS وارد شد. این داده ها همان داده‌هایی هستند که در روش‌های قبلی آماده شده بودند. پس از اعمال ورودی ها به مدل ANFIS طراحی شده مدل اجرا شد و خروجی‌های متناظر با هر ورودی مشخص گردید.

خروجی‌های مدل به صورت جدول تهیه و مختصات نقاط نیز بدان افزوده شد. نهایتاً این جدول به عنوان ورودی به محیط GIS وارد شد و با استفاده از روش میان یابی وزن‌دهی فاصله معکوس نقشه تناسب برای جایابی خاک‌چال استان با استفاده از داده های خروجی مدل ANFIS تهیه شد. شکل ٦ نقشه جایابی خاک چال‌های شهری استان لرستان، تهیه شده با استفاده از مدل ANFIS را نشان می‌دهد. همچنین جدول ۳ فراوانی گروه‌های مختلف جایابی را بر روی نقشه ANFIS در مقایسه با سایر روش ها ارائه می دهد. در ادامه تحقیق جهت مقایسه نتایج به دست آمده با شرایط واقعی، طی انجام مطالعات میدانی نقاط مختلفی از استان مورد بازدید و برداشت های صحرایی قرار گرفت. این نقاط که از گروه های مختلف بسیار مناسب تا بسیار نامناسب انتخاب شده بودند، از نظر کیفیت ویژگی های مذکور در بخش های قبلی تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفتند. شکل ۷ موقعیت این نقاط را نشان می دهد.

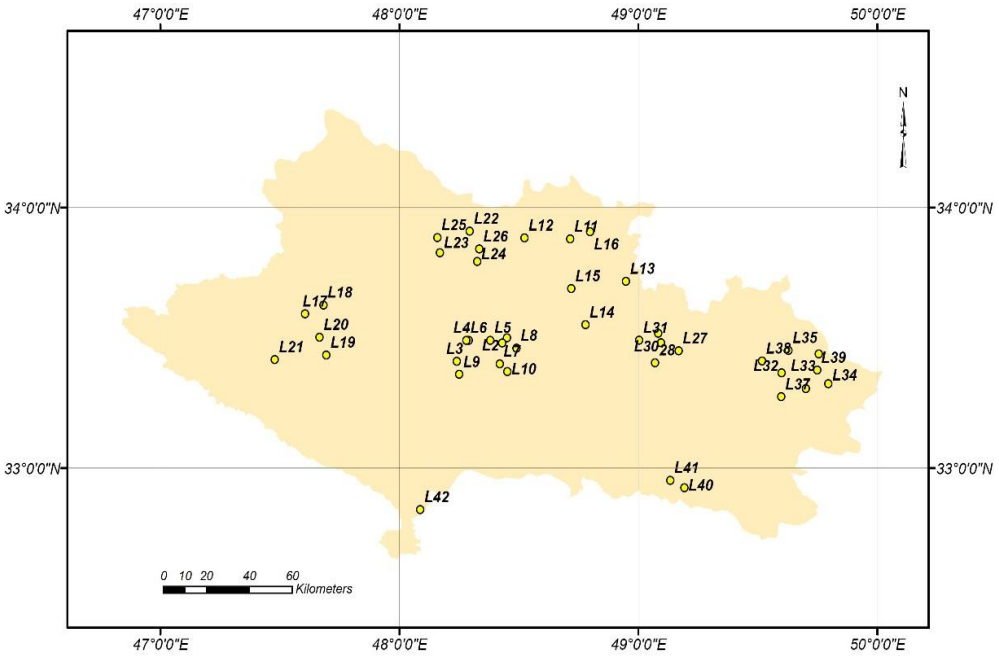
جدول ٤ مختصات نقاط مورد بازدید، شرایط واقعی زمین و مشخصات نقاط را بر روی نقشه های تهیه شده ارائه می‌دهد.بررسی های میدانی صورت گرفته نشان می دهد که به طور کلی در ٤٣ درصد از نقاط مورد بازدید نقشه تهیه شده به کمک ۱۲ پارامتر با شرایط واقعی دارای همخوانی است. بیشترین میزان انطباق در نقاط دارای کیفیت نامناسب با ۷۵ درصد همخوانی مشاهده می‌شود و نقاط دارای کیفیت مناسب و بسیار مناسب با انطباق ۲۵ درصدی دارای کمترین هم‌خوانی هستند.



شکل ٦- نقشه جایابی خاک چال‌های شهری استان لرستان تهیه شده به روش ANFIS

جدول ۳- مساحت و درصد گروه های مختلف جایابی بر روی نقشه های تهیه شده به روش ANFIS، فازی و SAW

SAW نقشه تهیه شده به روش			Fuzzy نقشه تهیه شده به روش			نقشه تهیه شده به روش ANFIS		
گروه های جایابی	مساحت (Km^2)	درصد	گروه های جایابی	مساحت (Km^2)	درصد	گروههای جایابی	مساحت (Km^2)	درصد
بسیار نا مناسب	۹۲۷٤/۵۱	۳۲/۸	۰/۱-۰/۳۵	٦۲۷۰/۳۹	۲۲/۲	۰/۳۵-۰/۵۵	۷۲۹۹/۸۵	۳۵/۳
نا مناسب	۱۲۸۲۱/۱	٤۵/۳	۰/۳۵-۰/۵۵	۸۹٤۰/۸۲	۳۱/٦	۰/۵۵-۰/٦۵	۹۳۹۳/٦۱	٤۰/۵
نسبتاً مناسب	۳٦٤۰/۸۳	۱۲/۹	۰/۵۵-۰/٦۵	٦۱۰۸/۱۱	۲۱/٦	۰/٦۵-۰/۷۵	۵۰۹۲/۹۲	۱۷
مناسب	٦۹۱/۰۲	۲/٤	۰/٦۵-۰/۷۵	۳۰۰۹/۷۹	۱۰/٦	۰/۷۵-۰/۸۵	۳۰۲۷/٤٦	٤/۵
بسیارمناسب	۱۸٦٦/۵۳	٦/٦	۰/۷۵ -۱/۰۰	۳۹٦٤/۸۹	۱٤	۰/۸۵ -۱/۰۰	۳٤۸۰/۱٦	۱/۷
-	مجموع: ۲۸۲۹٤		-	مجموع: ۲۸۲۹٤		-	مجموع: ۲۸۲۹٤	



شکل ۸- موقعیت نقاط مورد بازدید بر روی نقشه استان لرستان

جدول٤- موقعیت و شرایط واقعی نقاط مورد بازدید طی مطالعات میدانی

شماره	نام نقاط	مختصات		گروه جایابی	نقشه SAW	نقشه فازی	نقشه ANFIS
		X	Y				
١	L1	" E٠' ٢٧° ٤٨	" N٠' ٣٠° ٣٣	بسیارمناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
٢	L8	" E٢٤' ٢٩° ٤٨	" N٣٦' ٢٧° ٣٣	بسیار مناسب	بسیار نامناسب	نامناسب	نامناسب
٣	L12	" E٢٣' ٣١° ٤٨	" N٥٩' ٥٢° ٣٣	بسیار مناسب	نامناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب
٤	L22	" E٣٨' ١٧° ٤٨	" N٣٢' ٥٤° ٣٣	بسیار مناسب	نسبتاً مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب
٥	L27	" E٦' ١٠° ٤٩	" N٠' ٢٧° ٣٣	بسیار مناسب	نسبتاً مناسب	بسیار مناسب	مناسب
٦	L32	" E٥٧' ٣٥° ٤٩	" N٥٥' ٢١° ٣٣	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب
٧	L40	" E٣٢' ١١° ٤٩	" N٢٩' ٥٥° ٣٢	بسیار مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب
٨	L42	" E١٣' ٥° ٤٨	" N٢٧' ٥٠° ٣٢	بسیار مناسب	بسیار مناسب	بسیار مناسب	مناسب
٩	L2	" E٤٨' ٢٥° ٤٨	" N٤٨' ٢٨° ٣٣	مناسب	نامناسب	مناسب	نسبتاً مناسب
١٠	L3	" E٢٤' ١٤° ٤٨	" N٣٦' ٢٤° ٣٣	مناسب	بسیار نامناسب	مناسب	نامناسب
١١	L4	" E٢٤' ١٧° ٤٨	" N٢٤' ٢٩° ٣٣	مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
١٢	L10	" E٦' ٢٧° ٤٨	" N١٣' ٢٢° ٣٣	مناسب	نامناسب	مناسب	نامناسب
١٣	L13	" E٥٢' ٥٦° ٤٨	" N٠' ٤٣° ٣٣	مناسب	نسبتاً مناسب	مناسب	مناسب
١٤	L17	" E١٩' ٣٦° ٤٧	" N٣١' ٣٥° ٣٣	مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
١٥	L18	" E٥٦' ٤٠° ٤٧	" N٣٢' ٣٧° ٣٣	مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب
١٦	L23	" E١٠' ١٠° ٤٨	" N٣٤' ٤٩° ٣٣	مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب
١٧	L29	" E٤٠' ٥° ٤٩	" N٥٢' ٢٨° ٣٣	مناسب	نامناسب	مناسب	نسبتاً مناسب
١٨	L33	" E١٧' ٤٥° ٤٩	" N١٨' ٢٦° ٣٣	مناسب	نامناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
١٩	L34	" E٤٠' ٤٧° ٤٩	" N٢٥' ١٩° ٣٣	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب
٢٠	L41	" E٦٠' ٧° ٤٩	" N١١' ٥٧° ٣٢	مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب
٢١	L5	" E٤٨' ٢٢° ٤٨	" N٢٤' ٢٩° ٣٣	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	بسیار نامناسب
٢٢	L14	" E٤٤' ٤٦° ٤٨	" N١' ٣٣° ٣٣	نسبتاً مناسب	بسیار نامناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
٢٣	L19	" E٣٩' ٤١° ٤٧	" N٢' ٢٦° ٣٣	نسبتاً مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
٢٤	L11	" E٥٢' ٤٢° ٤٨	" N٤٥' ٥٢° ٣٣	نسبتاً مناسب	نامناسب	نامناسب	نسبتاً مناسب
٢٥	L24	" E٣٢' ١٩° ٤٨	" N٣٤' ٤٧° ٣٣	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب	نامناسب
٢٦	L30	" E٥٨' ٤° ٤٩	" N٢' ٣١° ٣٣	نسبتاً مناسب	نامناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
٢٧	L35	" E٤٠' ٣٧° ٤٩	" N٥' ٢٧° ٣٣	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
٢٨	L36	" E٢' ٤٢° ٤٩	" N١٤' ١٨° ٣٣	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب	نسبتاً مناسب
٢٩	L6	" E٤٨' ١٦° ٤٨	" N٢٤' ٢٩° ٣٣	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	نامناسب
٣٠	L7	" E١٢' ٢٥° ٤٨	" N٠' ٢٤° ٣٣	نامناسب	بسیار نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب
٣١	L15	" E٨' ٤٣° ٤٨	" N٢٠' ٤١° ٣٣	نامناسب	مناسب	نامناسب	نامناسب
٣٢	L20	" E٥٧' ٣٩° ٤٧	" N٧' ٣٠° ٣٣	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	نامناسب
٣٣	L25	" E٣٢' ٩° ٤٨	" N٤' ٥٣° ٣٣	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	نامناسب
٣٤	L28	" E١٠' ٤° ٤٩	" N١٥' ٢٤° ٣٣	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	مناسب
٣٥	L37	" E٥١' ٣٥° ٤٩	" N٢٦' ١٦° ٣٣	نامناسب	نامناسب	بسیار نامناسب	نامناسب
٣٦	L38	" E٢' ٣١° ٤٩	" N٤٠' ٢٤° ٣٣	نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب
٣٧	L9	" E٠' ١٥° ٤٨	" N٣٦' ٢١° ٣٣	بسیار نامناسب	بسیار نامناسب	بسیار نامناسب	نسبتاً مناسب

جدول ۵- میزان انطباق روش های مختلف با شرایط واقعی زمین

	گروه های مختلف جایابی	درصد صحت نتایج روش ANFIS	درصد صحت نتایج روش Fuzzy	درصد صحت نتایج روش SAW
۱	بسیار نامناسب	۸۳	٦۷	۵۰
۲	نامناسب	۷۵	۳۸	۷۵
۳	نسبتاً مناسب	٦۲/۵	۷۵	۵۰
٤	مناسب	٤۱	۷۵	۲۵
۵	بسیار مناسب	۲۵	٦۲/۵	۲۵
٦	مجموع گروه ها	۵۵	٦۵	٤۳

نتیجه گیری

بررسی های میدانی نشان می دهد که نقشه تهیه شده به روش SAW با درصد انطباق ٤۳ درصدی با شرایط واقعی دارای کمترین میزان انطباق در میان سه روش مورد استفاده در تحقیق است در حالیکه بیشترین میزان انطباق با شرایط واقعی را داده های به دست آمده از روش فازی داراست. روش مورد آزمون این تحقیق یعنی روش دورگه عصبی‌فازی با دارا بودن میزان انطباق ۵۵ درصدی نتایج قابل قبولی را نسبت به روش معمول SAW از خود نشان می‌دهد. این روش نسبت به مدل فازی این قابلیت را داراست که علاوه بر بکارگیری دیدگاه خبرگان در تنظیم قواعد مدل، با استفاده از داده های بیشتری مورد آموزش قرارگیرد و حتی با آموزش از طریق داده های مناطق مختلف به یک مدل جامع و کلی تبدیل شود. میزان اعتبار و انطباق داده‌های هر سه روش با شرایط واقعی در جدول ۵ ارائه شده است.

سپاسگزاری

در پایان لازم است تا از اساتید و کارکنان گروه زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس که در مراحل انجام این تحقیق به لحاظ علمی و تأمین تجهیزات آزمایشگاهی یاری رسان بوده‌اند، قدردانی گردد. همچنین به این وسیله مراتب سپاس گزاری از زحمات کارشناسان محیط زیست شهرداری خرم آباد و استانداری لرستان اعلام می شود.

منابع

- **اوغانی، م.، نجفی، ا.، یونسی، ح.، (۱۳۹۲)**، " مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)"، مجله سلامت و محیط، دوره ششم، شماره سوم، ص ۳٤۱-۳۵۲.

- **خامه چیان، م.، مختاری، ا.، منتظر، غ.، نیکودل، م.، (۱۳۹۲)**، " جایابی خاک چال های شهری با استفاده از روش وزن دهی تجمعی ساده وروش فازی، مورد مطالعاتی استان لرستان"، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، آبان ۱۳۹۲، مشهد، ص ۵۷-٦٦.

- **رحمانی، غ.، چیت سازان، م.، کلانتری، ن.، زارع صفت، م.، (۱۳۹۰)**، " ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایذه – پیون از نظر شرب با استفاده از GSI"، همایش ملی ژئومتیک ۹۰، ص ۳۵-٤٤.

- **سعیدی، ع.، باقری، ح.، شمس، م.، (۱۳۹۲)**، " مکان گزینی پادگان نظامی با رویکرد پدافند غیرعامل مورد مطالعه: شهرستان تربت جام MCDA و GIS با استفاده از تلفیق"، مجله سیاست دفاعی، سال بیست و دوم، شماره ۸٤، ص ۱۹۳-۲۱٦.

- **نیازخانی، س.، لطیفی، غ.، (۱۳۹۳)**، " ارزیابی تطبیقی کاربری آموزشی با تاکید بر عدالت اجتماعی در شهر تهران و مکانیابی بهینه احداث مدارس جدید به کمک روش کارتوگرافی- نمونه موردی: نواحی ۱ مناطق ٦ و ۱"، ششمین کنفرانس مدیریت و برنامه ریزی شهری، آبان ۱۳۹۳، مشهد، ص ۱۱۰-۱۲٦.

- **Akbari V., Rajabi M. A., Chavoshi S.H., Shams R., (2008)**," Landfill Site Selection by

landfill sitting", Waste Manage. Res., 15, pp 239–253.

- **Komilis D. P., Ham R.K., Stegmann R., (1999),** "The effect of municipal solid waste pretreatment on landfill behavior: a literature review", Waste Manage. Res., 17, pp 10–19.

- **Lukasheh A. F., Droste R.L., Warith M.A., (2001)**, "Review of expert system (ES), geographical information system (GIS), decision support system (DSS) and their application in landfill design and management", Waste Manage. Res., 19, pp 177–185.

- **Malczewski J., (1997)**, "Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study, In: Fandel G, Gal T (eds) Multiple criteria decision making", Springer, Berlin, pp 154–155

- **Ojha C. S., Goyal M. K., Kumar S., (2007)**, "Applying Fuzzy logic and the point count system to select landfill sites", Environ. Monit. Assess., 135, pp 99–106.

- **Onut S., Soner S., (2008)**, "Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment", Waste Management, 28, pp 1552–1559.

- **Rowe G., Wright G., Bolger F., (1991)**, "Delphi: a re-evaluation of research and theory", Technical Forecasting Social Change, 39, pp 235–251.

25-**Sener B., Suzen M.L., Doyuran V., (2006)**, "Landfill site selection by using geographic information systems", Environ. Geol., 49, pp 376–388.

- **Siddiqui M. Z., Everett J. W., Vieux B. E., (1996)**, "Landfill siting using geographic information systems", J. Environ. Eng., 122(6), pp 515-523.

-**Wang G., Qin L., Li G., Chen L., (2009)**, "Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China", J. Environmental Management, 90, pp 2414–2421.

-**Yagoub M., Buyong T., (1998)**, "GIS applications for dumping site selection", Proceedings of the ESRI International User Conference, pp 107.

-**Yanar T.A., Akyürek Z., (2012)**, "Artificial Neural Networks as a tool for site selection with GIS", 16'th conference in photogrametery and remore sensing, Australia, pp 202-208.

-**Zadeh, L. A., (1965)**, "Fuzzy sets", Information and Controls, 8, pp 353-383.

Combining GIS and Fuzzy Multi Criteria Decision Analysis,Case Study: Bandar Abbas", Iran, World Applied Sciences Journal, 3 (1), pp 26-32.

- **Balis M., Mandylas C., Kontos T., Akriotis D., Halvadakis C.P., (1998)**, "Investigation of suitable areas for the construction of sanitary landfill in Lemnos, Technical Report, Part I. Region of the North Aegean, Mytilene, Lesvos", Greece, University of the Aegean, Department of Environmental Studies, Waste Management Laboratory, pp 98.

-**Bonham-Carter G. F., (1994),** "Geographic Information Systems for Geoscientists, USA", Pergamon (Elsevier Science Ltd.), pp 10.

-**Cao L., Cheng Y., Zhang J., Zhou X., Lian C., (2006),** "Application of Grey Situation decision-making theory in site selection of awaste sanitary landfill", J. China Univ. of Minina &Tech., 16(4), pp 56-67.

-**Chang N. Parvathinathan G., Breeden J.B., (2008)**, "Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region", J. Environmental Management, 87, pp 139–153.

- **Charnpratheep K., Zhou Q., Garner B., (1997)**, "Preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information systems, Waste Manage. Res., 15, pp 197-215.

- **Dorhofer G., Siebert H., (1998)**, "The search for landfill sites-requirements and implementation in Lower Saxony, Germany", Environ. Geol., 35, pp 55–65.

- **Ehler G., Cowen D., Mackey H., (1995)**, "Design and implementation of a spatial decision support system for site selection", Proceedings of ESRI International User Conference, pp 100.

- **Halvadakis C. P., (1993)**, "Municipal solid waste landfill siting in Greece-the case of the greater hania region, Greece", Ekistics, 358–359, pp 345–352.

-**Hatzichristos T., Giaoutzi M., (2006)**, "Landfill sitting using GSI, fuzzy logic and delphi method", Int.J.Environmental Technology and Management, 6, pp 218-231.

-**Hussey, V., Dodd, V., Dennison, G. J., (1996)**, "Locating a landfill site for Dublin using geographic information systems, P. I", Civil. Eng. Munic. 115(3), pp 125- 133.

- **Kao J. J., Lin H. Y., (1996)**, "Multi factor spatial analysis for Land fill siting", J. Environ.. Eng., 122(10), pp 902-908.

- **Kao J.J., Lin H.J., Chen W.Y., (1997),** "Network geographic information system for

Zonation of Lorestan Province for Sanitary Landfill Site Suitability

Ehsan Mokhtari[1], Mashalah Khamechyan[2], Golamali Montazer[3], Mohammad reza Nikudel[4]

1-Assistant professor of Islamic Azad university, Branch of Eslamshar,
2-Professor of geology department, Tarbiat Modares University, Tehran
3-Associate professor of Information Technology department, Tarbiat Modares University, Tehran
4-Assistant professor of geology department, Tarbiat Modares University, Tehran

Abstract

Though there are several alternatives to solid waste disposal, including the sanitary landfill method, the incineration method, the composting method and anaerobic digestion, but disposing of waste in a landfill is the most traditional method of disposal of solid wastes, and it is a common practice in most developed countries. Several techniques and methods have been used in a sanitary landfill site selection in the literature. In this paper three methods consist of a simple additive weighting method, fuzzy based method and Neuro - Fuzzy hybrid method has been used to landfill site selection in Lorestan province and the results of three methods have been compared to each other. The prepared maps by means of simple additive weighting and fuzzy methods have a correlation with the real condition of ground of 43 and 65 percent, respectively, whereas the Neuro - Fuzzy method map has a 55 percent correlation with field observation.

Key words: Landfill, Geology, Environment, Simple additive weighting, Neuro- Fuzzy method, Lorestan.