جانمایی تصفیه‌خانه محلی فاضلاب با روش AHP-Fuzzy-OWA در محیط GIS
(منطقه مورد مطالعه: شمال شرق تهران)

پریسا حامیان [۱] ، جلال کرمی [۲] ، علی سر کارگر اردکانی [۳]

۱و۳- گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی، آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات یزد

parisahamian@yahoo.com

Aliardakani@ yahoo.com

۲- سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

Jl.karami@gmail.com

چکیده:

با توجه به رشد جمعیت و نیاز به بالابردن سطح زندگی مردم به‌ویژه در کلان‌شهری مانند تهران، همچنین کاهش چشم‌گیر سرانه آب و محدود بودن منابع آب، دسترسی به منابع آب جدید یک امر ضروری است. واضح است که تصفیه فاضلاب شهری می‌تواند به‌عنوان یکی از منابع مهم تأمین منابع آبی به‌شمار آید. علاوه بر این، استفاده از سیستم تصفیه‌خانه متمرکز می‌تواند نگرانی‌هایی از محدودیت ظرفیت در اثر رشد جمعیت، هزینه‌های بهره‌برداری، مشکلات بهره‌برداری و مشکلات فراوان در مواقع بحرانی را بر طرف نماید.، در این تحقیق، به جانمایی تصفیه‌خانه محلی در شمال شرق تهران با در نظر گرفتن عوامل موثر در جانمایی تصفیه‌خانه در قالب ۳ هدف شامل: اهداف محیط زیستی، زمین‌ساخت و زیرساخت و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ، ازتلفیق روش های سلسله مراتبی- فازی لجستیک (Fuzzy-AHP) و ترکیب میانگین وزنی مرتب شده (OWA) در انتخاب بهترین مکان برای ایجاد تصفیه‌خانه استفاده گردیدکه یکی از مزیت های استفاده از روش OWA استخراج سناریو های مختلف برای مکان تصفیه خانه در مقیاس صفر و یک می باشد .سناریو های OWAبرای تعیین کمیت سطوح ریسک پذیری (سهل گیرانه، سخت گیرانه و بینابین)در نظر گرفته می شود .که در نهایت سه سناریو برای ایجاد تصفیه خانه معرفی گردید.

کلمات کلیدی: جانمایی تصفیه‌خانه محلی، تصمیم‌گیری چند هدفه، ترکیب میانگین وزنی مرتب شده

مقدمه:

همواره برنامه‌ریزی اولین مرحله در مدیریت محیط‌زیست شهری بوده است؛ بنابراین تعیین مکان مناسب برای جانمایی منابع و امکانات مطابق با استانداردها و قوانین، از دغدغه‌های مدیران شهری می‌باشد. تعریف و تشریح بهترین مکان یک ، کار آسانی نبوده و اهتمام متخصصین برای استفاده از روش‌های نوینی مانند GIS را می‌طلبد. در حالت کلی تعیین مکان بهینه برای جانمایی یک منبع، با در نظر گرفتن پارامترهای دخیل در امر تصمیم‌گیری بسیار دارای اهمیت می‌باشد تا بتوان در آن از منبع موردنظر به بهترین شکل، استفاده بهینه نمود.

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که در آینده نزدیک، تهران با کمبود آب و ذخایر آب زیرزمینی روبه‌رو خواهد شد؛ بنابراین تصمیم در این زمان، در مورد چگونگی در اختیار گذاردن بهترین منابع آب موجود، در شرایط بحرانی دارای اهمیت بسیاری است. بررسی مطالعات نشان می‌دهد که جمع‌آوری فاضلاب، تصفیه و استفاده مجدد از پساب حاصل، می‌تواند در کشاورزی، آبیاری فضای سبز، تغذیه مجدد آبخوان‌ها و احیای منابع آب حوزه تهران نقش به‌سزایی ایفا نماید. به دلیل حجم بالای فاضلاب جریان یافته در این شبکه، مسافت بسیار زیاد بین شبکه‌های شمال تهران و تصفیه‌خانه جنوب و مشکلات مربوط به بهره‌برداری، حوادث و همچنین هزینه‌بر بودن اجرای شبکه برای کلکتورهای اصلی، طرح ایجاد تصفیه‌خانه‌های محلی به‌روش غیرمتمرکز مطرح شد. با ایجاد این تصفیه‌خانه‌ها، بسیاری از مشکلات شبکه متمرکز از بین رفته و علاوه‌بر آن می‌توان از پساب تصفیه‌شده در هر تصفیه‌خانه محلی برای آبیاری فضای سبز شهری استفاده بهینه

نمـود. ایـن مطالعـه در نظـر دارد در ایـن راسـتا، از توانمنـدی‌هـا و قابلیـت‌هـای سیسـتم اطلاعـات جغرافیـایی و تلفیـق آن بـا مدل‌های ریاضی برای تعیین محل مناسب تصفیه‌خانه‌های محلی استفاده نماید.

در راسـتای جانمـایی تصـفیه‌خانـه، مسـعود و همکـاران (۲۰۰۹) در مقالـه‌ای بـه اهمیـت اسـتفاده از تصـفیه‌خانـه‌هـای غیرمتمرکـز پرداختند و ایـن موضـوع را از نظـر اقتصـادی و محـیط‌زیسـتی مـورد بررسـی قـرار دادنـد. در نهایـت بـا توجـه هزینـه‌هـای تـأمین نگهداری در درازمدت، به ایـن نتیجـه رسـید کـه ایجـاد تصـفیه‌خانـه‌هـای غیرمتمرکـز مقـرون بـه صـرفه مـی‌باشـد؛ شـوارتز و میـز (۱۹۸۴) و لیجکمـا و ویـرا (۱۹۸۹)، بـا طراحـی یـک مـدل دینـامیکی، تشـخیص بهینـه محـل و انـدازه یـک تصـفیه‌خانـه فاضـلاب را بـا توجـه بـه مکـان مصـرف‌کننـده‌هـای پسـاب بررسـی کردنـد. در تحقیقـی دیگـر منصـوری و همکـاران (۱۳۹۰) بـه بررسـی انتخاب محل تصـفیه‌خانـه آب بـه روش AHP پرداختـه انـد. نشاسـته گـر و همکـاران (۱۳۸۸) بـه جانمـایی تصـفیه‌خانـه محلـی در تهران با استفاده از GIS و روش‌های فازی و برش آلفا پرداخته اند.

روش تصمیم‌گیری چند هدفه

انسان در زندگی روزمره خود تصمیمات بسیاری می‌گیرد، که این تصمیمات شامل مسائل بزرگ و کلان می‌شود. در بیش‌تر مسائل تصمیم‌سازی عموماً اهداف و عوامل متعددی مطرح است و فرد تصمیم ساز تلاش می‌کند که بین چندین گزینه موجود (محدود یا نامحدود) بهترین گزینه را انتخاب نماید (قدسی پور،۱۳۸۲). در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) تصمیم‌گیری‌ها، چندین شاخص یا هدف که گاه با هم متضاد هستند را در نظر می گیرند. اگر در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه MCDM منظور از معیار شاخص باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه یا MADM می‌شناسند و اگر منظور از معیارهای چندگانه هدف باشد آن را به نام تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه MODM گویند (قدسی پور،۱۳۸۲).

مدلهای تصمیم‌گیری چند شاخصه MADM))

در ایـن مـدل هـا، انتخـاب یـک گزینـه از بـین گزینـه‌هـای موجـود مـد نظـر اسـت. در یـک تعریـف کلـی تصـمیم‌گیـری چنـد شاخصه به تصمیمات خاصی (از نـوع ترجیحـی) ماننـد ارزیـابی، اولویـت گـذاری و یـا انتخـاب از بـین گزینـه هـای موجـود (کـه گـاه باید بین چند شـاخص متضـاد انجـام شـود) اطـلاق مـی گـردد. مـدل‌هـای تصـمیم گیـری سلسـله مراتبـی AHP و مـدل ANP نیـز از نوع مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه هستند.

فرآیند Fuzzy-AHP

روش تحلیـل سلسـله مراتـب AHP کـه اولـین بـار توسـط توماس سـاعتی ارائـه گردیـد. یکـی از روش‌هـای تصـمیم گیـری چنـد معیاره است که بر اساس قضـاوت دوتـایی صـورت مـی‌گیـرد. ایـن روش کمـک شـایانی بـه ارزش‌دهـی پارامترهـا و تلفیـق آن‌هـا در سیستم اطلاعات جغرافیایی نموده است (خدری و همکاران،۱۳۹۰).

روش AHP بر پایه سه اصل قراردارد: ساده سازی ،الویت دهی و اصل سازگاری

اصل اول در اصل ساده سازی مسئله در قالب یک نمودار درختی ترسیم می گردد این کار به ساده تر کردن فهم مسئله و دقت بیشتر تصمیم گیرنده کمک می کند. اصل دوم: در اصل الویت دهی بر اساس هدف یا اهداف پیش روی در مسئله و قضاوت های مشخصی و تجزیه خویش ،از میان شاخص ها به الویت دهی به هر یک از آنهاا به صورت دو به دو پرداخته و سپس شروع به الویت بندی به گزینه های پیش روی در مسئله با توجه به شاخص های مطرح شده می نماید .اصل سوم : یکی از ویژگیهای جالب و متمایز این روش اصل سازگاری است این روش این امکان را به تصمیم گیرنده می دهد که در صورت ناسازگاری در قضاوت های شخصی اشکال را تصمیم گیری گزارش می دهد (اکبری و همکاران ،۱۳۸۷).

میانگین وزنی مرتب شده

این روش از جمله روش‌های ارزیابی چندمعیاره است که از توسعه روش ترکیب‌خطی وزن‌دار به‌وجود آمده است. OWA شامل دو دسته از وزن‌ها می‌شود؛ وزن‌های مربوط به اهمیت نسبی معیار و وزن‌های‌ترتیبی (رجبی و همکاران، ۱۳۹۰). به عبارتی در این روش علاوه‌بر وزن نسبی فاکتورها، مجموعه دومی از وزن‌ها، وزن‌های مرتب به‌کار گرفته می‌شوند. این وزن‌ها سبب کنترل میزان جبران‌شوندگی بین فاکتورها و به همان اندازه سطح ریسک‌پذیری در تعیین متناسب مکانی می‌گردد (Eastman,۲۰۰۹).

تلفیق Fuzzy-AHP-OWA

(Yager,1988) یک روش ترکیبی بر پایه OWA که تلفیقی از سه نوع تابع ترکیبی زیر می‌باشد:

۱-عملیات اشتراک مجموعه فازی[1]

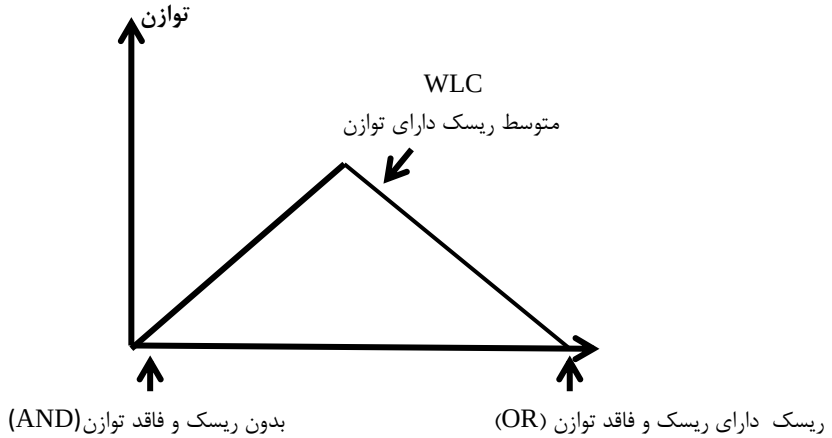
۲-عملیات اجتماع مجموعه‌های فازی[2]

۳-عملیات میانگین‌گیری[3] را ارائه داد.

این عملیات ترکیب فازی پیوسته‌ای را بین اشتراک (And) و اجتماع (OR) فازی یا تلفیق میانگین وزنی که بین آن قرار می‌گیرد فراهم می‌آورد (Malczewski,1991). که این عملکرد در مقوله عملکردهای فازی توازنی بوده و شرایط مناسبی از درجه And بودن و OR بودن ایجاد می‌کند (Khan &Alnumeiri,2004).

روش OWA امکان کنترل جبران‌پذیری (TradeOff) و خطرپذیری را به ما می‌دهد TradeOff برای اندازه‌گیری میزان جبران‌کنندگی فاکتورها استفاده می‌شود و نشان‌دهنده میزان جبران‌شوندگی فاکتورهای ناکارآمد با سایر فاکتورهای در نظر گرفته شده است اندازه TradeOff مقداری بین صفر و یک است که "صفر" مبین نبود جبران‌کنندگی میان فاکتورها و "یک" نشان‌دهنده جبران‌کنندگی کامل است که این مقدار را می‌توان به اندازه‌ای از میزان پراکندگی وزن‌ها OWA تفسیر کرد (مالچفسکی پاچک،۱۳۸۵).

مقدار ORness در بازه‌ی بین صفر و یک قرار می‌گیرد و مبین میزان شباهت یک عملکرد OWA به عملگر منطقی OR در ترکیب معیارها است (Malczewski,2009).



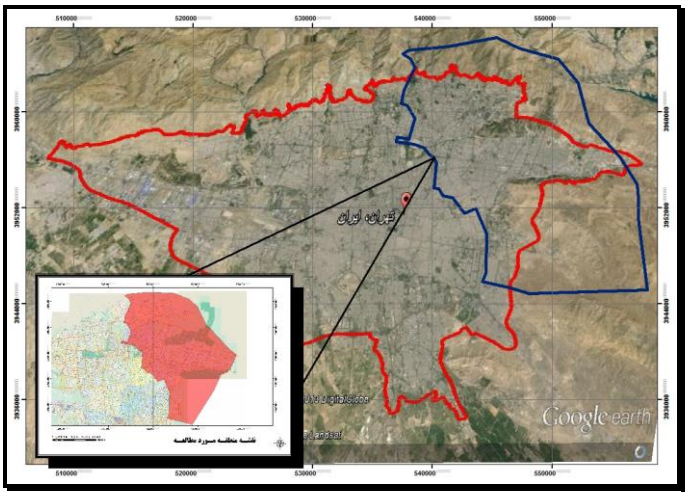
فضای استراتژی تصمیم‌گیری در روش OWA(Eastman,1997)

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

[1]-Intersection
[2] -Union
[3] -Averaging

شـهر تهـران در دامنـه جنـوبی رشـته‌کـوه‌هـای البـرز مرکـزی قـرار گرفتـه اسـت؛ ایـن شـهر بـین عـرض‌هـای جغرافیـایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقـه تـا ۵۱ درجـه و ۳۸ و طـول هـای جغرافیـایی ۳۸ دقیقـه طـول شـرقی و ۳۵ درجـه و ۳۴ دقیقـه تـا ۳۵ درجـه و ۵۱ دقیقه و یکی از کلان‌شهرهای ایران می‌باشد که دارای ۲۲منطقه شهرداری می‌باشد.



موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

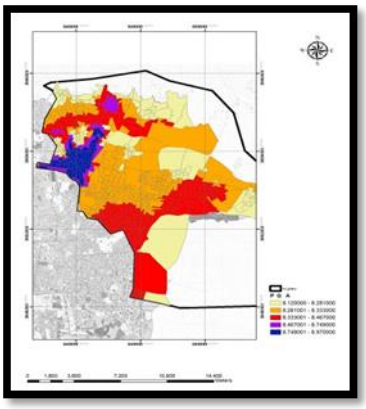
در ایـن پـژوهش منطقـه شـرق و شـمال تهـران بـه وسـعت ۲۰۷۴۲هکتـار و جمعیـت ۵۲۸۵۷۷۶نفـر هسـت کـه منـاطق ۸،۷،۴،۳،۱ شـهرداری را در بـر مـی‌گیـرد. ایـن منطقـه شـامل ۱۶۱۹کیلـومتر شـبکه فاضـلاب و ۳۷۰۸۳فقـره آدم‌رو مـی‌باشـد کـه دبـی ۱۴۸۳۵لیتـر بـر ثانیـه پسـاب تولیـد مـی‌نمایـد. در ایـن محـدوده ۴تصـفیه‌خانـه محلـی بـه نـام‌هـای محلاتـی، صـاحبقرانیه، زرگنده، قیطریه موجود می‌باشد.

مشخصات تصفیه خانه های محلی موجود

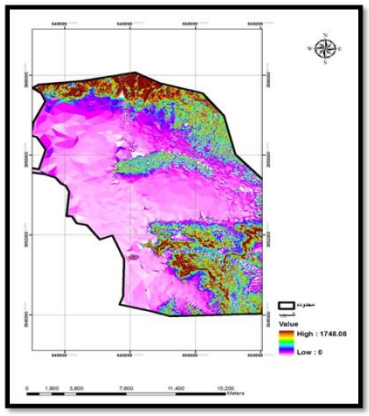
مساحت تحت پوشش هکتار	طول شبکه تحت پوشش	اقطار	جمعیت تحت پوشش	مساحت تصفیه‌خانه مترمکعب	مساحت تحت پوشش هکتار
صاحبقرانیه	۳,۵	۱۵۰–۲۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰۰	۳۰
زرگنده	۲۳	۲۰۰–۴۰۰	۳۰۰۰۰	۱۷۰۰	۱۳۰
قیطریه	۱۶,۵	۲۰۰–۴۰۰	۲۰۰۰۰	۱۳۶۰	۷۵
محلاتی	۱۷,۷	۱۵۰–۶۰۰	۴۸۰۰۰	۱۳۳۲۸	۱۸,۶

داده های مورد استفاده

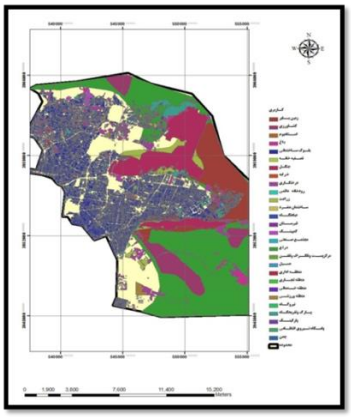
داده هـای مـورد اسـتفاده در ایـن تحقیـق از اطلاعـات طـرح تفضـیلی سـال ۱۳۹۱ و همچنـین اطلاعـات ۱:۲۰۰۰ شـرکت فاضـلاب تهـران مـی باشـد کـه شـامل : توپـوگرافی، کـاربری زمـین، منـابع آبـی، سـطح آب زیـر زمینـی ،راه ها،بیشـینه شـتاب زمین،خطـوط انتقـال نیرو،شـبکه فاضـلاب و جهـت وزش بـاد غالـب و همچنـین یـک‌سـری محـدودیت هماننـد منـاطق حفاظـت شده، مناطق مسکونی، رودخانه، مسیل، کانال که در زیر تعدادی از این نقشه‌ها آورده شده است.



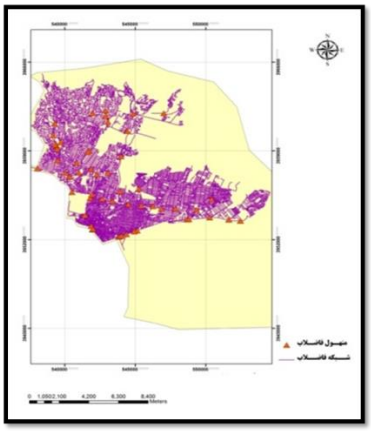
نقشه بیشینه شتاب زمین



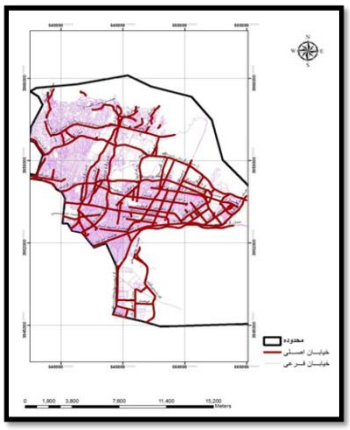
نقشه شیب منطقه



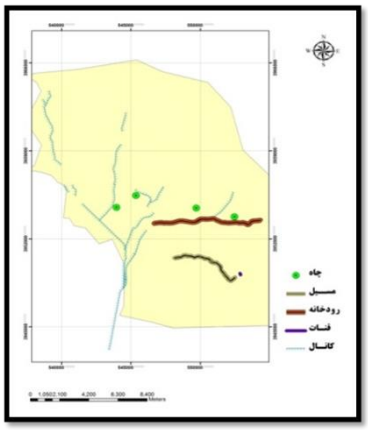
نقشه کاربری زمین



نقشه شبکه فاضلاب



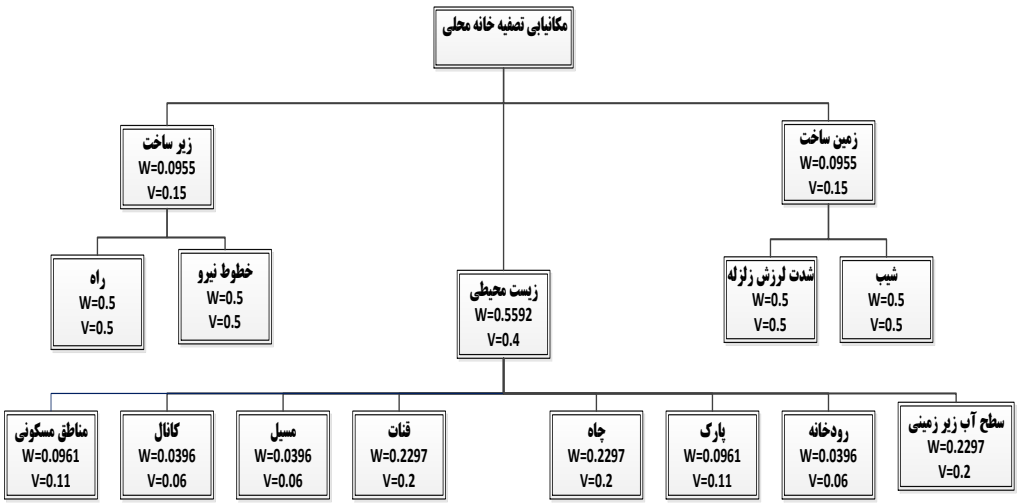
نقشه راهها



نقشه منابع آبی

روند کلی تحقیق

در ایـن پـژوهش بـرای رسـیدن بـه هـدف، روش کـار شـامل ۲ مرحلـه مـی‌باشـد. بـا اسـتفاده ۳ هـدف شـامل :اهـداف زیـر سـاخت،اهداف محـیط زیسـتی،اهداف زمـین سـاخت و بـا بهـره گیـری از روشFUZZY _AHP و ترکیـب میـانگین وزنـی مرتـب شده (OWA) جانمایی منطقه مناسب برای تصفیه‌خانه محلی انجام شد



روند کلی تحقیق

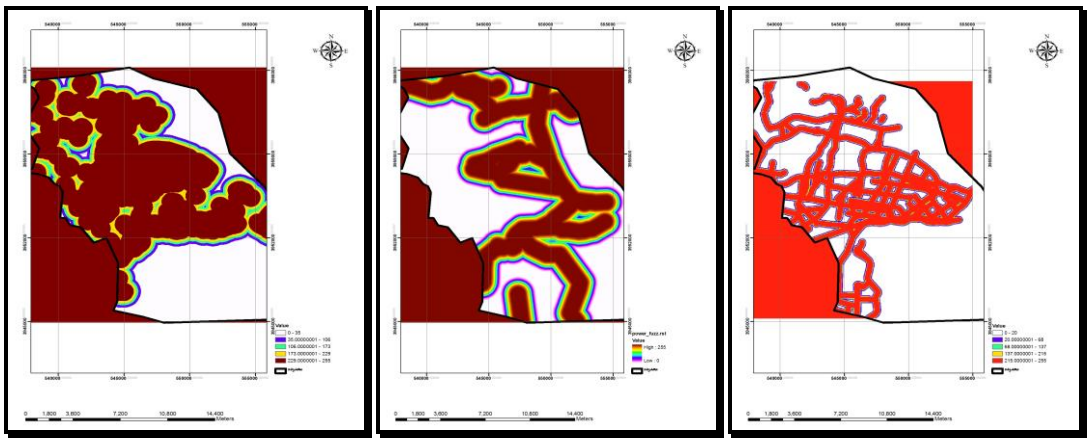
استاندارد سازی نقشه ها

در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار موردنظر (x) را رعایت میکند، مقدار عضویتی می‌گیرد (μx) که بیان‌کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می باشد. بدین معنی که هر ناحیهٔ با مقدار عضویت بالاتر، از مطلوبیت بالاتری برخوردار است . در منطق فازی قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه‌بندی می‌شود .۱ > μ(x) > 0 از آن‌رو که در سیستم‌های رایانه‌ای می‌توان از256 -0ن را نشان داد می‌توان به‌جای مقیاس صفر و یک، مقیاس صفر تا 255 را مورد استفاده قرار داد . در این مقیاس‌ها اعداد بزرگ‌تر مطلوبیت بیش‌تری خواهند داشت؛ یعنی عدد 255از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می باشد و طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می گیرند که هرچه به 255 نزدیک‌تر می شود، مطلوبیت افزایش می‌یابد. علاوه‌بر مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه‌های فازی می‌بایست نوع تابع فازی را نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسب‌تر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود .از توابع مشهور می توان به توابع Linear,SigmodialوJ-Shape اشاره کرد. توابع گفته شده، در محیط منتخب GISوجود دارد و علاوه‌بر این توابع، کاربر می تواند با توجه به نیاز خود، تابع را نیز تعریف نماید (متکان و همکاران،۱۳۸۷). تمام نقشه‌ها طبق توابع و حد آستانه اهای زیر تعریف کردید.

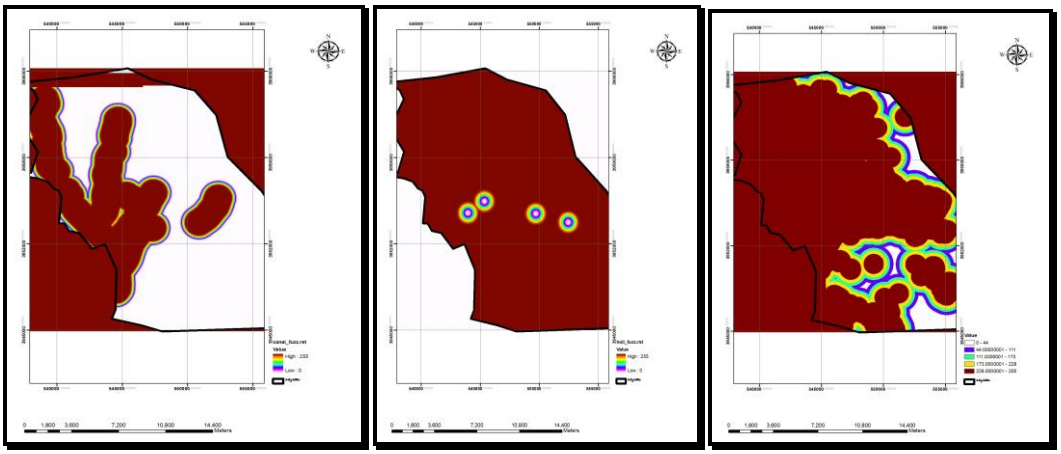
جدول توابع و حد آستانه در استاندار سازی به روش FUZZY

معیار (واحد)	مقادیر آستانه		نوع تابع فازی	نام تابع فازی
	a یا b	cیاd		
معیار زیر ساخت				
خطوط نیرو(m)	500	1500	کاهشی	Sigmodal
راه(m)	200	1500	کاهشی	J-Shape
معیار زمین ساخت				
بیشینه شتاب زمین(gal)	0	500	کاهشی	J-Shape
شیب(درجه)	0	40	کاهشی	Sigmodal
معیار محیط زیستی				
کانال(m)	100	1500	کاهشی	Sigmodal
رودخانه(m)	1000	1000	کاهشی	Sigmodal
چاه(m)	0	1000	افزایشی	Sigmodal
پارک(m)	500	1500	کاهشی	Sigmodal
سطح آب زیر زمینی(m)	0	500	افزایشی	Sigmodal
مناطق مسکونی(m)	500	2000	کاهشی	Sigmodal
مسیل(m)	1000	1500	کاهشی	Sigmodal

که در زیر نقشه‌های استاندارد شده آمده است.



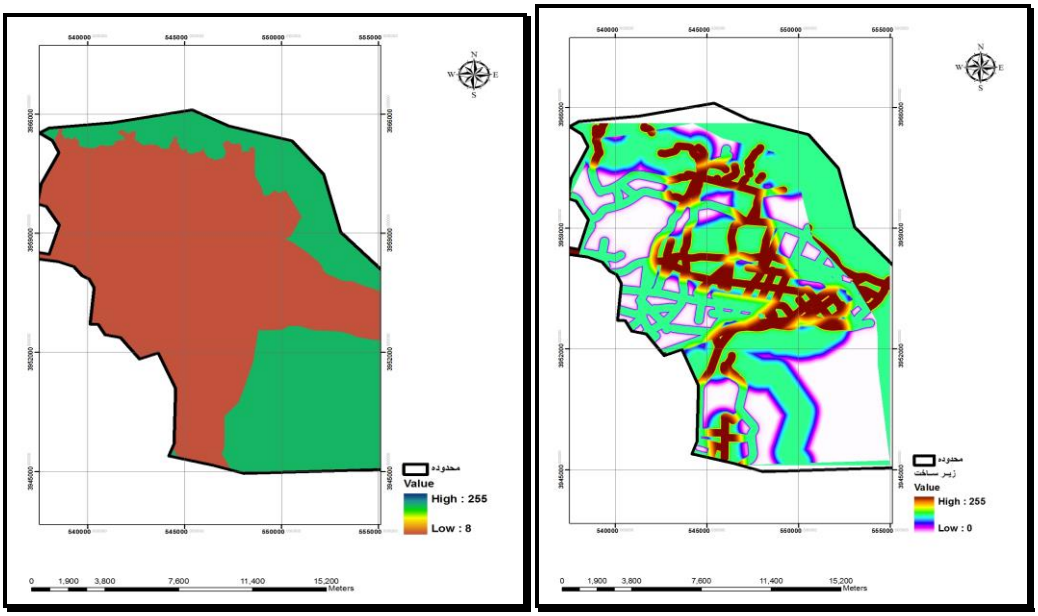
نقشه استاندارد شده راه ها　　نقشه استاندارد شده خطوط نیرو　　نقشه استاندارد شده پارک



نقشه استاندارد شده مناطق مسکونی　　نقشه استاندارد شده چاه　　نقشه استاندارد شده کانال

تلفیق اطلاعات

تلفیق اطلاعات در هر معیار به‌طور جداگانه انجام می‌گیرد در معیارهای زیر و زمین‌ساخت به‌دلیل یکسان بودن ارزش هر دو زیر معیار به هر دو ارزش یکسان داده شده و از روش ترکیب خطی هم‌پوشانی انجام گردید که در زیر نقشه به‌دست آمده از این معیار آورده شده است.



نقشه تلفیق معیار زمین ساخت　　نقشه تلفیق معیار های زیر ساخت

در معیار زیست محیطی به‌دلیل تعدد زیر معیارها و همچنین متفاوت بودن ارزش‌ها از روش AHP برای به‌دست آوردن ارزش هر زیر معیار استفاده گردید که در زیر ماتریس ارزش‌ها آورده شده است:

ماتریس وزندهی زیر معیار زیست محیطی

		زیر معیار زیست‌محیطی							
	inconsistency=0.01	کانال	مسیل	قنات	چاه	پا رک	رودخانه	کاربری	سطح آب زیرزمینی
زیر معیار زیست‌محیطی	کانال	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۵	۱/۵
	مسیل	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۵	۱/۵
	قنات	۵	۵	۱	۱	۳	۵	۳	۱

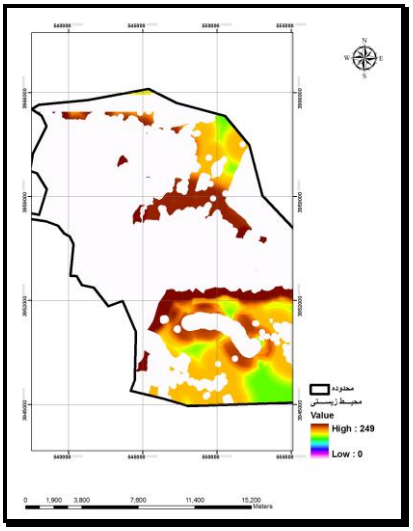
	چاه	۵	۵	۱	۱	۳	۵	۳	۱
	پا رک	۳	۳	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۱	۱/۳
	رودخانه	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۵
	کاربری	۵	۵	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۱	۱/۳
	سطح آب زیرزمینی	۵	۵	۱	۱	۳	۵	۳	۱

که در نهایت ضرایب ارزش هر معیار به‌صورت زیر خواهد بود:

ضرایب ارزش هر زیر معیار در هدف زیست محیطی

کانال	مسیل	قنات	چاه	مناطق مسکونی	پا رک	رودخانه	سطح آب زیرزمینی
۰،۰۳۹۶	۰،۰۳۹۶	۰،۲۲۹۷	۰،۲۲۹۷	۰،۰۹۶۱	۰،۰۹۶۱	۰،۰۳۹۶	۰،۲۲۹۷

که با در نظر گرفتن تمام این ضرایب هم‌پوشانی انجام گرفته که در زیر نقشه هم‌پوشانی معیار زیست محیطی به‌صورت زیر خواهد بود



نقشه تلفیق زیر معیارهای محیط زیستی

- **تلفیق نهایی معیارها و زیرمعیارها**

برای تلفیق نهایی نقشه ها از روش OWA و با استفاده از فرمول زیر تلفیق نهایی انجام گرفت:

$$V_j = \left[\sum_{k=1}^{j} U_k\right]^{\alpha} - \left[\sum_{k=1}^{j-1} U_k\right]^{\alpha}$$

که با تغییرα می‌توان نقشه‌های گوناگونی را به‌دست آورد؛ بنابراین می‌توان آلفا را به گونه‌ای انتخاب کرد که برای انتخاب یک گزینه فقط معیارهای دارای مقادیر بهتر تأثیر داده شوند که این حالت منجر به خطر بالا (ORness بالاترین) و موازنه پایین‌تر بشود به‌طور کلی OWA می‌تواند یک تعادل میان خطر تصمیم‌گیری و جبران پذیری آن ایجاد می‌کند. در اینجا با استفاده از ضرایب هر کدام از معیارها و همچنین روش ترکیب میانگین وزنی مرتب شده به تلفیق نهایی معیارها پرداخته شد.که با استفاده از روش AHP و ماتریس زیر تلفیق نقشه‌ها انجام گرفت.

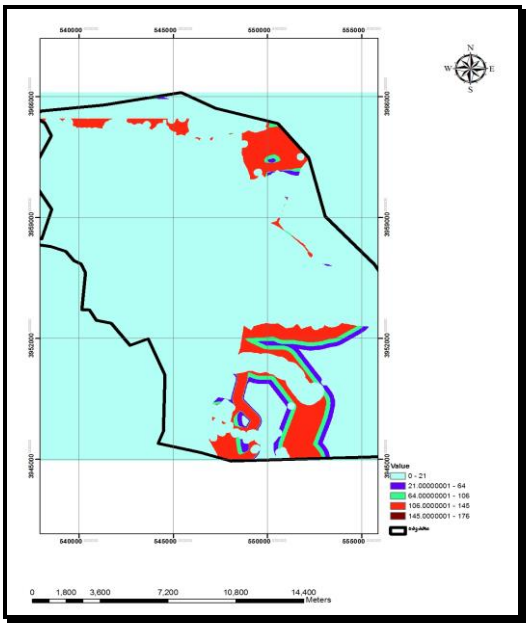
وزندهی معیارهای اصلی

	ناهمخوانی=۰،۰۲	معیارهای اصلی			
		اقتصادی	زیست‌محیطی	زیرساخت	زمین ساخت
معیارهای اصلی	اقتصادی	۱	۱/۳	۳	۳
	زیست‌محیطی	۳	۱	۵	۵
	زیرساخت	۱/۳	۱/۵	۱	۱
	زمین ساخت	۱/۳	۱/۵	۱	۱

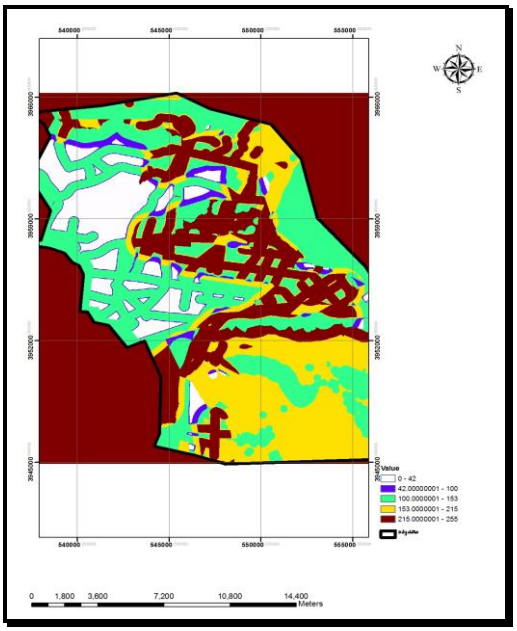
جدول ضرایب معیارهای اصلی

معیارها	اقتصادی	زیست‌محیطی	زیرساخت	زمین ساخت
ضرایب	۰،۲۴۹۵	۰،۵۵۹۶	۰،۰۹۵۵	۰،۰۹۵۵

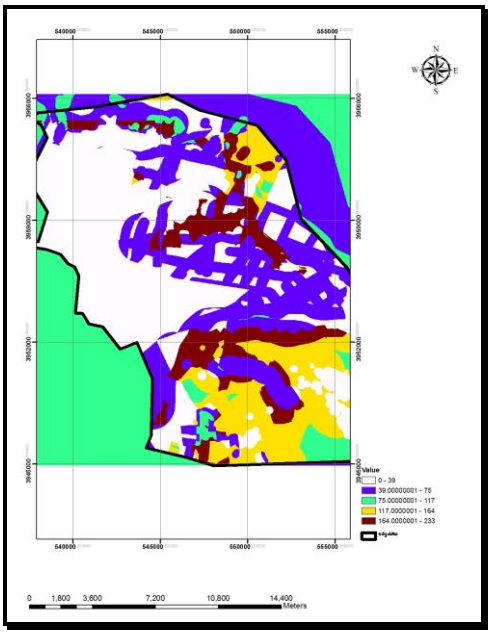
که در زیر سه سناریو متفاوت آورده شده است.



نقشه همپوشانی بدون ریسک و فاقد توازن



نقشه همپوشانی باریسک متوسط ودارای توازن



نقشه همپوشانی با ریسک بالا و فاقد توازن

که با توجه به خروجی‌های متفاوت و در نظر گرفتن عوامل محیطی و همچنین مساحت زمین موردنیاز برای ایجاد تصفیه‌خانه مناطق زیر در ۳ سناریو انتخاب گردید که در زیر آورده شده است.

نتیجه

با توجه به رشد جمعیت دنیا و نیاز به بالا بردن سطح زندگی مردم و همچنین استفاده بهینه از منابع موجود در سطح کلان شهرها بخصوص تهران، جانمایی تصفیه خانه های محلی می تواند مارا در رسیدن به هدف سوق دهد. و همچنین استفاده از تصمیم سازی بر پایه استفاده از روشهای نوین به همراه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی میتواند کمک شایانی به تصمیم گیران نماید .

همانگونه که از نتایج این تحقیق مشخص است میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- همانگونه که در این تحقیق مشخص گردید معیارهای تاثیر گذار در جانمایی تصفیه خانه در قالب ۳ عامل محیط زیستی ،زمین ساخت و زیر ساخت در نظر گرفته شده است و در صورتیکه جانمایی تصفیه خانه به منظور هدف خاصی در نظر گرفته شود به تناسب آن عوامل و معیارهای دیگری وارد تحقیق خواهد شد و به تناسب آن نتیجه تغییر خواهد کرد.

۲- مدل AHP-Fuzzy قابلیت های گسترده ای در تصمیم گیریهای چند معیاره ایفا می نماید. کاربرد این مدل باعث می شود که معایب استفاده جداگانه هر کدام از روشهای تحلیل سلسله مراتبی و فازی را برطرف گردد.

۳- الگوریتم OWAبا استفاده از وزن های درجه ای این قدرت را به تصمیم گیر می دهد که عوامل مهمتری را که از نظر کارشناسان مربوطه بیشترین اثر را در مسئله مکانیابی دارد را با همان اهمیت در مسئله قرار می دهد و در اثر این برتری نتیجه حاصل از مکانیابی به روش OWA دارای قدرت تفکیک بهتری بین طیفهای موجود می باشد.

۴- با توجه به نیاز منطقه مورد مطالعه برای ایجاد تصفیه خانه محلی می توان از سناریو های متفاوت ایجاد شده در این تحقیق استفاده نمود .همانگونه که از سناریو های این تحقیق مشخص است در صورتیکه هدف انتخاب بیشتر از یک تصفیه خانه باشد نقشه ریسک بالا و متوسط میتواند جواب مسئله باشد .و در صورتیکه هدف انتخاب یک منطقه به عنوان هدف باشد نقشه بدون ریسک مناسبتر می باشد.

منابع فارسی:

۱. افضلی ، م.ر. (۱۳۸۸). "مکانیابی تصفیه‌خانه "، ماهنامه تهویه و تبرید، شماره ۷۲، ص۶۸-۶۶.
۲. اکبری، ن.ا. زاهدی کیوان، م. (۱۳۸۷). " کاربرد روشهای رتبه بندی و تصمیم گیری چند شاخصه"، انتشارات سازمان شهرداری و دهیاری های کشور، چاپ اول ، تهران، ۴۷۵.
۳. رجبی، م. منصوریان، ع. طالعی، م. (۱۳۹۰). "مقایسه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره AHP و AHP-OWAو FUZZY-AHP-OWA برای مکانیابی مجتمع‌های مسکونی در شهر تبریز" ، نشریه محیط‌زیست، شماره ۵۷، ص ۹۲-۷۷.
۴. شاه منصوری، آ. صباحی، م.س. رضایی آدریانی، ر. لطفی، ع. خدادادی دربان، ا. .(۱۳۹۰)."بررسی موردی انتخاب محل و نوع تصفیه‌خانه آب به روش AHP"، نشریه آب و فاضلاب ، شماره۴، ص۱۳۴-۱۳۹.
۵. صابر چناری، ک. عبقری، ه. عرفانیان، م. قلیزاده، س. (۱۳۹۰)." ارائه مدل کوتاه مدت بهره‌برداری بهینه از منابع آب با استفاده از الگوریتم جامعه ذرات و مقایسه آن با الگوریتم ژنتیک"، نشریه پژوهش‌های آبخیزداری، شماره ۹۷، ص۷۲-۶۳.
۶. ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری، سازمان برنامه و بودجه ، نشریه ۳-۱۲۹.
۷. طاهری، س.م."آشنایی با مجموعه فازی"، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۳۷۵
۸. طرح جامع فاضلاب تهران جهت برنامه توسعه، (۱۳۹۰) .
۹. عبدالغفوریان، ع. تجریشی، م. ابریشمچی ، ا. (۱۳۹۱). "مدیریت آب شهری با لحاظ پساب و رواناب به‌عنوان منابع جدید آب (مطالعه موردی شهر تهران)"، نشریه آب و فاضلاب ، شماره ۴، ص ۴۲-۲۹.

۱۰. قدسی پور، ح. "مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۸، چاپ ششم.
۱۱. نعمتی، ر.ا. و گلبهار حقیقی، م.ح. (۱۳۹۰)." بهینه‌سازی کلی سیستم های انتقال آب با استفاده از الگوریتم ژنتیک"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.
۱۲. نشاسته گر، م. و تجریشی، م.(۱۳۹۰). "جانمایی تصفیه‌خانه‌های غیرمتمرکز فاضلاب در کلان‌شهرها به کمک تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS"،چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ، اردیبهشت ۱۳۹۰، دانشگاه امیرکبیر.تهران.
۱۳. مالچفسکی، پ. "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره" ، اکبر پرهیزگار، عطا غفاری گیلاند، چاپ اول، انتشارات سمت تهران. ۱۳۸۵
۱۴. متکان، ع. شکیبا، ع. پور علی ، س. (۱۳۸۶). "کاربرد GIS در مکانیابی پار کینگ‌های طبقاتی به روش OWA"، همایش ژئوماتیک ۸۶سازمان نقشه‌برداری کشور.
۱۵. متکان، ع. شکیبا، ع. پور علی ، س. نظم فر، ج. (۱۳۸۷)."مکانیابی مناطق مناسب جهت دفن پسماند با استفاده از GIS"، نشریه محیطی، سال ششم، شماره دوم.
۱۶. مقدسی، م. مرید، س. عراقی نژاد، ش. (۱۳۸۷)."بهینه‌سازی تخصیص آب در شرایط کم آبی با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی غیرخطی هوش جمعی و الگوریتم ژنتیک"، مجله تحقیقات منابع آب ایران،سال ۴، شماره۳، ۱۳-۱.
۱۷. مهدوی، م.م. حسینی، خ. بهزادیان ، ک.(۱۳۹۰)."مقایسه الگوریتم ژنتیک تک هدفه و چند هدفه در مکانیابی بهینه شیرهای فشارشکن"، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.
۱۸. نشاسته گر ، م. تجریشی، م. ابریشم چی ، ا. (۱۳۸۸)."جانمایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کلان‌شهرها به کمک تلفیق روش‌های چند معیاره و GIS"، سومین همایش ملی آب و فاضلاب (با رویکرد اصلاح الگوی مصرف) تهران.
۱۹. نوری، م. و شریفی، م.ب. (۱۳۸۹)."بررسی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و کاربرد آن در مدیریت منابع آب"، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران ، اردیبهشت ۸۹.

منابع انگلیسی:

1. Asano, T. Burrton, F.L. Leverenz, R.Tchobanog lous, G.(2002),"Issues Trchnologies and Applications", Water Reuse.
2. Bixio, D. Thoeye, C. Koning, J.De. Joksimovic, D. Savic, D. Wintgens, T. Melin, T. (2006), Wastewater Reuse in Europe, Desalination 187, 89-101.
3. Deniz, F. Sadhwani, J.J Veza, J.M. (2010), "New Quality Criteria in Wastewater Reuse the Case of Gran Canaria", Desalination 250,716-722.
4. Gemitzi, A. Tsihrintzis, V.A. Christou, O. Petalas, C. (2007), "Use of GIS in Siting Stabilization Pond Facilities for Domestic Wastewater Treatmebt", Journal of Environmental Management 82,155-166.
5. Hirich, A.Choukr-Allah, R. (2013),"Wastewater Reuse in the Mediterranean Region: Case of Morocco", 13th www yes 1.
6. Johnson, Lynn E. (2009),"Geographic information systems in water resources engineering"; CRC Press.
7. Lotfizadeh, A. (1997),"Toward Theory of Fuzzy Information Granulation and its Centrality in Human Reasoning and Fuzzy Logic", Fuzzy Sets and Systems 90, 111-127.
8. Lopez, A. Vurro, M. (2008), "Planning Agricultural Wastewater Reuse in Southern Italy: The Case of Apulia Region", Desalination 218,164-169.
9. Maier, H.R. Simpson, A.R Zecchin, A.C. Foong, W.K. Phang, K.Y. Seah, H.Y. Tan, C.L. (2003), "Ant Colony Optimization for Design of Water Distribion Systems", Journal of Water Resources Planning and Management, 200-209.

10. Malczewski, J. (1999), "Gis and Multi Criteria Decision Analysis", Department of Geography University of Westernontario.
11. Malczewski, J. (2006), "Ordered Wrighted Areraging With Fuzzy Quantifiers ", GIS Base Multicriteria.
12. Massoud, M.A. Tarhini, A. Nasr, J.A.(2009),"Decentralized Approaches to Wastewater Treatment and Management: Applicability in Developing Countries", Journal of Environmental Management 90, 652-659.
13. Murray, A. Ray, I.(2010), "Wastewater for Agricullture: A Reuse Orientrd Planning Model and Application in Peri-Urban China", Water Research 44, 1667-1676.
14. Murty Gandamuri, S.R Srinivasan, K. Murty hallamudi, S.(2006) , "Multiobjective Optimal Waste Load Allocation Models for Rivers Using Nondominated Sorting Genetic Algoritim Π", Journal of Water Resources Planning and Management , 132-143.
15. Nobel, C.E. Allen, D.T. (2000), "Using Gepgraphic Information System (GIS) in Industrial Water Reuse Modelling", Instrution of Chemical Engineers Trans ICHEME 78.
16. Saaty. T. L, (1999),"Fundamentals of the Analytic Network Process", (pp. 1–14). Japan: University of Pittsburgh, ISAHP.
17. Schwartz, M. and Mays, L. (1983), "Models for water reuse and wastewater planning", J. of Environ. Eng., 109(5), 1128-1147.
18. Simpson, A.R. Dandy, G.C. Murphy, L.J. (1993), "Genetic Algorithms Compared to Other Technoques for Pipe Optimization" , Journal of Water Resources Planning and Management 120 , 423-443.
19. Tolson, B.A. Maier, H.R. Simpson, A.R. Asce, M. Lence, B.J. Asce, A.M. (2004), "Genetic Algorithms for Reliability-Based Optimization of Water Distribution System", Journal of Water Resources Planning and Management , 63-72.
20. Van Dijk, M. Van Vuuren, S.J. Van Zyl, JE.(2006), "Optimising Water Distribution Systems Using a Weighted Penalty in a Genetic Algorithm", Water SA 34, NO5.
21. Vieira, J. and Lijklema, L. (1989), "Development and Application of a Model for Regional Water Quality Management", J. of Water Resources, 23(6), 767-777.
22. Yager, R.R. (1996), "Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators", International Journal of Intelligent Ststem, Voll 11, 49-73.
23. Yager, R.R.kelman, A. (1999), "An Extension of the Analytical Hierarchy Process Using OWA Operators", Journal of Intelligent Ststem, Voll 11, 401-417.
24. Yui Liong,S. Atiquzzaman,M.D.(2004),"Optimal Design of Water Distribution Network Using Shuffled Complex Evolution", Journal of the Instiution of Engineers 44,93-107.

سایر منابع:

۱. MP.ORG (سایت سازمان برنامه و بودجه)
۲. Magiran.com
۳. SID.ir
۴. Cilivika.com
۵. ScrinceDirection.com