مکانیابی تصفیه خانه محلی فاضلاب با هدف تخصیص بهیه پساب در آبیاری فضای سبز شهر تهران با الگوریتم P-Median (منطقه مورد مطالعه شمال شرق تهران)

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

[۱] رئیس گروه سیستمهای اطلاعات جغرافیایی شرکت فاضلاب
آدرس پست الکترونیکی:parisahamian@yahoo.com

[۲] دکترایGIS ،عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
آدرس پست الکترونیکیjl.karami@gmail.com

[۳] دکترایRS ،عضو هیئت علمی دانشگاه امام حسین
آدرس پست الکترونیکیaliardakani@ yahoo.com

چکیده

با توجه به رشد جمعیت، و نیاز به ارتقای سطح زندگی مردم به خصوص در کلان‌شهری مانند تهران، همچنین کاهش چشم‌گیر سرانه آب و محدود بودن منابع آب، دسترسی به منابع آب جدید یک امر ضروری می‌باشد واضح است که تصفیه فاضلاب شهری می تواند به عنوان یکی از منابع مهم تأمین منابع آبی به شمار آید، همچنین استفاده از سیستم تصفیه خانه متمرکز می‌تواند نگرانی‌هایی از محدودیت ظرفیت در اثر رشد جمعیت،هزینه‌های بهره‌برداری و مشکلات بهره‌برداری و مشکلات فراوان در مواقع بحرانی را بر طرف نماید، بنابراین در این تحقیق در مرحله اول به جانمایی تصفیه خانه محلی در شمال شرق تهران با در نظر گرفتن عوامل موثر در جا نمایی تصفیه خانه در قالب ٤ هدف،اهداف زیست محیطی، اقتصادی، زمین ساخت و زیرساخت و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) وهمچنین استفاده ازتلفیق روش سلسله مراتبی- فازی لجستیک(Fuzzy-AHP) و ترکیب میانگین وزنی مرتب شده(OWA) بهترین مکان برای ایجاد تصفیه‌خانه انتخاب گردید. از طرفی استفاده مجدد از پساب به عنوان یک منبع بزرگ آبی و همچنین حفظ اهداف محیط زیستی به عنوان دومین هدف در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. از آنجائیکه از پساب می توان استفاده‌های بیشتری همانند مصارف کشاورزی، تغذیه آب‌های زیرزمینی،مصارف صنعتی و ... اشاره نمود که در این تحقیق با استفاده از الگوریتم P-Median به تخصیص پساب برای مکان‌های منتخب برای تصفیه‌خانه باهدف آبیاری بیشتر فضای سبز منطقه پرداخته است. در نهایت با در نظر گرفتن هدف اصلی که جا نمایی تصفیه‌خانه به منظور تخصیص بهینه پساب در آبیاری فضای سبز می‌باشد بهترین منطقه انتخاب گردید .

کلمات کلیدی

جا نمایی تصفیه‌خانه محلی، تصمیم‌گیری چند هدفه، ترکیب میانگین وزنی،تخصیص بهینه، الگوریتم P-Median[۱]

۱-مقدمه

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

پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که در آینده نزدیک تهران، با کمبود آب و ذخایر آب زیرزمینی مواجه خواهد شد، بنابراین تصمیم در این زمان، در مورد چگونگی در اختیار گذاردن بهترین منابع آب موجود، در شرایط بحرانی دارای اهمیت بسیاری است. استنتاج مطالعات نشان می‌دهد که جمع‌آوری فاضلاب، تصفیه و استفاده مجدد از پساب حاصل، می تواند به کشاورزی، آبیاری فضای سبز، تغذیه مجدد آبخوان ها و احیای منابع آب حوزه تهران نقش بسزایی 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، اتفاقات و همچنین هزینه بر بودن اجرای شبکه برای کلکتورهای اصلی، طرح ایجاد تصفیه‌خانه‌های محلی به روش غیرمتمرکز مطرح شد. با ایجاد این تصفیه‌خانه‌ها بسیاری از مشکلات شبکه متمرکز از بین رفته و علاوه بر آن می‌توان از پساب تصفیه‌شده در هر تصفیه‌خانه محلی برای آبیاری فضای سبز شهری استفاده بهینه نمود.این مطالعه در نظر دارد در این راستا، از توانمندی‌ها و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق آن با مدل های ریاضی برای تعیین محل مناسب تصفیه‌خانه‌های محلی استفاده نماید.

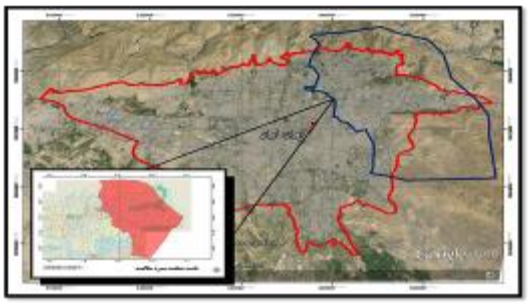
۱-۱-پیشینه تحقیق

در مورد این موضوع خاص هیچ تحقیقی صورت نگرفته است ولی بطور مجزا تحقیقاتی انجام گرفته است که در راستای جانمایی تصفیه خانه مسعود و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله‌ای به اهمیت استفاده از تصفیه‌خانه‌های غیرمتمرکز پرداخته و از نظر اقتصادی و محیط زیستی مورد بررسی قرار داده و در نهایت با توجه هزینه های تأمین نگهداری در درازمدت به این نتیجه رسید که ایجاد تصفیه خانه های غیرمتمرکز مقرون به صرفه می‌باشد؛شوارتز و میز (۱۹۸۴)و لیجکما و ویرا (۱۹۸۹)، با طراحی یک مدل دینامیکی تشخیص بهینه‌ترین محل و اندازه یک تصفیه‌خانه فاضلاب را با توجه به مکان مصرف‌کننده‌های پساب امکان‌پذیر کرده‌اند.و در تحقیقی دیگر منصوری و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی انتخاب محل تصفیه‌خانه آب به روش AHP پرداخته است. نشاسته گر و همکاران (۱۳۸۸) به جا نمایی تصفیه خانه محلی در تهران با استفاده از GIS و روش‌های فازی و برش آلفا پرداخته است . رویکرد دیگر این مقاله استفاده از پساب می باشد لذا برای استفاده مجدد از پساب فاضلاب تحقیقات زیادی صورت گرفته است؛ که تقریباً همه تحقیقات بدون در نظر گرفتن قابلیت GIS به بررسی استفاده از پساب پرداخته‌اند. مورای ورای در سال ۲۰۱۰ و لوپز و وارو در سال ۲۰۰۸با ارائه مدلی به برنامه ریزی استفاده از فاضلاب برای کشاورزی پرداخته است که به بررسی شرایط زیست‌محیطی، محلی و منطقه‌ای برای آبیاری از پساب فاضلاب پرداخته است .غفوریان و همکاران در سال ۱۳۹۱ به بازیافت و استفاده مجدد از پساب به عنوان یکی از راه‌حل‌های مناسب در زمینه مدیریت آب شهری پرداخته است و از نظر کیفی در سه وضعیت موجود، بهبودیافته و ایده آل مورد ارزیابی قراردادند و در نهایت به ارزیابی اقتصادی پرداخته است که توانسته از نظر اقتصادی موثر باشد.و از نظر تخصیص بهینه و استفاده از الگوریتم P-Median تحقیقی صورت نگرفته است و بیشتر تحقیقات در مورد تخصیص بهینه در زمینه طراحی شبکه آب و استفاده از الگوریتم ژنتیک می باشد.

۲- مطالب اصلی

۱-۲-منطقه مورد مطالعه

شهر تهران در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی قرار گرفته است؛ که بین عرض‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۸ و طول‌های جغرافیایی ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه و یکی از کلان‌شهرهای ایران می‌باشد که دارای ۲۲ منطقه شهرداری می‌باشد.



شکل۱-موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش منطقه شرق و شمال تهران به وسعت ۲۰۷۴۲ هکتار و جمعیت ۵۲۸۵۷۷۶ نفر هست که مناطق ۸،۷،۴،۳،۱ شهرداری را در بر می‌گیرد. این منطقه شامل ۱۶۱۹ کیلومتر شبکه فاضلاب و ۳۷۰۸۳ فقره آدم رو می‌باشد که دبی ۱۴۸۳۵ لیتر بر ثانیه پساب تولید می‌نماید.در این محدوده ۴ تصفیه‌خانه محلی بنام‌های محلاتی، صاحبقرانیه، زرگنده، قیطریه موجود می‌باشد.

جدول۱-مشخصات تصفیه خانه های محلی موجود

نام تصفیه‌خانه محلی	طول شبکه تحت پوشش کیلومتر	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

از جهت دیگر می‌توان به وجود پا رک‌های بزرگ در این محدوده اشاره نمود که از آن جمله می‌توان به پا رک جنگلی سرخه‌حصار، لویزان و جنگلی ساحل اشاره نمود و همچنین صدها پا رک کوچک و

بـزرگ و فضـای سـبز کـه در مجمـوع ۲۹۶۶ هکتـار بـا نیـاز آبـی ۲۵۶۲۲۴ لیتر بر ثانیه اشاره نمود کـه حـدود ۷۰٪ ایـن پـا رک‌هـا از چـاه‌هـا و قنـوات استفاده مـی‌کننـد بـه عنـوان مثـال ۳ پـا رک جنگلـی بـزرگ دارای شـرایط زیر می‌باشد:

جدول۲-مشخصات پارک های جنگلی بزرگ در منطقه

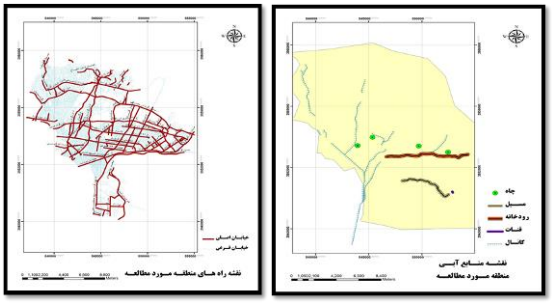
نام پا رک جنگلی	مساحت (هکتار)	نیاز آبی (لیتر در ثانیه)	منبع آبیاری
پا رک سرخه‌حصار	۳۰۸۳	۳۵۹۲۸	چاه
پا رک لویزان	۹۷۹۶	۷۹۶۵۸	چاه
ساحل	۲۷۱	۲۸۶۷	چاه

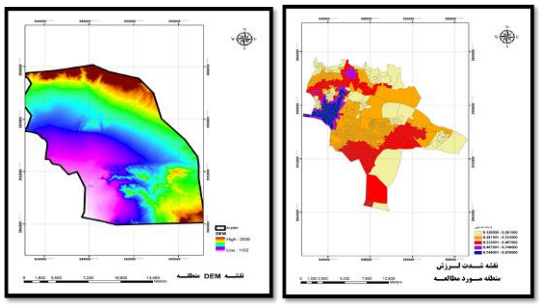
همان گونه که مشاهده می شـود ایـن مقـدار آب مصـرفی کـه بـرای آبیـاری این مناطق استفاده می شـود از چرخـه آب آشـامیدنی مـی باشـد. عـلاوه بـر ایـن در پـایین‌دسـت ایـن محـدوده انتخـابی و در حـریم منطقـه ۱۳ و ۱۴ زمین‌هایی بـا کـاربری‌هـای زراعـت، بـاغ و درخـت‌کـاری بـا مسـاحت ۳۷۰ هکتار و نیاز آبـی ۳۰۸۷۷ لیتـر در ثانیـه موجـود مـی باشـد .تحقیقـات نشـان می‌دهد که استفاده از پسـاب تصـفیه شـده مـی‌توانـد بـه عنـوان یـک منبـع پایدار و همیشگی برای منـابع آب باشـد بـرای رسـیدن بـه هـدف مـی تـوان از عوامـل و روش‌هـایی بـرای رسـیدن بـه هـدفی خـاص اسـتفاده نمـود هدفی که در این تحقیـق مـورد بررسـی قـرار داده شـده اسـت پیـدا کـردن بهتـرین مکـان بـرای تصـفیه‌خانـه باهـدف تخصـیص بهینـه پسـاب بـرای آبیاری فضای سبز شهری می‌باشد.

۲-۲-مواد و روشها

۲-۲-۱-داده های مورد استفاده در تحقیق

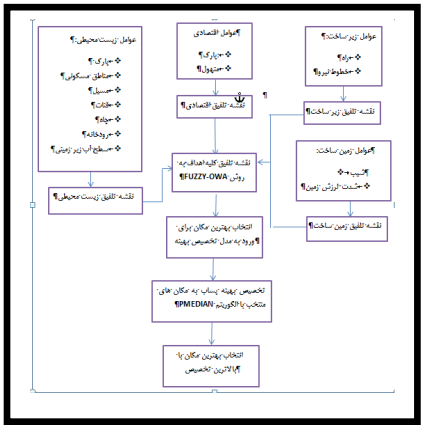
کلیه داده هـای مـورد اسـتفاده در ایـن تحقیـق از اطلاعـات طـرح تفضـیلی سـال ۱۳۹۱ و همچنـین اطلاعـات ۱:۲۰۰۰ شـرکت فاضـلاب تهـران مـی باشـد داده هـای مـورد اسـتفاده در ایـن تحقیـق عبارتنـد از: توپوگراقی،کـاربری زمین،منـابع آبـی،راه ها،شـدت زلزلـه،خطوط انتقـال نیرو،شـبکه فاضـلاب و جهـت وزش بـاد غالـب و همچنـین یکسـری محـدودیت هماننـد منـاطق حفاظـت شـده ،منـاطق مسـکونی ،رودخانـه ،مسـیل،کانال کـه در زیـر تعـدادی از ایـن نقشـه هـا آورده شـده اسـت .





شکل۲-نقشه لایه های موثر

۲-۲-۲-فلوچارت لایه های موجود



شکل ۳-فلوچارت کل تحقیق

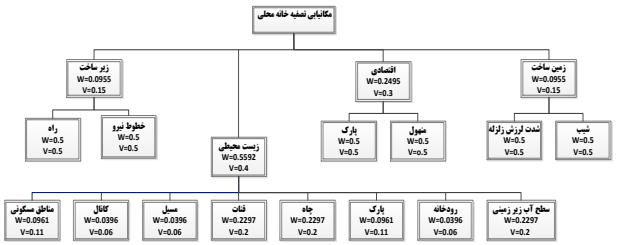
۳-۲-۲-روش کار

در ایـن تحقیـق بـرای رسـیدن بـه هـدف ، روش کـار شـامل ۲ مرحلـه مـی‌باشـد.در گـام اول بـا اسـتفاده ۴ هـدف کـه عبارتنـد از :اهـداف زیـر سـاخت،اهداف زیسـت محیطی،اهـداف زمـین سـاخت و اهـداف اقتصـادی مـی باشـد و همچنـین بـا بهـره گـرفتن GIS و روش FUZZY _AHP و ترکیـب میـانگین وزنـی مرتـب شـدهOWA بـه جانمـایی منطقه مناسب برای تصـفیه خانـه محلـی پرداختـه و سـپس در گـام دوم بـا الگـوریتم P-Median بـه تخصـیص بهینـه اسـتفاده پسـاب بـرای آبیـاری فضای سبز بـرای مکانهـای انتخـاب شـده در گـام اول پرداختـه و بهتـرین منطقه انتخاب گردیده است.

۳-۳-۳- جانمایی تصفیه خانه

در ایـن مرحلـه بـا در نظـر گـرفتن تمـام معیارهـای اسـتاندارد جانمـایی تصفیه خانه کـه بـر اسـاس ضـوابط تعیـین شـده برنامـه بودجـه مـی باشـد برای تمـام لایـه هـا فاصـله مـورد نظـر تعیـین گردیـد لـذا بـدین منظـور ۴ هـدف کلـی در نظـر گرفتـه شـد کـه هـر کـدام از ایـن اهـداف شـامل معیارهایی می باشند که در زیر آورده شده است .

معیارهـای اصـلی در ایـن تحقیـق عبارتنـد از: زیرسـاخت، زیسـت‌محیطـی، اقتصادی، زمین ساخت



شکل ٤- فلوچارت مرحله FUZZY-AHP

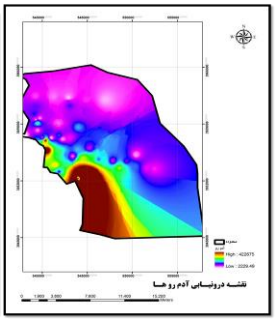
٤-٣-٣-استاندارد سازی نقشه ها

در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار موردنظر (x) را رعایت میکند، مقدار عضویتی می گیرد (μx) که بیان کننده 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 درجه بندی می شود .۱ > μ(x) > ۰ از آن جهت که در سیستمهای کامپیوتری می توان از۲۵۶ -۰ن را نشان داد می توان به جای مقیاس صفر و یک، مقیاس صفر تا ۲۵۵ را مورد استفاده قرار داد .در این مقیاسها اعداد بزرگتر مطلوبیت بیشتری خواهند داشت یعنی عدد ۲۵۵از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می باشد و طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می گیرند که هرچه به ۲۵۵ نزدیکتر می شود، مطلوبیت افزایش می یابد علاوه بر مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه های فازی می بایست 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,Sigmodialو-J Shape اشاره کرد.توابع ذکر شده، در محیط منتخبGIS وجود دارد و علاوه بر این توابع،کاربر می تواند با توجه به نیاز خود، تابع را نیز تعریف نماید(متکان و همکاران،۱۳۸۷).که تمام نقشه ها طبق توابع و حد آستانه اهای زیر تعریف کردید.

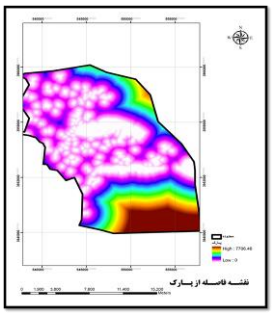
جدول ۳-جدول توابع و حد آستانه در استاندار سازی به روش FUZZY

معیار	تابع	نوع تابع	حد آستانه (متر)	
			حد بالا	حد پائین
معیار زیر ساخت				
خطوط نیرو	Sigmodal	کاهشی	۵۰۰	۱۵۰۰
راه	J-Shape	کاهشی	۲۰۰	۱۵۰۰
معیار اقتصادی				
پارک	Sigmodal	کاهشی	۵۰۰	۱۵۰۰
آدم رو	Sigmodal	کاهشی	۵۰۰	۱۵۰۰
معیار زمین ساخت				
میزان لرزش زمین	J-Shape	کاهشی	۰	۵۰۰
شیب	Sigmodal	کاهشی	۰	۴۰
معیار زیست محیطی				
کانال	Sigmodal	کاهشی	۱۰۰	۱۵۰۰
مسیل	Sigmodal	کاهشی	۱۰۰۰	۱۵۰۰
قنات	Sigmodal	افزایشی	۰	۱۰۰۰
چاه	Sigmodal	افزایشی	۰	۱۰۰۰
پارک	Sigmodal	کاهشی	۵۰۰	۱۵۰۰
رودخانه	Sigmodal	کاهشی	۱۰۰۰	۱۵۰۰
سطح آب زیر زمینی	Sigmodal	افزایشی	۰	۵۰۰
مناطق مسکونی	Sigmodal	کاهشی	۵۰۰	۲۰۰۰

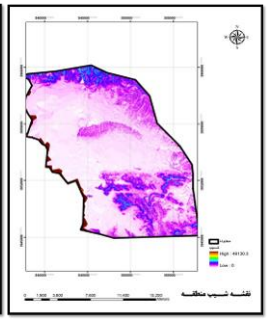
که در زیر نقشه های استاندارد شده آورده شده است.



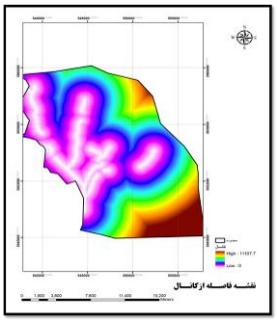
شکل۵-درونیابی آدم روها



شکل٦-فاصله از پارک



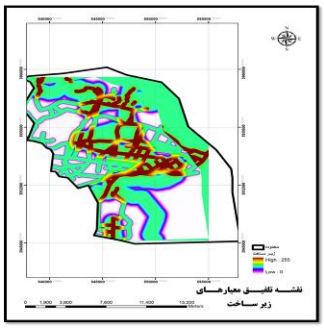
شکل ۷- نقشه شیب



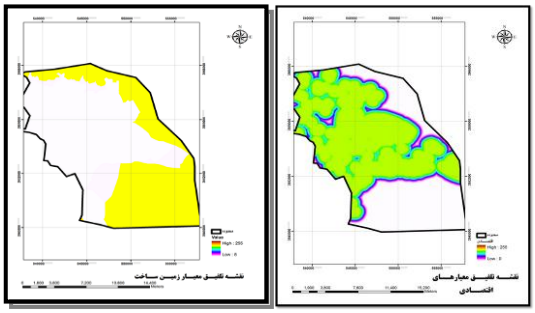
شکل۸-فاصله از کانال

۵-۳-۳-تلفیق اطلاعات

تلفیق اطلاعات در هر معیار بطور جداگانه انجام می گیرد درمعیارهای زیر ساخت ،اقتصادی و زمین ساخت به دلیل 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 حاصل از این معیار آورده شده است.



شکل ۹-نقشه تلفیق معیار زمین ساخت



شکل ۱۰-نقشه تلفیق معیارهای اقتصادی معیار های زیر ساخت

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

جدول ٤-ماتریس وزندهی زیر معیار زیست محیطی

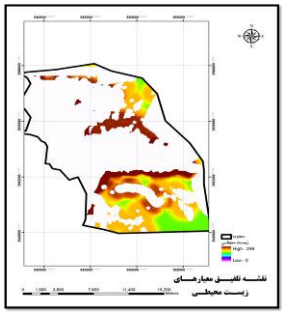
	nconsistency=۰,۰۱	زیر معیار زیست‌محیطی							
		کانال	مسیل	قنات	چاه	پا رک	رودخانه	کاربری	سطح آب زیرزمینی
زیر معیار زیست‌محیطی	کانال	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۵	۱/۵
	مسیل	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۵	۱/۵
	قنات	۵	۵	۱	۱	۳	۵	۳	۱
	چاه	۵	۵	۱	۱	۳	۵	۳	۱
	پا رک	۳	۳	۱/۳	۱/۳	۱	۳	۱	۱/۳
	رودخانه	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۱/۳	۱	۱/۳	۱/۵
	کاربری	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 بصورت زیر خواهد بود:

پارامتر	ضریب
کانال	۰,۰۳۹۶
مسیل	۰,۰۳۹۶
قنات	۰,۲۲۹۷
چاه	۰,۲۲۹۷
مناطق مسکونی	۰,۰۹۶۱
پارک	۰,۰۹۶۱
رودخانه	۰,۰۳۹۶
سطح آب زیرزمینی	۰,۲۲۹۷

جدول ۵-ضرایب ارزش هر زیر معیار در هدف زیست محیطی

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



شکل ۱۱- نقشه تلفیق معیارهای زیست محیطی

٦-۳-۳-تلفیق نهایی معیارها و زیر معیارها

(Yager,۱۹۸۸) یک تکنیک ترکیبی بر پایه OWA که تلفیقی از سه نوع تابع ترکیبی زیر می‌باشد:عملیات اشتراک مجموعه فازی،عملیات اجتماع مجموعه‌های فازی ،عملیات میانگین‌گیری را ارائه داد که عملیات ترکیب فازی پیوسته‌ای را بین اشتراک (And) و اجتماع (OR) فازی یا تلفیق میانگین وزنی که بین آن قرار می گیرد فراهم می‌آورد (Malczewski,۱۹۹۱). که این عملکرد در مقوله عملکردهای فازی توازنی بوده و شرایط مناسبی از درجه And بودن و OR بودن ایجاد می‌کند (Khan &Alnumeiri,۲۰۰۴).روش OWA امکان کنترل جبران پذیری (Trade Off) و ریسک‌پذیری را به ما می‌دهد Trade Off برای اندازه‌گیری میزان جبران‌کنندگی فاکتورها استفاده می‌شود و نشان‌دهنده میزان جبران شوندگی فاکتورها ی ناکارآمد با سایر فاکتورهای در نظر گرفته شده است اندازه Trade Off مقداری بین صفر و یک است که "صفر" مبین عدم وجود 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 معیارهاست (Malczewski,۲۰۰۹).اصل مهم در فرآیند OWA روش به دست آوردن وزن‌های ترتیبی است که چندین روش برای به دست آوردن وزن‌های ترتیبی وجود دارد.

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

که با تغییر می‌توان نقشه‌های متنوعی را به دست آورد بنابراین می‌توان را به گونه‌ای انتخاب کرد که برای انتخاب یک گزینه فقط معیارهای دارای مقادیر بهتر تأثیر داده شوند که این حالت منجر به ریسک بالا (ORness بالاترین) و موازنه پایین تر بشود به طور کلی OWA می‌تواند یک تعادل میان ریسک 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 ایم.که با استفاده از روش AHP و ماتریس زیر تلفیق نقشه ها انجام گرفت.

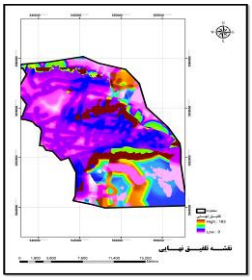
جدول ۶- وزندهی معیارهای اصلی

	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 ۷- جدول ضرایب معیارهای اصلی

معیار	ضرایب
اقتصادی	۰,۲۴۹۵
زیست‌محیطی	۰,۵۵۹۶
زیرساخت	۰,۰۹۵۵
زمین ساخت	۰,۰۹۵۵

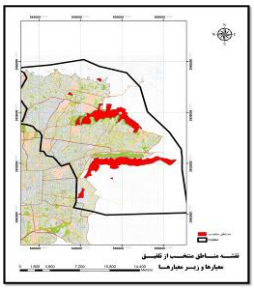
نقشه تلفیق نهایی به شکل ذیل می باشد:



شکل۱۳-نقشه تلفیق نهایی تمام اهداف

۷-۳-۳-انتخاب بهترین مکان

در این مرحله با توجه به مساحت زمین و عوامل محیطی موجود با استفاده از بازدید میدانی مناطق زیر به عنوان مناطق مطلوب انتخاب گردید



شکل۱٤-نقشه مناطق منتخب

۸-۳-۳-تخصیص بهینه به روش P-Median

درمدل P-Median هدف یافتن مکان مناسب برای تعداد P مرکز به منظور ارائه خدمات بوده به طوری که مجموع فواصل لازم برای انتقال خدمات به مرکز تقاضا که به طور کلی وزن دار در نظر گرفته می‌شود کمینه شود (حکیمی،۱۹۶۴).که بافرمول زیر قابل محاسبه می باشد.

تابع هدف در الگوریتم p-median

$$Minimize \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij}$$

شروط در الگوریتم p-median

$$Subjectto: \sum_j X_j = p$$

شرط اول : $\sum_j X_j = P \quad \forall_i$

شرط دوم: $\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall_i$

شرط سوم: $Y_{ij} - X_j =< 0 \quad \forall i,j$

شرط چهارم: $X_j \in \{0,1\} \quad \forall j$

شرط پنجم: $Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j$

حال برای ورود به الگوریتم P-Median احتیاج به اطلاعات زیر می باشد:

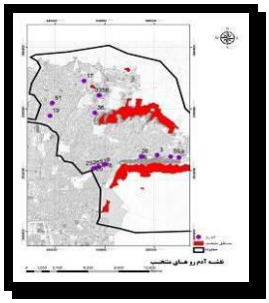
۱-شناسایی آدم روهای نزدیک به مکان‌های نهایی تصفیه‌خانه

۲-محاسبه دبی خروجی هر آدم رو به صورت تجمعی

۳-شناسایی پا رک‌های مهم و بزرگ این منطقه

۴-به دست آوردن نیاز آبی برای فضاهای سبز

در این تحقیق حدود ۱۸ آدم رو به عنوان آدمرو های منتخب و همچنین تعدادی از تصفیه خانه ها محلی موجود وارد مدل گردید .



شکل۱۵-آدم رو های منتخب از مرحله اول

اطلاعات ورودی در الگوریتم P-Median

مشتریان

اطلاعات مشتریان که در این تحقیق همان فضاهای سبز ما می‌باشد اطلاعات زیر وارد مدل گردید:

X,Y که نشان‌دهنده مکان آن‌ها می‌باشد

نیاز آبی هر مشتری یا همان فضای سبز

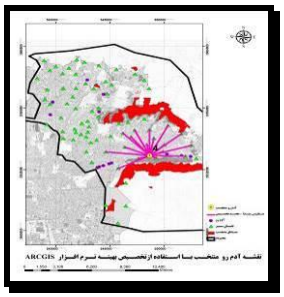
سرویس‌دهندگان

از اطلاعات سرویس‌دهندگان که در این تحقیق همان آدم روهای انتخاب‌شده(۱۸ آدم‌رو) که در قسمت اول می‌باشد اطلاعات زیر وارد مدل گردید:

X,Y که نشان‌دهنده مکان آن‌ها می‌باشد

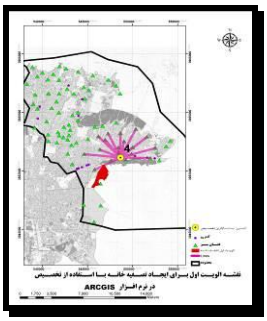
دبی تولیدشده در هر آدم‌رو

فاصله ۵۰۰۰متر را به عنوان محدودیت وارد مدل کرده ایم که نتیجه بصورت بهترین مکان انتخابی زیر نشان داده شده است:



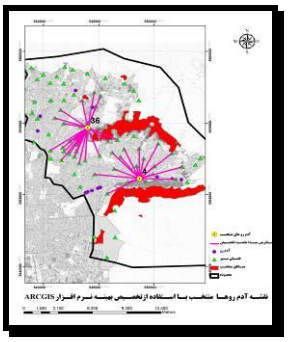
شکل۱٦-الویت اول تخصیص بهینه

که همانگونه که مشخص گردید منهول شماره ۴ بعنوان بالاترین تخصیص آبیاری فضای سبز را داراست که با توجه به بازدید میدانی مکان زیر به عنوان مکان مناسب در نظر گرفته شد.



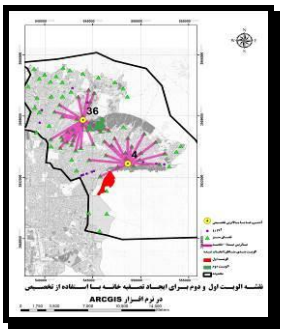
شکل۱۷-محدوده انتخاب شده مکان تصفیه خانه از الویت اول تخصیص بهینه

حال اگر ۲ منطقه را به عنوان هدف در نظر بگیریم بصورت زیر تخصیص انجام می گیرد



شکل۱۸-الویت اول و دوم تخصیص بهینه

که مناطق منتخب بصورت زیر خواهد بود



شکل۱۸- محدوده انتخاب شده مکان تصفیه خانه در الویت اول و دوم تخصیص بهینه

۳-بحث و نتیجه گیری:

همانگونه که قبلا مشخص گردید این منطقه دارای پارکهای جنگلی بزرگ با نیاز آبی ۸،۶۵متر مکعب بر ثانیه که هم اکنون با چاه ۱۵۰ متری آبیاری می شودکه این آب می تواند در منابع آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرد لذا با توجه به مناطق انتخاب شده کاملا مشهود است که این مناطق میتواند مناطق مناسبی برای ایجاد تصفیه خانه باشد چراکه این مناطق در نزدیکی پارک های جنگلی بزرگی همانند پارک سرخه حصار و پارک لویزان می باشد .گزینه اول که در غرب پارک سرخه حصار می باشد توانایی آبیاری ۲۱۵۴ هکتار فضای سبز و پارک منطقه را داراست که با توجه به دبی تولیدی پساب آن منطقه حدود ۱۷ متر مکعب در ثانیه می باشد علاوه بر آبیاری پارکهای منطقه توانایی استفاده در مصارف صنعتی را نیز داراست .گزینه دوم که در شمال غربی پارک لویزان است توانایی آبیاری ۱۳۶۶ هکتار از پارکها و فضای سبز منطقه را داراست که دبی خروجی منطقه ۵ متر مکعب در ثانیه است که توانایی آبیاری فضای سبز و پارک های اطراف را دارد.

٤-پیشنهادات:

توصیه می شود که با بهره بردن از GIS و استفاده از قابلیت های الگوریتم های بهینه ساز به جانمایی تصفیه خانه ها پرداخته بطوریکه بالاترین تخصیص را استفاده از پساب در موارد خاص داشته باشد .چراکه استفاده از پساب علاوه بر کمک به منابع آبی و اثرات زیست محیطی می تواند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود.

منابع فارسی:

۱. افضلی ، م.ر. (۱۳۸۸). "مکانیابی تصفیه‌خانه "، ماهنامه تهویه و تبرید، شماره ۷۲، ص۶۸-۶۶.

۲. 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.

۳. ضوابط فنی بررسی و تصویب طرح‌های تصفیه فاضلاب شهری، سازمان برنامه و بودجه ، نشریه ۳-۱۲۹.

۴. طرح جامع فاضلاب تهران جهت برنامه توسعه،(۱۳۹۰) .

۵. عبدالغفوریان، ع. تجریشی، م. ابریشمچی ، ا. (۱۳۹۱). "مدیریت آب شهری با لحاظ پساب و رواناب به عنوان منابع جدید آب (مطالعه موردی شهر تهران)"، نشریه آب و فاضلاب ، شماره ۴، ص ۴۲-۲۹.

۶. قدسی پور، ح. (۱۳۸۸) "مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ ششم.

۷. 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.

۸. مالچفسکی، پ. (۱۳۸۵)، "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره" ، اکبر پرهیزگار، عطا غفاری گیلاند، چاپ اول، انتشارات سمت تهران.

۹. 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.

۱۰. نـــوری، م. و شـــریفی، م.ب.(۱۳۸۹)."بررســـی روش‌هـــای تصـمیم‌گیـری چنـد معیـاره و کـاربرد آن در مـدیریت منـابع آب"، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران ، اردیبهشت ۸۹.

منابع انگلیسی:

۱. Asano, T. Burrton, F.L. Leverenz, R.Tchobanog lous, G.(۲۰۰۲),"Issues Trchnologies and Applications", Water Reuse.

۲. Bixio, D. Thoeye, C. Koning, J.De. Joksimovic, D. Savic, D. Wintgens, T. Melin, T. (۲۰۰۶), Wastewater Reuse in Europe, Desalination ۱۸۷, ۸۹-۱۰۱.

۳. Johnson, Lynn E. (۲۰۰۹),"Geographic information systems in water resources engineering"; CRC Press.

۴. Lotfizadeh, A. (۱۹۹۷),"Toward Theory of Fuzzy Information Granulation and its Centrality in Human Reasoning and Fuzzy Logic", Fuzzy Sets and Systems ۹۰, ۱۱۱-۱۲۷.

۵. Lopez, A. Vurro, M. (۲۰۰۸), "Planning Agricultural Wastewater Reuse in Southern Italy: The Case of Apulia Region", Desalination ۲۱۸،۱۶۴-۱۶۹.

۶. Maier, H.R. Simpson, A.R Zecchin, A.C. Foong, W.K. Phang, K.Y. Seah, H.Y. Tan, C.L. (۲۰۰۳), "Ant Colony Optimization for Design of Water Distribion Systems", Journal of Water Resources Planning and Management, ۲۰۰-۲۰۹.

۷. Malczewski, J. (۲۰۰۶), "Ordered Wrighted Areraging With Fuzzy Quantifiers ", GIS Base Multicriteria.

۸. Massoud, M.A. Tarhini, A. Nasr, J.A. (۲۰۰۹),"Decentralized Approaches to Wastewater Treatment and Management: Applicability in Developing Countries", Journal of Environmental Management ۹۰, ۶۵۲-۶۵۹.

۹. Murray, A. Ray, I. (۲۰۱۰), " Wastewater for Agricullture: A Reuse Orientrd Planning Model and Application in Peri-Urban China", Water Research ۴۴, ۱۶۶۷-۱۶۷۶.

۱۰. Nobel, C.E. Allen, D.T. (۲۰۰۰), "Using Gepgraphic Information System (GIS) in Industrial Water Reuse Modelling", Instrution of Chemical Engineers Trans ICHEME ۷۸.

۱۱. Schwartz, M. and Mays, L. (۱۹۸۳), "Models for water reuse and wastewater planning", J. of Environ. Eng., ۱۰۹(۵), ۱۱۲۸-۱۱۴۷.

۱۲. Yager, R.R. (۱۹۹۶), "Quantifier Guided Aggregation Using OWA Operators", International Journal of Intelligent Ststem, Voll ۱۱, ۴۹-۷۳.

۱۳. Vieira, J. and Lijklema, L. (۱۹۸۹), "Development and Application of a Model for Regional Water Quality Management", J. of Water Resources, ۲۳(۶), ۷۶۷-۷۷۷

۱۴. Yager, R.R.kelman, A. (۱۹۹۹), "An Extension of the Analytical Hierarchy Process Using OWA Operators", Journal of Intelligent Ststem, Voll ۱۱, ۴۰۱-۴۱۷.

۱۵.

۱