فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال ۱۱، شماره ٤، پائیز ۱٤۰۰
صص: ۸۵۱-۸٤۲

امکان‌سنجی احداث ایستگاه فاضلاب الشتر با استفاده از مدل AHP

مهتاب ساکی*
دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران
فاطمه ساکی
دانش‌آموخته دکتری جغرافیا و ژئومورفولوژی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۴/۱۳ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۴/۲۳

چکیده

بخش عمده‌ای از کشور ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و آب به‌عنوان یک عامل محدودکننده فعالیت‌های بشر در این مناطق به شمار می‌آید. یکی از راه‌های برطرف کردن کمبودهای آب، استفاده از آب‌های تصفیه فاضلاب است. احداث تصفیه‌خانه فاضلاب یک فعالیت عمرانی- زیست محیطی است و هدف اصلی آن دفع صحیح و بهداشتی فاضلاب‌های تولیدی می‌باشد که در صورت بی‌توجهی، عواقب جبران‌ناپذیری در پی خواهد داشت. در این پژوهش سعی شده تا با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و سامانه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مستعدترین مکان‌ها برای احداث تصفیه‌خانه شهر الشتر شناسایی شوند. بدین منظور، ابتدا داده‌های ۷ پارامتر تأثیرگذار شیب، زمین‌شناسی، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، شبکه‌های ارتباطی، فاصله از شهر در محیط GIS آماده‌سازی گردید و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و مقایسه زوجی وزن هر معیار و وزن کلاس‌های هر لایه در نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. سپس با استفاده از توابع تحلیلی GIS کل محدوده برای هر یک از معیارهای تعیین‌شده پهنه‌بندی شد در نهایت، با تلفیق نقشه‌های پهنه‌بندی شده بر اساس وزن اکتسابی از روش AHP نقشه نهایی در چهار کلاس از بسیارمناسب تا نامناسب تهیه شد در مرحله بعد، نواحی دارای محدودیت حذف گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که ۸ درصد از مساحت محدوده موردمطالعه بسیار مناسب می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: ایستگاه، الشتر، فاضلاب، AHP، GIS.

* . نویسنده مسئول: **E-mail**: mahtab9473@gmail.com.

مقدمه

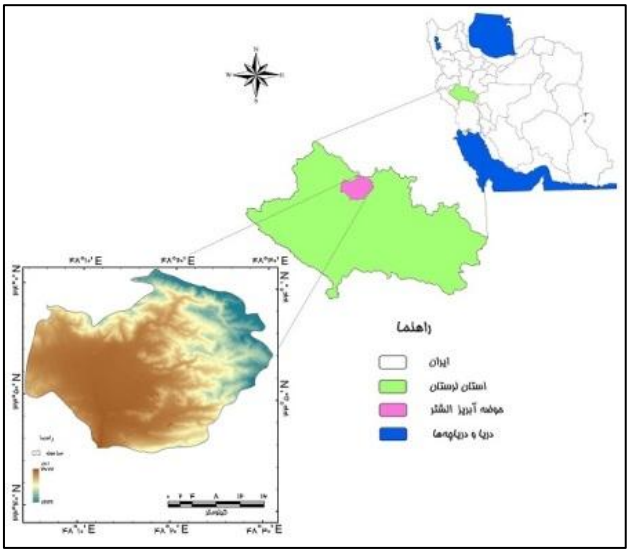
هنگامی‌که از فاضلاب و تصفیه آن سخن به میان می‌آید اولین موضوعی که در ذهن تداعی می‌کند بحث محیط زیست و حفظ آن از آلوده شدن است چرا که فاضلاب همواره به‌عنوان یک پارامتر آلاینده اصلی در محیط زیست انسانی و طبیعی مطرح می‌باشد. امروزه با افزایش جمعیت جهان همراه با توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در جهت افزایش تأمین مواد غذایی ازیک‌طرف و خشکسالی های پی‌درپی در سال‌های اخیر از سوی دیگر موجب شده است که منابع آب‌های شیرین سطحی در اکثر کشورهای واقع در مناطق گرمسیری به اوج بهره‌برداری خود برسد. این فعالیت‌ها علاوه بر تأثیر بر کمیت منابع آب باعث ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. در کشور ما نیز مانند سایر نقاط دنیا با افزایش جمعیت شهرها و در نتیجه بالا رفتن میزان مصرف آب سبب تولید روزافزون فاضلاب گردیده است که خود موجب بروز اشکالات و نارسایی‌هایی در جوامع شهری و حتی روستایی کشورمان شده و روزبه‌روز هم در حال ازدیاد است. درصورتی‌که فاضلاب‌های تولید شده جمع‌آوری و تصفیه نگردد منبع آلودگی عظیمی خواهد بود که نهایتاً به پذیرنده‌های سطحی و زیرزمینی کشور تحمیل خواهد شد. بیماری‌هایی نظیر هپاتیت‌های عفونی، اسهال‌ها، انگل‌های روده‌ای و سایر انواع بیماری‌هایی که به دلیل وجود آلودگی محیط است، ناشی از دفع نادرست فاضلاب می‌باشد. ازاین‌رو به‌عنوان بخشی از استراتژی‌ها برای حفظ سلامتی و محیط زیست و اقتصادی‌ترین استفاده از منابع موجود باید با ایجاد تأسیسات لازم برای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی محیط را به سمت بهبود رو به تداعی، در زمینه‌های مختلف تغییر داد .به‌منظور تصفیه انواع فاضلاب امکانات و فرآیندهای متفاوتی لازم است، یکی از ملزومات بازیافت اصولی تعیین مکان مناسب، جهت احداث تصفیه‌خانه فاضلاب می‌باشد. گام اول برای ایجاد تصفیه‌خانه شناسایی مناطق مناسب جهت احداث آن است که ضرورت این مطالعه را مشخص می‌نماید. با توجه به روند افزایشی تلفات آب محدودیت‌های توپوگرافی منطقه‌ای و محدودیت‌های سرزمینی اعم از کمبود زمین برای تخصیص به احداث تصفیه‌خانه فاضلاب، بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی، لزوم اجرای یک طرح مناسب و مقرون‌به‌صرفه و نیز مکان‌یابی درست ایستگاه‌های تصفیه‌خانه را در شهر الشتر حائز اهمیت کرده است. علاوه بر آن به دلیل شرایط اقلیمی، کمبود بارندگی و لزوم استفاده از پساب تصفیه‌خانه، اهمیت این موضوع را دوچندان کرده است. تاکنون مطالعات زیادی در این زمینه انجام‌شده است ازجمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

ناصری و همکاران در سال ۱۳۸٦ با تلفیق سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی در قالب یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی و بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی مکان مناسب دفن پسماندهای ویژه را در بین شهرهای فامنین و قهاوند مکان‌یابی نمودند) ناصری و همکاران،۱۳۸٦: ۱۰-۱). در سال ۲۰۰۹ با تحقیق ژائو و همکاران ارزیابی حساسیت زیستی به روش سلسله مراتبی برای تعیین شاخص‌های مناسب جهت مکان‌یابی تصفیه‌خانه فاضلاب و برون‌ریز آن انجام‌شده است، همچنین در همین سال گویکین و همکاران در مطالعه‌ای با در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی و محاسبه وزن متغیرها به روش سلسله مراتبی، سلسله مراتب انتخاب مکان لندفیل مواد زائد شهری را در بیجینگ چین ایجاد کردند (Zaho et all, 2009:1746-1755) .در سال 2005 یسیلنکار در تحقیقی تحت عنوان مکان‌یابی محل دفن پسماندهای خطرناک در ناحیه گپ ترکیه با استفاده ازGIS و تهیه لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، توپوگرافی، کاربری اراضی، هواشناسی، لرزه‌خیزی و به کمک همپوشانی لایه‌ها صورت گرفته و بهترین منطقه جهت دفن پسماندهای خطرناک انتخاب شده است(Yesilnacar et all, 2005: 371- 388). نشاسته گر و همکاران در سال 1388 با استفاده از تلفیقGIS و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به انتخاب مناسب‌ترین مکان برای احداث تصفیه‌خانه‌های فاضلاب غیرمتمرکز پرداخته‌اند .معیارهای اصلی این تحقیق فاصله از شبکه فاضلاب، فاصله از پارک‌ها و فضای سبز، کاربری، تراکم جمعیت و فاصله از تصفیه‌خانه‌های موجود بوده، در این تحقیق استفاده از پساب تصفیه‌شده حائز اهمیت بوده است(نشاسته گر و همکاران،۱:۱۳۸۸-۸). اکمکویگلا و همکاران 2010 جانمایی محل دفن پسمانده‌ای جامد شهری به روش تصمیم‌گیری چند معیاری فازی توسطGIS را انجام داده‌اند. (Ekmekcioglu et all, 2010: 1729-1736). سنر و همکاران در سال 2010 با ترکیبGIS و روش تصمیم‌گیری

چند معیاره، مکان‌یابی لندفیل مواد زائد شهری کنیا ترکیه را انجام داده‌اند .سنر متغیرها را به دو دسته زیست‌محیطی و اقتصادی تقسیم و بر اساس آن‌ها لایه‌های اطلاعاتی موردنظر را تهیه کرده است، مکان مناسب با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی تعیین شده است .از بین این متغیرها، متغیر فاصله از آب سطحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد (Sener et al,2010: 2037- 2046) .

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوزه آبخیز الشتر با مساحت ۸۰۳ کیلومتر واقع در استان لرستان با طول جغرافیایی ۳۰ ´ ۴۸ ° - ۰۴ ´ ۴۸ ° و عرض جغرافیایی ۰۲ ´ ۳۴ ° - ۴۴ ´ ۳۳ ° قرار دارد (شکل ۱)؛ که از اقلیم نسبتاً سرد و بارش مناسبی برخوردار است. این محدوده به لحاظ وجود ارتفاعات آهکی، بارش برف و باران و آبرفت مناسب دارای منابع آب زیرزمینی قابل‌توجه و چشمه‌ها و رودخانه‌های دائمی می‌باشد که از سرشاخه‌های رودخانه کرخه محسوب می‌شوند. در محدوده‌ی مطالعاتی الشتر میزان بارندگی مفید در سطح دشت ۴۴/۵۴ و در سطح ارتفاعات ۲۵۹/۶۹ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. سهم رواناب در دشت و در ارتفاعات به ترتیب در حدود ۱۶/۹۱ و ۸۶/۸۰ میلیون مترمکعب برآورد شده که درنتیجه نفوذ از بارندگی مفید در دشت ۲۷/۶۳ و در ارتفاعات ۱۷۲/۸۹ میلیون مترمکعب تخمین زده می‌شود. سفره آب موجود در محدوده موردمطالعه از نوع آزاد می‌باشد و کلیه چاه‌های موجود در منطقه در سفره آزاد و آبرفتی واقع‌شده‌اند. (گزارش توجیهی تخصیص منابع آب محدوده مطالعاتی الشتر، ۱۳۹۰: ۵۶) محدوده مطالعاتی الشتر به فرم یک گرابن است که با ارتفاعات نسبتاً بلند گرین، ورخاش، مهاب، سرخه، داریکنان و نشاته احاطه‌شده است، تشکیلات زمین‌شناسی این منطقه متعلق به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک است. سنگ‌های آهکی ژوراسیک - کرتاسه بخش عمده منطقه را پوشانده و به‌عنوان مهم‌ترین واحدهای تغذیه شونده (منابع آب کارستیک) محسوب می‌شوند (مطالعات اجمالی خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی استان لرستان، ۱۳۷۰: ۶۲). در الشتر رودخانه دائمی الشتر جریان دارد. در محدوده مطالعاتی الشتر یک آبخوان مدور آزاد آبرفتی با مساحت ۹۳/۶۱ کیلومترمربع در غرب محدوده مطالعاتی تشکیل‌شده است. سفره آبدار اصلی دشت الشتر را رسوبات آبرفتی تشکیل می‌دهد. ضخامت رسوبات آبرفتی در دشت متغیر بوده به‌طورکلی در نیمه شرقی دشت عمیق‌تر و تا حداکثر ۱۵۰ متری و در نیمه غربی کم‌ضخامت‌تر و حداکثر تا عمق ۵۰ متری شناسایی‌شده است. در نیمرخ زمین‌شناسی کلیه چاه‌ها و پیزومترهای حفاری‌شده ضخامت کافی از لایه‌های آبرفتی دانه‌درشت و نفوذپذیر دیده شده است. به‌طوری‌که می‌توان فرض نمود که آبخوان یا سفره آب‌های زیرزمینی الشتر از سه قسمت مختلف و متفاوت تشکیل شده است. قسمت اول که عمیق‌ترین قسمت آبخوان یا سفره آبدار را تشکیل می‌دهد، از کنار شهر الشتر گذشته و در امتداد شمال - جنوب واقع‌شده است. قسمت دوم که در آن نیز ضخامت سفره قابل‌توجه می‌باشد در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی واقع شده است. قسمت سوم باقیمانده محدوده سفره آبدار دشت الشتر را تشکیل می‌دهد (گزارش طرح جامع مدیریت خشکسالی استان لرستان، ۱۳۸۲: ۱۱۷).



شکل ۱: نقشه محدوده موردمطالعه

روش تحقیق

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که بر پایه ارزیابی نسبی وزن‌ها عمل می‌کند(ساعتی[1]، ۱۹۸٦). این روش با ایجاد مدل سلسله مراتبی، یافتن راه حل بهینه را برای مسائل جستجو می‌کند. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، ارزش‌گذاری معیارهای مؤثر در تصمیم‌گیری توسط کارشناسان و متخصصان تعیین می‌شود. این روش بر پایه مقایسه زوجی عوامل مختلف استوار است(فرجی سبکبار، ۱۳۸٤). به‌طورکلی روند این روش به این صورت است که ابتدا به‌منظور تعیین ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی(نظر کارشناسی) استفاده می‌شود و نتیجه این مقایسات به‌صورت یک ماتریس درمی‌آید. در این تحقیق ابتدا با مطالعات صحرایی و بررسی مطالعات انجام‌گرفته در این زمینه پارامترهای مؤثر در وقوع زمین‌لغزش استخراج و سپس لایه‌های مربوطه تهیه می‌شود. سپس با استفاده از مقایسات زوجی وزن‌دهی و تلفیق معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی صورت گرفته و مناطق مستعد زمین‌لغزش پتانسیل‌یابی می‌گردد.

جدول ۱: مقادیر ترجیحات برای مقایسه زوجی عوامل(قدسی پور، ۱٤:۱۳۸۸)

ترجیحات (قضاوت‌های شفایی)	ارزش عددی
کاملاً ارجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی ارجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲ و ٤ و ٦ و ۸

پس از تشکیل ماتریس مورد نظر برای تک‌تک عوامل جمع هر ستون در زیر آن نوشته می‌شود، سپس برای محاسبه وزن هر عامل مقادیر هر عنصر از ماتریس را به جمع کل ستون‌های همان لایه تقسیم کرده و در جدول دیگری نوشته می‌شود در این جدول از اعداد موجود در هر کدام از سطرها میانگین گرفته و این عدد به‌عنوان وزن هر لایه در نظر گرفته می‌شود. بعد از اینکه وزن هر کدام از لایه‌ها به دست آمد در مرحله بعد بایستی نرخ هر کدام از کلاسه‌های عوامل مختلف را مشخص نمود؛ و در نهایت با استفاده از مدل زیر نقشه نهایی مکان مناسب برای ایجاد ایستگاه فاضلاب به دست می‌آید.

$$M = \alpha 1 \chi 1 + \alpha 2 \chi 2 + \alpha 3 \chi 3 + \alpha 4 \chi 4 + \ldots.$$

که در آن M عامل حساسیت، X فاکتور مربوط به عوامل مختلف و α مربوط به مقادیر وزنی هر کدام از طبقات لایه‌های مختلف می‌باشد.

محاسبه ضریب ناسازگاری:

یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام‌شده برای تعیین اهمیت شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها است. مکانیزمی که ساعتی برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبه ضریبی به نام ضریب ناسازگاری که از تقسیم شاخص ناسازگاری به شاخص تصادفی بودن، حاصل می‌شود. چنانچه این ضریب کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است، وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود.

برای محاسبه نرخ ناسازگاری، ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی در بردار وزن ضرب گردد تا تخمین مناسبی از λ_{max} وزن‌ها به دست آید. سپس مقادیر به دست آمده را بر وزن‌های مربوطه تقسیم تا مقادیر بردار پایندگی محاسبه شود. در ادامه میانگین مقادیر بردار پایندگی را حساب می‌کنیم تا λ به دست آید. مقدار λ به دست آمده را در رابطه (۱) جایگذاری می‌کنیم تا شاخص ناسازگاری حاصل شود و ضریب ناسازگاری نیز با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد که در آن مقدار R.I نیز از جدول (۲) استخراج می‌شود(قدسی‌پور،۱۳۸۸).

$$CI = \frac{\lambda - 1}{n - 1} \quad (۱)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۲)$$

1 Saaty, T.L.

جدول ۲: مقادیر R.I ماتریس‌های تصادفی(قدسی‌پور،۷۳:۱۳۸۸)

n	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
R.I	۰	۰	۰.٥۸	۰.۹	۱.۱۲	۱.۲٤	۱.۳۲	۱.٤۱	۱.٤٥

یافته‌های تحقیق

شیب

در مباحث مکان‌یابی پارامتر شیب از دیدگاه زیست محیطی و اقتصادی حائز اهمیت است. از لحاظ اقتصادی احداث سازه های تصفیه‌خانه فاضلاب در مکان‌های شیب‌دار نامناسب است و هزینه‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی را افزایش می‌دهد. درجه شیب پایین برای احداث تصفیه‌خانه از جریان یافتن فاضلاب نشتی به‌صورت سطحی و زیرزمینی به سمت منابع آب و مناطق دیگر جلوگیری خواهد کرد. جهت تهیه نقشه شیب از مدل ارتفاعی رقومی منطقه در محیط نرم‌افزار ARC GIS استفاده شده است. نقشه شیب برای منطقه موردمطالعه مطابق شکل ۲ در ٤ کلاس ۳-۰، ٥-۳، ۱٥-٥ و بیشتر از ۱٥ درجه تهیه شد(شکل ۲).

جدول ۳: طبقه‌بندی شیب در منطقه مورد مطالعه

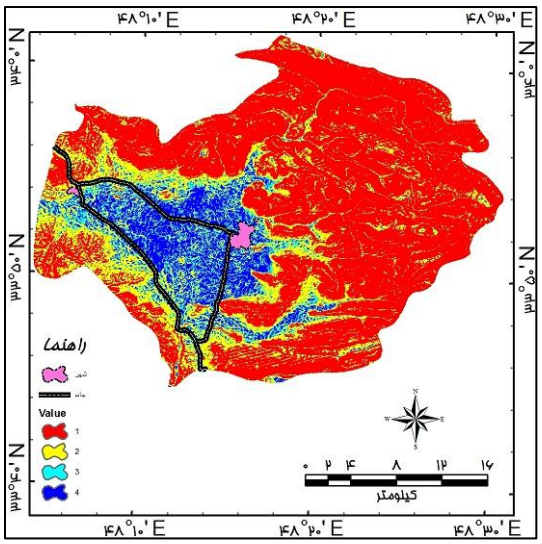
کلاس	میزان شیب	توضیح
٤	۰ — ۳	خیلی مناسب
۳	۳ – ٥	مناسب
۲	٥ – ۱٥	نسبتاً مناسب
۱	>۱٥	نامناسب

اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

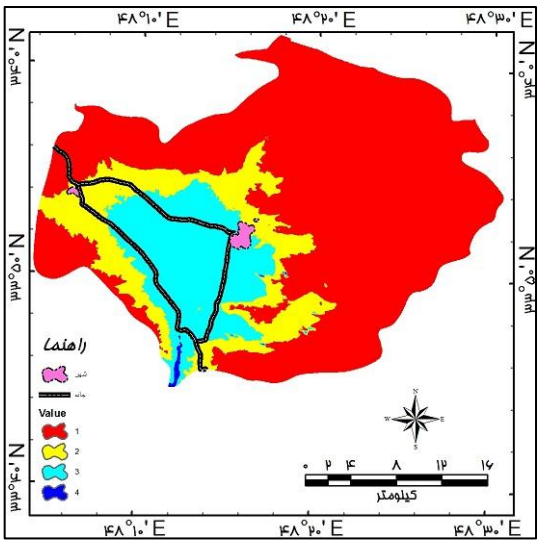
اختلاف ارتفاع نسبت به شهر از دیدگاه کاهش هزینه‌های احداث تصفیه‌خانه فاضلاب حائز اهمیت است. در هنگام احداث تصفیه‌خانه فاضلاب مسیرهایی برای ایجاد کلکتور اصلی فاضلاب پیش‌بینی می‌شود. از ویژگی‌های مهم این مسیر کوتاه بودن و تسهیل ورود فاضلاب به تصفیه‌خانه به‌صورت ثقلی می‌باشد .در غیر این صورت باید برای پمپاژ فاضلاب به تصفیه‌خانه هزینه‌ای در نظر گرفته شود. طبقه‌بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر مطابق با جدول ٤ انجام شد(شکل ۳).

جدول ٤: طبقه‌بندی اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

کلاس	اختلاف ارتفاع نسبت به شهر	توضیح
٤	۰ — ٥۰-	خیلی مناسب
۳	۰ — ۱٥	مناسب
۲	۱٥ – ٥۰	نسبتاً مناسب
۱	> ٥۰	نامناسب



شکل ۲: نقشه شیب منطقه موردمطالعه



شکل ۳: نقشه اختلاف ارتفاع نسبت به شهر

شبکه حمل و نقل

نقشه شبکه حمل‌ونقل در احداث تصفیه‌خانه از چند جنبه مختلف دارای اهمیت می‌باشد. نزدیکی تصفیه‌خانه به راه‌ها موجب می‌شود تا هزینه‌های حمل‌ونقل تجهیزات و رفت‌وآمد کارکنان و پشتیبانی از نیروگاه کاهش یابد. با استفاده از نقشه، تمام خطوط حمل‌ونقل در نرم‌افزارArc GIS10 رقومی گردید اما به لحاظ اینکه ممکن است نقشه راه‌های موجود به هنگام نباشند با استفاده از تصاویر سنجنده ETM مربوط به سال ۲۰۱۵ به‌صورت تفسیر چشمی به هنگام گردید. ازآنجایی‌که جاده‌ها دارای حریم می‌باشند بنابراین احداث هرگونه تأسیسات در آن حریم‌ها ممنوع می‌باشد که در لایه محدودیت‌ها در نظر گرفته شد .جدول ۵ نحوه حریم گذاری راه‌ها را نشان می‌دهد(شکل ٤).

جدول ۵: طبقه‌بندی فاصله از راه‌ها

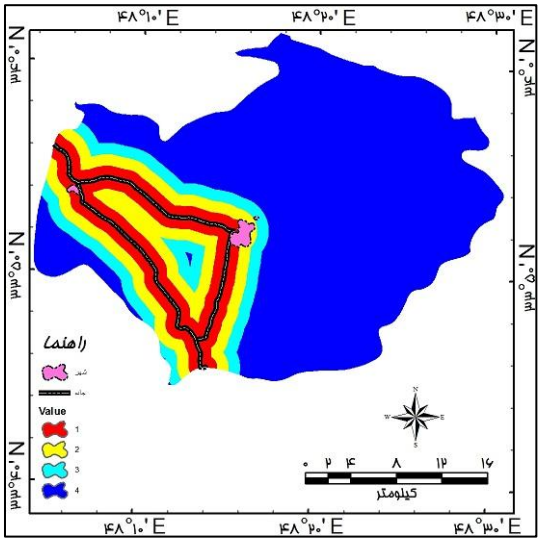
کلاس	فاصله از جاده	توضیح
۱	٤۰۰ – ۱۰۰۰	خیلی مناسب
۲	۱۰۰۰ – ۲۰۰۰	مناسب
۳	۲۰۰۰ – ۳۰۰۰	نسبتاً مناسب
٤	>۳۰۰۰	نامناسب

کاربری اراضی

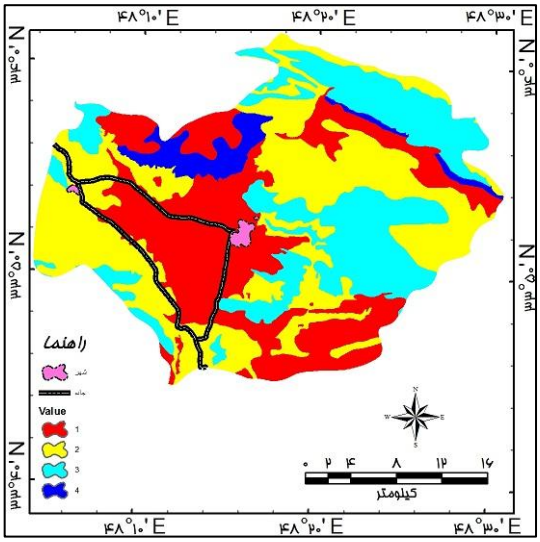
منظور از کاربری اراضی، استفاده از اراضی به‌منظور رفع نیازهای گوناگون انسانی می‌باشد که شامل اراضی کشاورزی، صنعتی، مسکونی و غیره است .با توجه به اینکه احداث تصفیه‌خانه فاضلاب در کاربری‌های متفاوت هزینه‌های متفاوتی ایجاد می‌کند و در تمام کاربری‌ها امکان احداث وجود ندارد بنابراین هدف از طبقه‌بندی در این تحقیق تهیهٔ نقشهٔ کاربری زمین می‌باشد. با توجه به پوشش گیاهی و نوع کاربری زمین‌های منطقه مورد مطالعه به ٤ کلاس تقسیم گردید (جدول ٦) که مبنای آن مطالعاتی بود که در سازمان منابع طبیعی استان لرستان انجام گردید(شکل ۵).

جدول ٦: طبقه‌بندی کاربری‌های اراضی

کلاس	نوع کاربری	توضیح
٤	اراضی بایر و لم‌یزرع	خیلی مناسب
۳	مرتع با تاج پوشش فقیر	مناسب
۲	باغ و مراتع متوسط و زراعت دیم	نسبتاً مناسب
۱	شهر، روستا، زراعت آبی و مراتع خوب	نامناسب



شکل ٤: نقشه فاصله از جاده منطقه موردمطالعه



شکل ٥: نقشه کاربری اراضی منطقه موردمطالعه

فاصله از نقاط شهری

تصفیه‌خانه فاضلاب به علت ایجاد شرایط نامساعد و بوی نامطبوع باید در فاصله دور از مناطق مسکونی قرار گیرد .لیکن به لحاظ اقتصادی دور بودن بیش‌ازحد مکان منتخب باعث افزایش هزینه حمل‌ونقل تصفیه‌خانه فاضلاب می‌گردد. با در نظر گرفتن این دیدگاه‌ها طبقه‌بندی فاصله از مناطق شهری الشتر مطابق با جدول ۷ انجام شد .این طبقه‌بندی با در نظر گرفتن حریم ۳۰۰۰ متری برای شهر الشتر انجام‌شده است یعنی در ابتدا فاصله مناسب برای دوری از شهر در نظر گرفته شد و منطقه به ٤ کلاس تقسیم‌شده است(شکل ٦).

جدول ۷: طبقه‌بندی فاصله از شهر

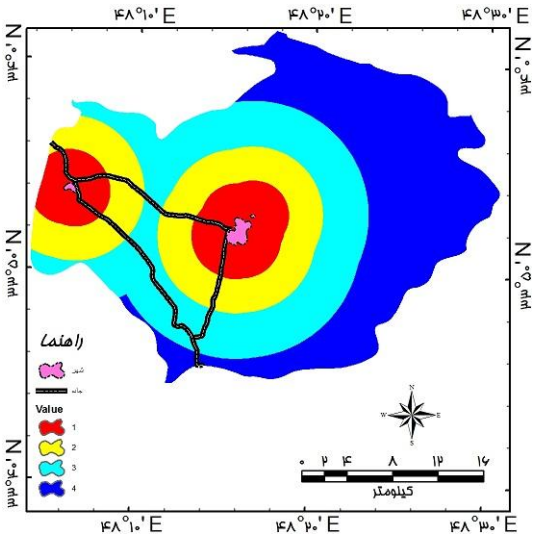
کلاس	فاصله از شهر الشتر	توضیح
٤	۳۰۰۰ – ٦۰۰۰	خیلی مناسب
۳	٦۰۰۰ – ۱۰۰۰۰	مناسب
۲	> ۱۰۰۰۰	نسبتاً مناسب
۱	۰ – ۳۰۰۰	نامناسب

لایه پوشش گیاهی

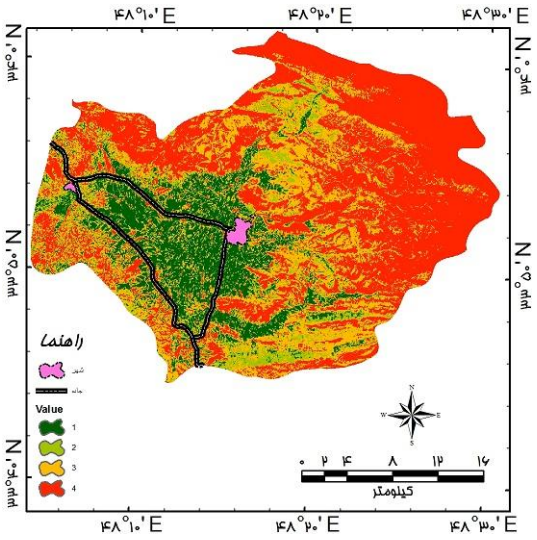
پارامتر پوشش گیاهی به‌منظور حفظ ارزش اراضی و ممانعت از تخریب مناطق جنگلی و مراتع به کاربرده می‌شود. اساس طبقه‌بندی این پارامتر انتخاب مکان مورد نظر برای تصفیه‌خانه با کمترین تأثیر نامطلوب بر پوشش گیاهی می‌باشد. طبقه‌بندی پوشش گیاهی در جدول ۸ مشاهده می‌شود(شکل ۷).

جدول ۸: طبقه‌بندی پوشش گیاهی

کلاس	پوشش گیاهی	توضیح
٤	اراضی فاقد پوشش گیاهی	خیلی مناسب
۳	مراتع فقر و کم تراکم	مناسب
۲	اراضی دیم و بیشه‌زار و بوته‌زار	نسبتاً مناسب
۱	باغ و اراضی آبی	نامناسب



شکل ٦: نقشه فاصله از نقاط شهری منطقه موردمطالعه



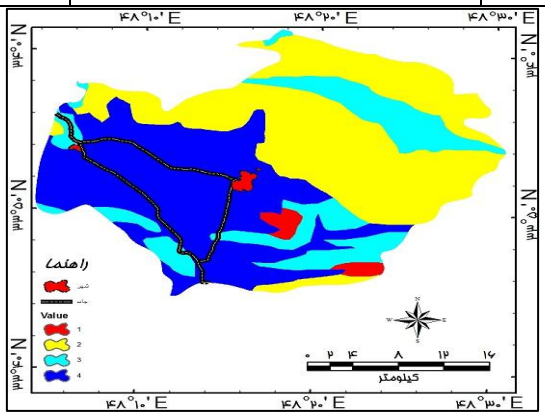
شکل ۷: نقشه پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه

زمین‌شناسی

یکی از ویژگی‌های سنگ نفوذپذیری توده سنگ می‌باشد. نفوذپذیری سنگ‌ها با توجه به قرارگیری آن‌ها در هر کدام از سه دسته سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی متفاوت است. این منطقه از لحاظ سنگ‌شناسی بیشتر در رده سنگ‌های رسوبی قرار گرفته است و قسمت اعظم محدوده موردمطالعه از رسوبات تراسی و آبرفتی قدیم و جدید تشکیل شده است سنگ‌های آهکی نیز از نمونه سنگ‌های این منطقه می‌باشند. این سنگ‌ها به علت خاصیت انحلال‌پذیری و حفرات ایجاد شده در طی آن برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب سنگ نامناسبی است زیرا این خاصیت قدرت نفوذپذیری آن‌ها را بالا می‌برد. علاوه بر این سنگ‌های آهکی به دلیل همین قابلیت در شرایط خاص به منابع آبی تبدیل می‌شود که گاهی به‌صورت چشمه بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند .سنگ‌های شیلی و مارنی نیز بخشی از محدوده موردمطالعه را تشکیل داده‌اند. این نوع سنگ‌ها ذراتی در اندازه رس و سیلت را شامل می‌شوند. اندازه ریز ذرات و نفوذپذیری پایین ویژگی‌هایی است که امتیاز آن‌ها در مکان‌یابی را بالا می‌برد، البته درز و شکاف نفوذپذیری آن‌ها را تا حدی افزایش می‌دهد .جدول ۹ اهمیت مناطق از دیدگاه زمین‌شناسی را نشان می‌دهد (شکل ۸).

جدول ۹: طبقه‌بندی لایه زمین‌شناسی

کلاس	واحد سنگ‌شناسی	توضیح
٤	مارن، شیل و ماسه‌سنگ	خیلی مناسب
۳	تراس آبرفتی و رسوبات رودخانه‌ای	مناسب
۲	آهک‌رسی با میان لایه‌های شیل	نسبتاً مناسب
۱	آهک هوازده و کنگلومرای قرمز	نامناسب



شکل ۸: نقشه زمین‌شناسی منطقه موردمطالعه

محدودیت‌ها

محدودیت‌ها، موانعی هستند که یا به‌وسیله‌ی انسان یا به‌وسیله‌ی طبیعت تحمیل می‌شوند و مانع از آن می‌شوند که گزینه‌هایی امکان انتخاب پیدا کنند .تعیین محدودیت‌ها عموماً بر اساس منابع و تمهیدات موجود می‌باشد و قضاوت‌های حرفه‌ای را شامل می‌شود .برای تهیه‌ی لایه محدودیت‌های منطقه موردمطالعه، ابتدا تمام لایه‌هایی که امکان ایجاد محدودیت را داشتند به‌صورت اولین درآمدند، سپس با اعمال عملگرOR بین تمام لایه‌ها، لایه محدودیت‌ها حاصل شد . محدودیت‌های در نظر گرفته شده این تحقیق از نوع غیرقابل‌جبران می‌باشند که در نهایت بایستی از نقشه‌ی خروجی کم شوند .جدول شماره ۱۰ مشخص‌کننده محدودیت‌های در نظر گرفته‌شده برای این تحقیق می‌باشد.

جدول ۱۰: عوامل و محدودیت‌های در نظر گرفته‌شده جهت احداث تصفیه‌خانه

عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
جاده	حریم ٤٠٠ متر
رودخانه	حریم ٤٠٠ متر
مناطق مسکونی	حریم ٤٠٠ متر
گسل	حریم ٤٠٠ متر

وزن دهی به معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

هدف اصلی از وزن دهی بیان اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر است (فرج زاده،۹۲:۱۳۹۱) وزن معیارها در این تحقیق با توجه به میانگین نظرات کارشناسان و متخصصین به دست آمد بدین‌صورت که چندین کارشناس که هرکدام در رشته‌ای مرتبط با دیدگاه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی متخصص بودند پرسشنامه‌ای قرار داده شد و بعد از دادن توضیحات لازم از آن‌ها خواسته شد به مقایسه دوبه‌دو معیارها، عددی بین یک تا نه را که نشان‌دهنده ارجحیت معیارها نسبت به هم می‌باشد تخصیص دهند .سپس میانگین نظرات آن‌ها وارد نرم‌افزار شده و وزن نهایی هر معیار به دست آمد .ملاحظه می‌شود که برای احداث تصفیه‌خانه در الشتر با توجه به شرایط آن، بیشترین وزن و درجه اهمیت در هر سه دیدگاه تصمیم‌گیری متعلق به معیار شیب می‌باشد .در مجموع سه معیار مهم در تصمیم‌گیری شیب، اختلاف ارتفاع نسبت به شهر الشتر و فاصله از شهر می‌باشند . پس از محاسبه وزن نهایی هر لایه با نرم‌افزار Expert Choice نرخ ناسازگاری برابر با ۰/۷ به دست آمد که عدد قابل قبولی تلقی می‌شود .جدول شماره ۱۱ میانگین نظرات کارشناسان و جدول ۱۲ نشان‌دهنده وزن نهایی معیارها می‌باشد.

جدول ۱۱: میانگین نظرات سه گروه از تصمیم گیران در ارجحیت معیارهای مکان‌یابی تصفیه‌خانه

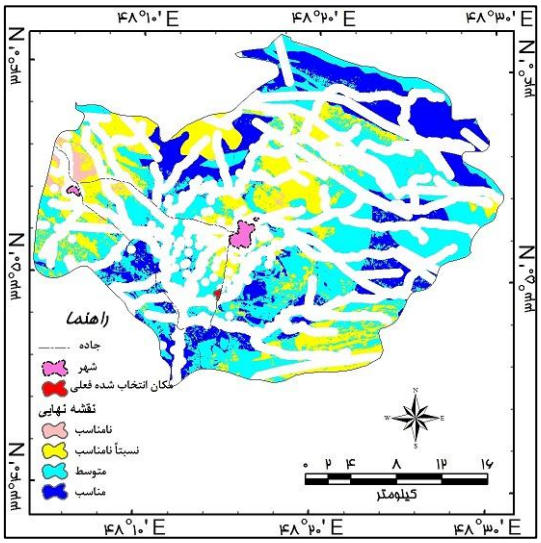
معیارها	شیب	اختلاف ارتفاع نسبت به شهر	کاربری اراضی	فاصله از شهر	شبکه حمل‌ونقل	زمین‌شناسی	پوشش گیاهی
شیب	۱	۳	۳	٥	۳	٤	٥
اختلاف ارتفاع به شهر	۰/۳۳	۱	۲	٤	۳	٤	۳
کاربری اراضی	۰/۳۳	۰/٥	۱	۳	۲	۳	۳
فاصله از شهر	۰/۲	۰/۲٥	۰/۳۳	۱	۳	۳	۲
شبکه حمل‌ونقل	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/٥	۰/۳۳	۱	۲	۳
زمین‌شناسی	۰/۲٥	/۲٥	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/٥	۱	۲
پوشش گیاهی	۰/۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/٥	۰/۳۳	۰/٥	۱

جدول ۱۲: وزن نهایی هر معیار در مکان‌یابی تصفیه‌خانه در الشتر

شیب	اختلاف ارتفاع	کاربری اراضی	فاصله از شهر	شبکه حمل‌ونقل	زمین‌شناسی	پوشش گیاهی
۰/۳٤۹	۰/۲۱٦	۰/۱٥۱	۰/۱۰۲	۰/۰۸۲	۰/۰٥٤	۰/۰٤٥

پس از محاسبه وزن هر کدام از عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی ایستگاه فاضلاب در شهر الشتر، با استفاده از توابع موجود در

نرم‌افزار ARC GIS نقشه هم‌پوشانی تهیه شد. سپس محدودیت‌های در نظر گرفته‌شده(جدول ۱۰) از نقشه به‌دست‌آمده کم و نقشه نهایی مکان‌یابی جهت استقرار ایستگاه تصفیه‌خانه فاضلاب در شهر الشتر تهیه شد (شکل ۹).



شکل ۹: نقشه نهایی مکان‌یابی تصفیه‌خانه فاضلاب در الشتر

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد که گزینه‌های مشخص‌شده به‌عنوان گزینه برتر به وزن دهی معیارها و قواعد تصمیم مورد استفاده در روند تصمیم‌گیری بستگی دارد؛ بنابراین ویژگی‌های مسئله تصمیم‌گیری، ویژگی‌های تصمیم گیران یا تصمیم گیر و روش‌های ترکیب و ایجاد سناریو می‌بایست در انتخاب گزینه برتر مدنظر قرار گیرد. بامطالعه انجام‌شده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در شهر الشتر مناطق مناسبی برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب وجود دارد و همچنین مناطق معرفی‌شده به‌عنوان مکان‌های بهینه، نمی‌توانند کاملاً جامع باشند بنابراین برای مطالعات تفصیلی و جامع‌تر معرفی می‌گردند. در شهر الشتر با توجه به حفاظت از محیط زیست و کمبود آب پیشنهاد احداث تصفیه‌خانه که گام اول آن مکان‌یابی می‌باشد می‌تواند راه را برای حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار این شهر هموار سازد .در این مطالعه با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به مکان‌یابی تصفیه‌خانه فاضلاب ۸ درصد از مساحت این شهر در طبقه بسیار مناسب جهت احداث تصفیه‌خانه فاضلاب قرار گرفت. منطقه موردمطالعه از لحاظ سنگ‌شناسی بیشتر در رده سنگ‌های رسوبی قرار گرفته است و قسمت اعظم محدوده موردمطالعه از رسوبات تراسی و هم‌چنین سنگ‌های آهکی تشکیل شده است. این سنگ‌ها به علت خاصیت انحلال‌پذیری و حفرات ایجادشده در طی آن برای احداث تصفیه‌خانه فاضلاب سنگ مناسبی نیست، زیرا این خاصیت قدرت نفوذپذیری آن‌ها را بالا می‌برد. علاوه بر این سنگ‌های آهکی به دلیل همین قابلیت در شرایط خاص به منابع آبی تبدیل می‌شود که گاهی به‌صورت چشمه بر روی سطح زمین مشاهده می‌شوند .سنگ‌های شیلی و مارنی نیز بخشی از محدوده موردمطالعه را تشکیل داده‌اند. این نوع سنگ‌ها ذراتی در اندازه رس و سیلت را شامل می‌شوند. اندازه ریز ذرات و نفوذپذیری پایین ویژگی‌هایی است که امتیاز آن‌ها در مکان‌یابی را بالا می‌برد. بدین‌جهت مکان مناسب برای استقرار تصفیه‌خانه در این شهر تا حد امکان باید در محدوده‌ای که جنس سنگ آن شیل و مارن باشد قرار گیرد.

ازآنجایی‌که در شهر الشتر مکانی را به‌عنوان ایستگاه فاضلاب حصارکشی نموده‌اند که با هیچ‌کدام از معیارهای مکان‌یابی انطباق ندارد پیشنهاد می‌شود قبل از این‌که هزینه بیشتری برای آن انجام شود از مکان‌های بهینه حاصل از خروجی این پژوهش استفاده شود. چون مکان انتخاب شده اولاً در مجاورت و حریم جاده الشتر خرم‌آباد است و در فاصله بسیار نزدیک رودخانه و روستای سیاهپوش قرار گرفته است. با توجه به جنس سنگ‌بستر منطقه انتخاب‌شده، استقرار این ایستگاه فاضلاب، باعث آلوده شدن آب‌های زیرزمینی و هم‌چنین آلوده شدن آب رودخانه خواهد شد. در ضمن برای همه کسانی که در پایین‌دست از این رودخانه استفاده می‌کنند مشکلات زیست‌محیطی فراوانی به وجود خواهد آورد. هم‌چنین برای ورودی شهر چشم‌انداز نازیبایی خواهد داشت و اهالی روستاهای اطراف را مجبور به ترک روستا خواهد کرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که هریک از ارگان‌ها و نهادهای اجرایی استان و یا شهرستان که قصد انجام بنای تأسیسات و

یا هرگونه فعالیت عمرانی را داشته باشند قبل از اجرای طرح از نظرات متخصصین سنجش‌ازدور و GIS جهت انتخاب بهترین مکان برای پروژه موردنظرشان استفاده نمایند که این کار هم منجر به انتخاب بهترین مکان می‌شود و هم از هدرفت منابع ملی جلوگیری خواهد کرد.

منابع

۱. اداره کل منابع طبیعی استان لرستان، مطالعات جامع دشت الشتر، ۱۳۵٦.
۲. اصغرپور، محمد جواد، ۱۳۸۱، تصمیم‌گیری چند معیاره، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. حافظ‌نیا، محمدرضا، ۱۳۸٤، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، تهران.
٤. سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ خرم آباد.
۵. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان لرستان. (۱۳۸۲). دانشگاه صنعتی امیر کبیر، گزارش طرح جامع مدیریت خشکسالی استان لرستان.
٦. شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان لرستان. (۱۳۹۰). گزارش توجیهی تخصیص منابع آب محدوده مطالعاتی الشتر مهندسین مشاور سنگاب زاگرس.
۷. فرج زاده، منوچهر، ۱۳۹۰، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه ریزی توریسم، تهران، انتشارات سمت.
۸. قدسی پور، سید حسن، (۱۳۸۸)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ هفتم، تهران
۹. نشاسته گر، مصطفی، تجریشی، مسعود، ابریشم چی، احمد، ۱۳۸۸، جانمایی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در کلان شهرها به کمک تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS (مطالعه موردی شهر تهران) سومین همایش ملی آب و فاضلاب(با رویکرد اصلاح الگوی مصرف)، تهران.
۱۰. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، مطالعات اجمالی خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی استان لرستان،۱۳۷۰
۱۱. وزارت نیرو، مطالعه طرح تأمین آب وشبکه آبیاری دشت الشتر، استان لرستان، مهندسین مشاور رستاب، جلد دوم، منابع زمین‌شناسی، ۱۳٦۸.

12. Chen, Ty., & Tsao, CY., 2008, the interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, Fuzzy Sets and Systems 159, 1410 –1428.
13. Ekmekcioglu, M. and Kaya, T. and Kahraman, C., 2010, Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste, Waste Management journal. No.30, pp, 1729 – 1736.
14. Ratnapriya, E. A. S. K. and De Silva, R.P., 2009, Location Optimization of Wastewater Treatment Plants using GIS: A Case Study in Upper Mahaweli Catchment Sri Lanka case, Applied Geoinformatics for Society and Environment, Stuttgart University of Applied Sciences.
15. Sener S. and Sener E. and Nas B. and Karaguzel R.,2010, Combining AHP with GIS for landfill site selection: Acase study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey), Journal of Waste Management, No 30, pp 2037-2046.
16. 16.Yesilnacar, M. Cetin, H,2005, Site selection for hazardous Waste: A case study from the Gap area, Turkey, Engineering geology 81, 371-388.
17. 17.Zhao Y.W. and Qin Y. and Chen B. and Zhao X. and Li Y. and Yin X. A. and Chen G.Q.,2009,GIS-based optimization for the locations of sewage treatment plants and sewage outfalls- A Case study of Nansha District in Guangzhou City, China, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, No 14, pp 1746 - 1757.