ارزیابی روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و فرآیند تحلیل شبکه (ANP) در بررسی برخی از عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در تأمین آب و جایگزینی سکونتگاه‌ها (مطالعه موردی: دشت میاندوآب)

داود مختاری
استاد گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
سمیه معزز[۱]*
کارشناس ارشد هیدرو ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

چکیده
ایران کشوری است که در کمربند خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است. پراکنش نامناسب بارندگی و تبخیر زیاد از ویژگی‌های اصلی این مناطق است، بیشتر آب ناشی از بارندگی، از طریق تبخیر از دسترس ساکنان آن‌ها خارج می‌شود. در منطقه مورد مطالعه، هم علاوه بر این موارد، انتقال آب از رودخانه‌های واقع در منطقه و تشدید این امر، در سال‌های اخیر و همچنین افزایش جمعیت شهری در سال‌های اخیر، در منطقه و روند رو به تزاید شدید ساخت و ساز و زیر ساخت رفتن بیشتر زمین‌های مرغوب منطقه، انجام این پژوهش را ضروری می‌کرد. به این منظور در این مطالعه، روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه (ANP)، مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. جهت انجام این پژوهش از تصویر TM، ۲۰۱۱ ماهواره لندست استفاده شد. فاکتورهای مؤثر (شیب، لیتولوژی، کاربری زمین، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، بارندگی، طبقات ارتفاعی و پوشش گیاهی) در محیط GIS آماده شدند و نقشه‌های مکان‌یابی سکونتگاه‌ها در روش‌های فوق تولید شد. تفسیر ضرایب نشان داد که فاصله از رودخانه، بارندگی و طبقات ارتفاعی نقش مهمی در این زمینه دارند.

واژگان کلیدی: **تحلیل شبکه (ANP)، تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، لندست، عوامل هیدروژئومورفولوژیکی، دشت میاندوآب.**

مقدمه

محدودیت منابع آب و توزیع نامناسب بارندگی در کشور نشان می‌دهد که ابتدا باید ظرفیت منابع آب‌های موجود سطحی و زیرزمینی را به خوبی شناسایی و مطالعه کرد تا برنامه‌ریزی جامعی برای بهره برداری صحیح از آن‌ها صورت گیرد. علاوه بر

[۱] نویسنده مسئول: ۰۹۳۸۴۷۷۲۶۹۹ Email: somayyehmoazzez@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

لزوم اشاعه رویه‌های مرسوم و مطلوب در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، بهره گیری از فناوری‌های جدید مانند مدل‌سازی در سیستم اطلاعات جغرافیایی و پردازش داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌های، مانند سرعت و دقت بالا و دید وسیع و یک‌پارچه، می‌تواند به‌عنوان ابزاری مناسب در اکتشاف منابع آبی، با توجه به هزینه‌های بالای روش‌های سنتی مطرح گردد (مفیدفر و همکاران، ۹۴).

گسترش شهرها و تأثیر آن‌ها بر ساختار فضایی شهرها از مسائل مورد توجه برنامه‌ریزان بوده است. محیط طبیعی معمول با توسعه شهرها و سکونتگاه‌های بشر، سازگار نیست. مهم‌ترین عوامل طبیعی تأثیرگذار بر توسعه شهرها وضعیت توپوگرافی، شیب اراضی، آب و هوا، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی می‌باشند. با توجه به افزایش گرایش به شهرنشینی، شهرها برای پذیرش جمعیت، نیاز به زمین‌های وسیع و گستره‌ای دارند. هر اندازه که شهره توسعه یابند، برخورد آن‌ها با واحدهای گوناگون توپوگرافی و ژئومورفولوژی و موضوع‌های مربوط به آن‌ها زیادتر می‌شود. باید مکان گزینی سکونتگاه‌ها با توجه به عوامل تأثیرگذار به‌گونه‌ای باشد که همراه با توسعه شهر کمترین میزان آسیب‌ها به محیط‌زیست وارد گشته و به‌توان با حفظ محیط‌زیست به توسعه همه‌جانبه شهر نیز دست‌یافت (روستا و همکاران، ۹۲). با توجه به تبعات زیست‌محیطی که رشد سریع شهرها، در مناطق دشتی و جلگه‌ای ایران به همراه داشته و دارد، به منظور حفظ کاربری اراضی کشاورزی و درعین‌حال ساماندهی اسکان جمعیت روبه رشد، الگوی توسعه آتی این قبیل شهرها بایستی به‌صورت ناپیوسته انتخاب شود.

دشت میاندوآب نیز با توجه به توان محیطی برخوردار از آن نظیر آب فراوان و خاک حاصل‌خیز و نیز موقع میان راهی (واقع‌شدن در حد فاصل استان‌های کردستان، آذربایجان‌غربی و شرقی و زنجان)، در سال‌های اخیر از جمعیت پذیری و رشد کالبدی چشمگیری برخوردار بوده است. تبعات چنین رشد سریعی را می‌توان در توسعه فیزیکی ناموزون دشت، گسیختگی نسبی در بافت شهری، قرارگیری و ادغام بافت‌های روستایی در بافت شهری، آلودگی‌های زیست‌محیطی، تخریب تدریجی محیط‌زیست شهری، تغییر کاربری باغات و اراضی کشاورزی و حاصلخیز پیرامون مشاهده کرد؛ به حدی که در حال حاضر تداوم توسعه کالبدی دشت به‌صورت پیوسته به‌هیچ‌وجه منطقی به نظر نمی‌رسد (سرور، ,۸۳).

در این مطالعه، دشت میاندوآب، واقع در استان آذربایجان غربی به‌صورت موردی انتخاب شده است. متأسفانه تاکنون هیچ کار پژوهشی در زمینه بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در تأمین آب منطقه و تأثیر آن در جایگزینی سکونتگاه‌های شهری و روستایی صورت نگرفته است و بیشتر کارهای پژوهشی انجام یافته در مورد مطالعه اقلیم و بررسی رودخانه‌های منطقه بوده است. (چاترج، ,۱۹۷۸)، سرمقاله‌ای به بررسی روابط متقابل و تعاملات ویژگی‌های ژئومورفیک و پارامترهای مختلف هیدرولوژیکی و کنترل توسعه مناطق بالقوه آب در حوضه لونی پرداخته و نتیجه این مطالعات آن شد که پتانسیل آب این آبخوان‌ها با درنظرگرفتن نه پارامتر مهم هیدرولوژیکی باهم بر کیفیت آب و عملکرد آن تأثیر دارند (مرتس، ,۱۹۹۵)، در مطالعه‌ای تحت عنوان الگوهای فضایی هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی دشت سیلابی رود آمازون در برزیل از

Archive of SID

www.SID.ir

طریق سنجش از راه دور به این نتیجه رسیده‌اند که سه تصویر لند ست از بالا دست و قسمت میانی و پایین دست رود نشان داد که این سه قسمت دارای ناهمگونی‌هایی در هیدرولوژی و پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی هستند. (چانگ هوارد، ۲۰۰۸)، به بررسی مورفولوژی رودخانه و تغییرات مجرای رودخانه پرداخته و مورفولوژی رودخانه را ازنظر ریخت‌شناسی بررسی کرده از جمله این بررسی‌ها طبقه‌بندی مجرای رودخانه، آستانه در مورفولوژی رودخانه، زمین ریخت‌شناسی، تجزیه و تحلیل پاسخ‌های رودخانه است. (بیزی، ۲۰۱۲,) در مقاله‌ای تحت عنوان تشخیص زیستگاه‌های فیزیکی رودخانه‌ها (رودخانه لونی در انگلستان) با استفاده از نقشه‌های مشتق شده از فرایندهای ژئومورفیک شش خوشه را شناسایی نموده که این شش خوشه، شش کانال مشخص را توصیف می‌کنند که توسط تنظیمات متمایز فرایندهای ژئومورفیک و مجموعه خاص از ویژگی‌های زیستگاه فیزیکی مشخص می‌شود. (شرودر، ۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان فعل و انفعال‌های میان پوشش گیاهی و هیدروژئومورفولوژی به این نتیجه رسیده‌اند که فرایندهای هیدروژئومورفیک، پوشش گیاهی و بیوشیمی در دشت‌های سیلابی که پیچیدگی بیشتر است تداخل و درک ارتباط میان فرایندهای فیزیکی و بیولوژیکی را در اکوسیستم‌ها فراهم می‌کند. دشت‌های سیلابی و سیستم‌های رودخانه‌ای توسط چهار بعد هیدروژئومورفولوژی یعنی اجزای طولی، جانبی، عمودی و زمانی همراه شده است. (سرور، ۱۳۸۳) طی پژوهشی با عنوان مکان‌یابی توسعه آتی شهر میاندوآب با استفاده از مدل AHP با به‌کارگیری سنجه‌های باغات و اراضی کشاورزی، دسترسی به تأسیسات آب‌رسانی، گرایش‌های اجتماعی و محیط‌زیست که در چهار سایت قرارگرفته‌اند به این نتیجه رسید که در مکان‌یابی توسعه آتی شهر میاندوآب بالاترین اولویت و وزن به سایت ۲, تعلق دارد. (مجرد و همکار،۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با عنوان مکان‌یابی نواحی مساعد برای توسعه فیزیکی کلان‌شهر تهران با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی به این نتیجه رسید که با در نظر گرفتن پهنه‌های اراضی بایر و تلفیق آن با پهنه‌های تناسب و به منظور حفظ پوشش گیاهی، توسعه شهر به سمت جنوب مطلوب‌تر از سایر جهت‌ها است. مناطق غربی و شمال-غربی در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. (فرجی سبکبار و همکاران،۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل ANP به مطالعه عرصه‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی پرداختند و نتیجهٔ کار نشان داد که مناطق کاملاً مناسب برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، اغلب در نهشته‌های کواترنری و واحدهای ژئومورفولوژیکی پدیمنتی و مخروط افکنه‌ای با شیب کمتر از سه درصد واقع شده‌اند. (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با عنوان مکان گزینی سدهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه را به هفت زیر حوضه تقسیم کرده و موارد مؤثر در مکان‌یابی سد زیرزمینی از قبیل اقلیم، روان آب، شیب و ... را در هفت زیر حوضه بررسی و سپس به حذف پلی گون‌هایی که فاقد شرایط مناسب جهت احداث سد بودند، اقدام گردید و در نتیجه زیر حوضهٔ c3 به‌عنوان مکان مناسب جهت احداث سد زیرزمینی تشخیص داده شد (شاهرخ وندی، ۱۳۷۶) به بررسی هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز کهمان پرداخت و نتیجه این پژوهش را می‌توان شناسایی عوامل مؤثر در به وجود آوردن ناهمواری‌های ناشی از عمل آب، چگونگی تشکیل این نوع ناهمواری‌ها، تعیین قابلیت‌ها و محدودیت‌ها و نمایش پدیده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

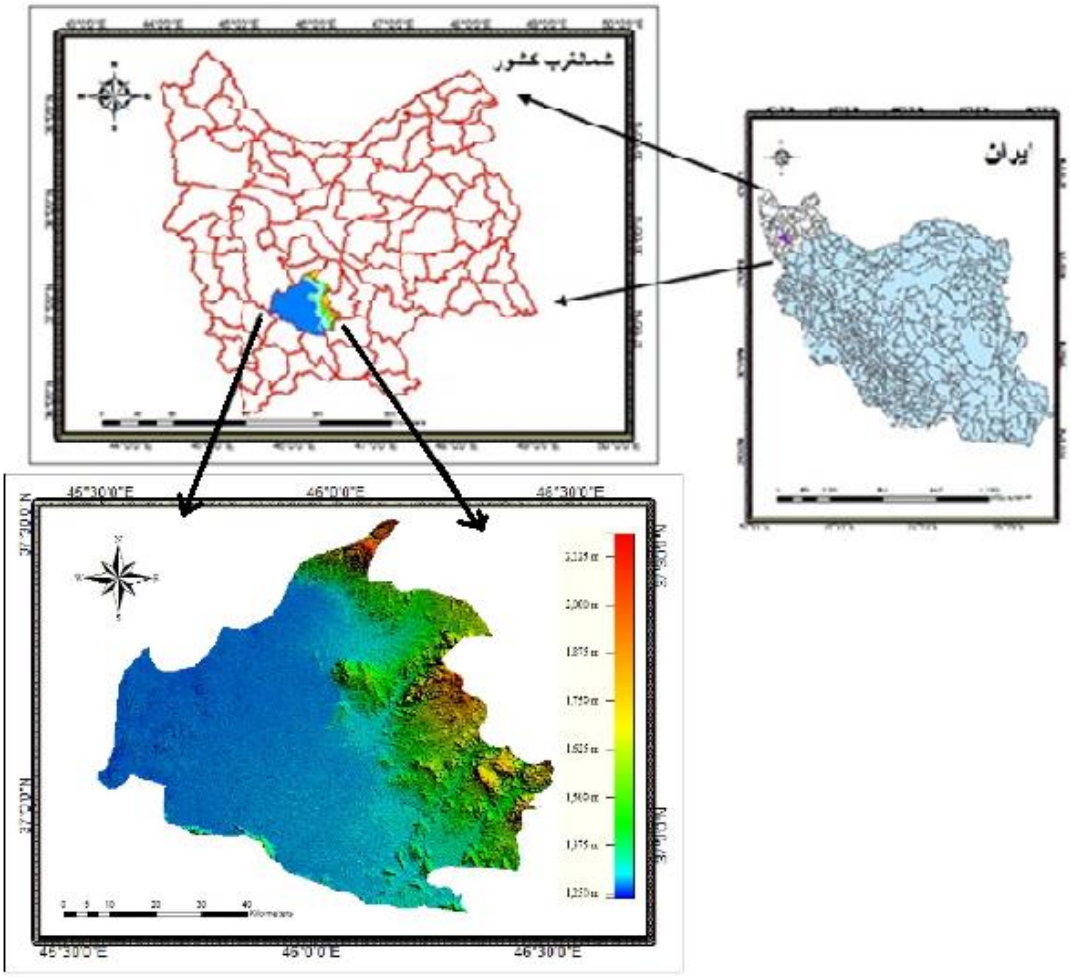
ناشی از عمل آب دانست. (عطایی مقصود بیگی، ۱۳۷۸) در پایان‌نامه خود، حوضه آبریز قره‌آقاج را از لحاظ ویژگی‌های هیدروژئومورفولوژیکی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که اکثر عوارض فرم یک منطقه ناشی از عملکرد فرایند آب است که گالی‌ها، قله‌های منفرد، دره‌های V شکل و U شکل از آن دسته‌اند. (مقیمی، ۱۳۷۸) در مطالعه وضعیت ژئومورفولوژی شهر آب به این نتیجه رسید که وجود کویر دق سرخ به‌عنوان یک شاخص خشکی، اقلیمی و زمینی، معرف فعال بودن بعضی پدیدهای خاص نواحی خشک حاکم بر منطقه است. بخش کویری منطقه تحت تأثیر تغییرات فصلی عناصر اقلیمی از جمله بارش است. (قنواتی،۱۳۸۲) در راستای شناسایی عوامل هیدروژئومورفولوژی و فیزیوگرافی با استفاده از روش آماری رگرسیون چند متغیره، مورد تجزیه و تحلیل قرارداد و در نهایت مدل پیش‌بینی سیلاب حوضه بر اساس هفت متغیر ضریب رواناب، ضریب گراولیوس، ارتفاع متوسط حوضه، شیب ناخالص رودخانه، شیب حوضه، طول حوضه و مساحت حوضه ساخته شد. در این پژوهش روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی مورد بررسی قرار گرفت؛ بنابراین هدفی که از این پژوهش دنبال می‌شود، این است که با ارایه روشی مناسب جهت بررسی و مطالعه فاکتورهای مؤثر درتامین آب و جایگزینی سکونتگاه‌ها، مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار در تأمین آب دشت معرفی شود و در نهایت نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌های جدید و معرفی مناطق مناسب تا نامناسب جهت ساخت و ساز مسکونی تهیه شود.

معرفی منطقه مورد مطالعه

دشت میاندوآب با مساحت ۳۴۱۵/۳۱ کیلومتر مربع در شمال‌غربی کشور و جنوب دریاچه ارومیه بین َ ۱۵ ° ۳۶ تا ۱۵ ° ۳۷ عرض شمالی وَ ۴۵ ° ۴۵ تا َ ۱۵ °۴۶ طول شرقی واقع شده است. این دشت در واقع در مصب چند رودخانه واقع شده است که همگی به دریاچه ارومیه می‌ریزند. مهم‌ترین این رودخانه‌ها، زرینه‌رود است که از ارتفاع‌های جنوب سقز در استان کردستان و شرق تکاب در استان آذربایجان‌غربی سرچشمه می‌گیرد، تمامی این کوه‌ها قسمتی از شمال زاگرس است. رودخانه فصلی سیمینه رود از ارتفاع‌های شمال بانه سرچشمه می‌گیرد و رودخانه‌های فصلی لیلان چای، مردوق چای و صوفی چای از ارتفاع‌های جنوبی سهند در آذربایجان‌شرقی سرچشمه گرفته و در شمال دشت میاندوآب تخلیه می‌شوند. دشت میاندوآب در واقع دشت ملکان را نیز شامل می‌شود. این دشت تقریباً مربع شکل بوده و از نظر توپوگرافی تپه‌ماهوری بوده و شیب آن از شرق به غرب و از جنوب به شمال به سمت دریاچه ارومیه است. متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۰۰ متر در شرق میاندوآب در نزدیکی سد نوروز لو و در حاشیه دریاچه حدود ۱۲۷۳ متر است. شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد

Archive of SID

www.SID.ir



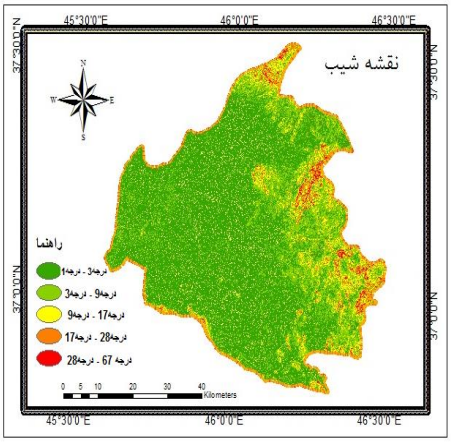
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

بررسی فاکتورهای مؤثر در تأمین آب و جایگزینی سکونتگاه‌ها

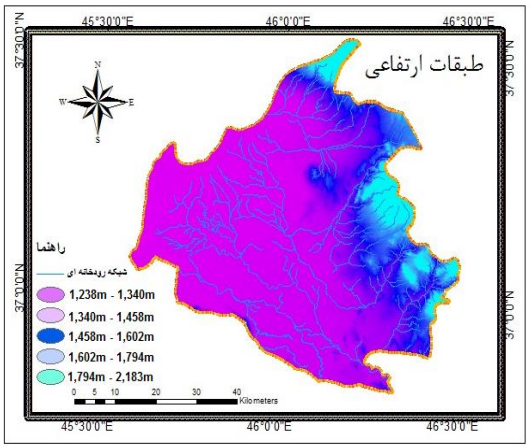
جهت بررسی عوامل مؤثر در تأمین آب منطقه، بر اساس نظرخواهی از کارشناسان خبره در این زمینه و پر نمودن پرسشنامه، هشت فاکتور شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، پوشش گیاهی و بارندگی به‌عنوان عوامل و فاکتورهای مؤثر هیدروژئومورفولوژیکی منطقه تشخیص داده شدند لایه‌های مربوط به فاکتورها در محیط ArcGIS تهیه شدند. شکل (۲)، نقشه‌های عوامل (معیارها) مؤثر در تأمین آب منطقه را نشان می‌دهد.

Archive of SID

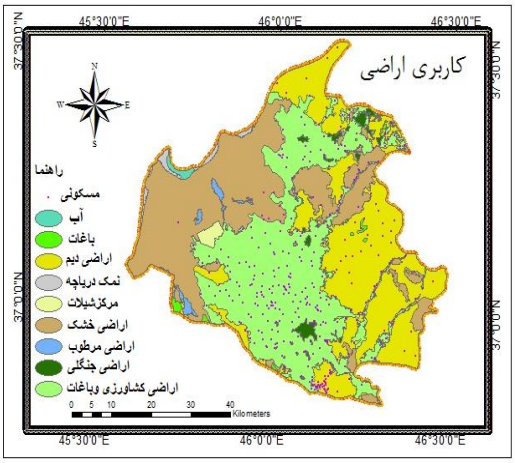
www.SID.ir



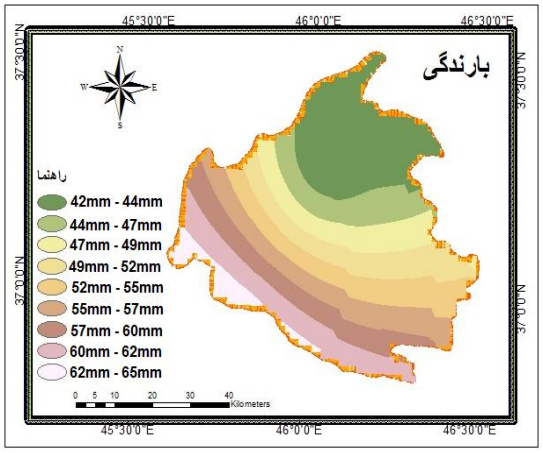
شکل ۲: نقشه شیب منطقه



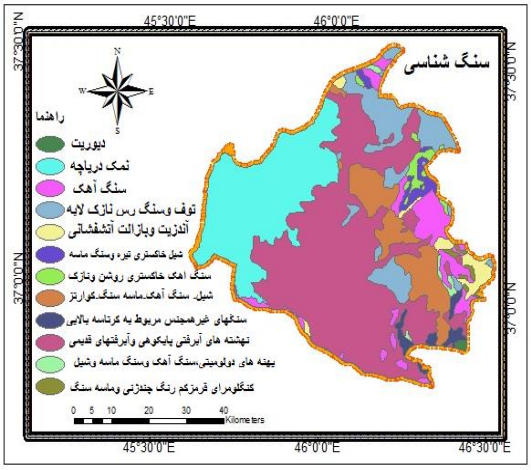
شکل ۳: نقشه طبقات ارتفاعی منطقه



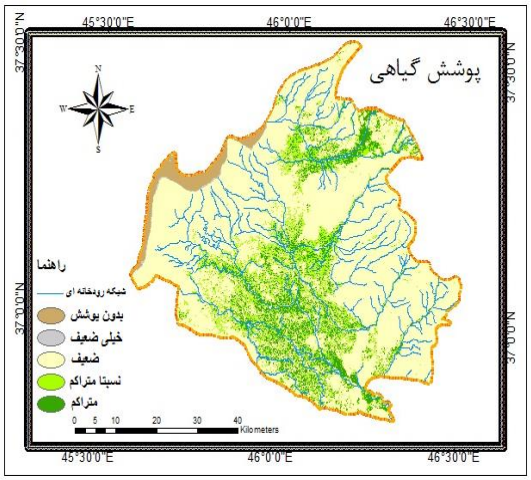
شکل ٤: نقشه کاربری اراضی منطقه



شکل ٥: نقشه بارندگی ماهانه منطقه

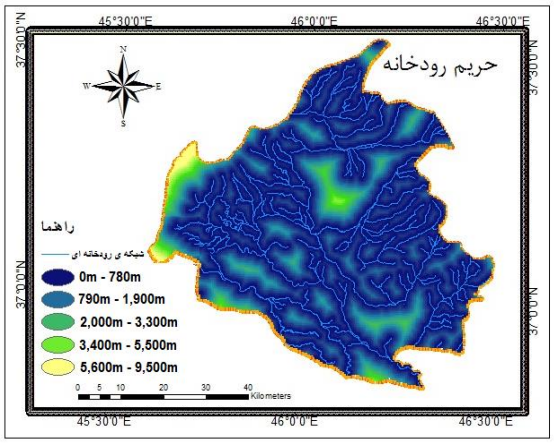


شکل ٦: نقشه سنگ‌شناسی منطقه

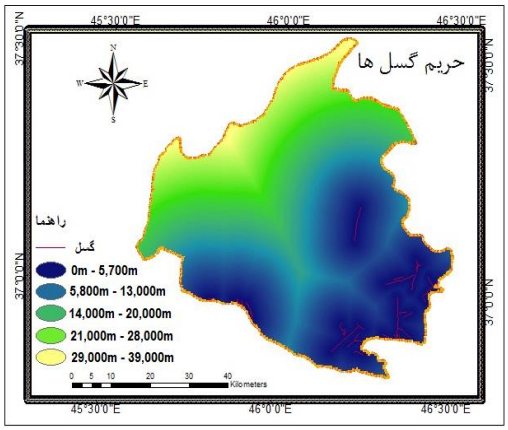


سحل ۷: نمشه پوشش کیاهی منطقه

www.SID.ir



شکل ۸: نقشه فاصله از رودخانه منطقه



شکل ۹: نقشه فاصله از گسل‌های منطقه

داده‌ها و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده:

* نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ عجب‌شیر، مراغه، میاندوآب؛

* تهیه نقشه‌های پایه و موضوعی مانند (شیب و جهت شیب، پوشش گیاهی، فاصله از گسل و ... . سایر نقشه‌ها برحسب نیاز)؛

* تصویر ماهواره‌ای لند ست ۲۰۱۱ سنجنده TM؛

* DEM منطقه مورد مطالعه ۳۰ * ۳۰ متری (DEM – ASTER – 30).

ابزارها و نرم‌افزارهای مورد استفاده

به منظور جمع‌آوری، پردازش، تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی داده‌های مختلف و تهیه و تدوین این پژوهش با توجه به روش مورد استفاده در پژوهش حاضر از ابزارهای مختلف ذیل استفاده شده است؛ مانند Arc GIS 10.1، Envi4.8 و Expert Choice 11، Word 2013، Super Decisions و Excel 2013.

مدل‌های مورد استفادهAHP و ANP:

AHP و ANP دو مفهوم مختلف هستند که توسط آقای ساعتی معرفی شدند. ایشان ابتدا AHP را توسعه داد که با استفاده از آن بتواند با مسائل مختلف چند معیاری با دو رویکرد کمی و کیفی برخورد کند. از نظر رویکرد کیفی، AHP این امکان را به محقق می‌دهد که اهداف کلان را به اهداف جزء تقسیم کرده و این تقسیم‌بندی را تا رسیدن به گزینه‌ها ادامه دهد. از نظر

Archive of SID

www.SID.ir

رویکرد کمی، این روش با لحاظ کردن مقایسات زوجی نیز، یک مقیاس‌های ۹ نقطه‌ای در نظر گرفته شده است. این مقیاس با در نظر گرفتن اعداد ۱ تا ۹ به ترتیب اهمیت، تصمیم گیر را در فرآیند مقایسه کمک می‌کند (عدد یک برای ارجحیت یکسان و عدد ۹ برای نمایش بیشترین ارجحیت). با این وجود مدل AHP، شرط سلسله‌مراتبی را به‌صورت یک‌طرفه و فقط از بالا به پایین و یا برعکس دارا می‌باشد این اصل باعث می‌شود که نتوان مسائلی را که رابطهٔ متقابل بین گزینه‌ها و معیارها وجود دارد تحلیل و بررسی کرد. به علت وجود این شکاف، تکنیک ANP توسط ساعتی توسعه داده شد. بنا به تعریف آقای ساعتی، ANP مدل کلی و عمومی و کامل‌تری از AHP است که اجازهٔ تحلیل مسائل مختلف را با داشتن رابطه‌های متقابل بین عناصر می‌دهد (ساعتی: ۲۰۰۱: ۵) این ارتباط متقابل را گاهی سیستم‌های بازخورد نیز می‌نامند. ایشان برای محاسبهٔ وزن این دسته از مسائل، روشی تحت عنوان ابر ماتریس را توسعه داد (ساعتی: ۱۹۹۶: ۱۶). ابر ماتریس، اثر وزن‌های عناصر مرتبط باهم را با در نظر گرفتن یک ماتریس، با شرکت همهٔ گزینه‌ها و عناصر تعدیل می‌کند.

مفاهیم کلی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

- عناصر مسئله، هدف، اهداف میانی، افق‌های زمانی، سناریوها، عوامل و شرط بندها، اهداف و سیاست‌ها، معیارها، مشخصه‌ها و گزینه‌ها؛
- ساختار سلسله‌مراتب؛
- قضاوت‌ها، اعداد مطلق، همگنی، خوشه‌بندی، عناصر اصلی، محسوس و نامحسوس؛
- مقایسه‌ها، تسلط و تقابل در قبال یک مشخصه، ناسازگاری و بردار مختصات، استفاده از اندازه‌گیری‌های واقعی؛
- تعداد کم قضاوت‌ها؛ چگونگی حصول کمترین قضاوت‌ها؛
- مقیاس‌های نسبی اشتقاقی (در AHP الویت ها در ارتباط با مقیاس نسبی مشتق شده و اثبات شده‌اند)؛
- فاصلهٔ قضاوت‌ها و قضاوت‌های تصادفی؛
- سنتز، تلفیق، فرم‌های چند خطی و چگالی؛
- رتبه‌بندی، میزان مطلوبیت نسبت به یک ایده؛
- اندازه‌گیری مطلق، رتبه‌بندی گزینه‌ها یکی‌یکی و به‌نوبت؛
- سلسله‌مراتب‌های فواید، هزینه‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها؛
- موازی با شیوه تفکر انسانی (شلیک عصبی توانائی و هشیاری نسبت به محرک‌های محسوس (قابل لمس) و نامحسوس (غیر قابل لمس) را به وجود می‌آورد) اندازه گیری‌ها خود دیتاهایی هستند که باید تفسیر شوند؛

Archive of SID

www.SID.ir

- تصمیم‌گیری گروهی و خواص دو جانبه؛ بهینهٔ پاراتو[۱]؛
- تحلیل حساسیت.

روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

تکنیک AHP[۲] به‌عنوان یکی از تئوری‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، توسط آقای ساعتی ابداع و اولین نرم افزار مربوط به آن، به نام اکسپرت چویی[۳] در سال ۱۹۹۵ تولید گردید. ایدهٔ اساسی AHP افزودن عملیات ریاضی به تصمیم‌گیری، با هدف کمی نمودن قضاوت‌های نامحسوس افراد و گروه‌ها بوده است (ارکان، ۲۰۰۶: ۵۷). فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یک تئوری برای سنجش مقایسه‌های زوجی بوده و بر قضاوت‌های محققان برای تعیین الویت ها تکیه دارد. این تئوری به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا از میان آلترناتیوهای مختلف، بهترین آن‌ها را با توجه به جمیع معیارهای موردنظر انتخاب کند. در این روش تصمیم‌گیرنده ابتدا هدف تصمیم را مشخص کرده و سپس معیارهایی که تأمین‌کنندهٔ هدف باشند احصاء نموده و در نهایت گزینه‌های ممکن را تعیین می‌نماید. مدل AHP همیشه شرط سلسله‌مراتبی را به همراه دارد و تنها سطح‌های سلسله‌مراتب، امکان ارتباط باهم را به‌صورت یک‌طرفه دارا می‌باشند. این فرآیند یک روش تلفیقی است که در آن به همه معیارهای کیفی و کمی تصمیم‌گیری با تکنیک مقایسه‌های زوجی یک عدد (الویت یا وزن) تخصیص داده می‌شود. در این روش معیارها باهم مقایسه شده و به هریک نسبت به دیگری نمره‌ای داده می‌شود. سپس یک ماتریس n×n (n تعداد معیارهاست) که در سطر و ستون آن هریک از معیارها وجود دارند تشکیل می‌شود. در این مرحله عدد موجود در سطر i و ستون j نشانگر برتری نسبی معیار i به معیار j است (این عدد ممکن است، یک عدد بزرگ‌تر از ۱ و یا کسری از آن باشد) و AHP با استفاده از قطری کردن ماتریس مذکور، وزن هریک از معیارها را مشخص می‌نماید (ساعتی، ۲۰۰۱: ۳۴). در این پژوهش برای اجرای مدل تحلیل سلسله‌مراتبی از نرم افزار اکسپرت چویی استفاده شده است.

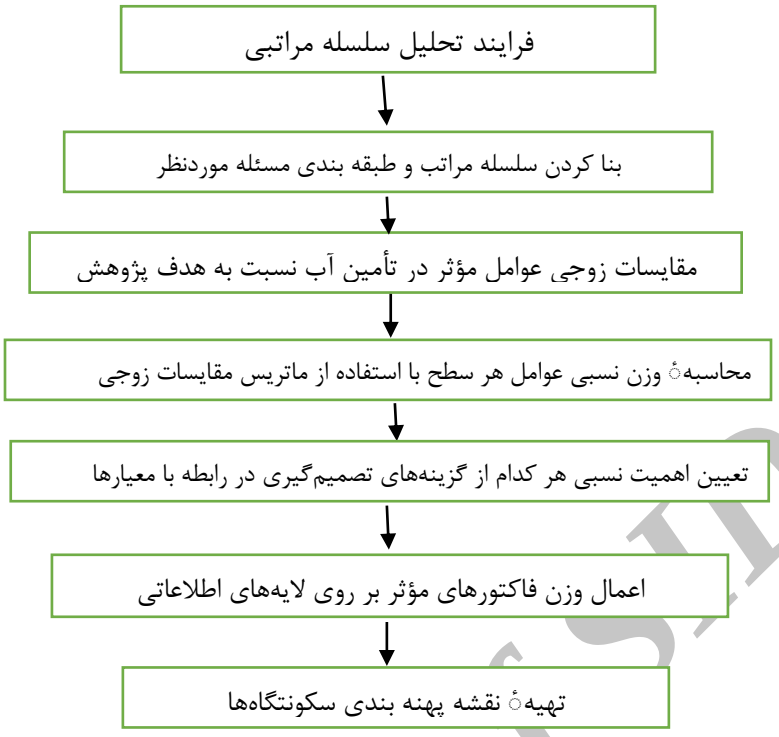
۱. حد مطلوب پاراتو وضعیتی که در آن نتوان رفاه یک فرد را افزایش داد مگر به کاهش دادن رفاه دیگری.

2. Analytic Hierarchy process

3. Expert Choice

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۰: فلوچارت مراحل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

جهت اجرای روش تحلیل سلسله‌مراتبی، تهیه لایه‌های مربوط به معیارها در نرم افزار ArcGIS انجام یافت سپس در محیط نرم افزار اکسپرت چویی مدل اصلی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط کارشناسان متخصص در این زمینه طراحی گردید. سپس مقایسات زوجی مابین معیارها و گزینه‌ها بر اساس مقیاس اهمیت عوامل ساعتی، انجام گرفت در نهایت میزان اهمیت گزینه‌ها یا رده‌ها تعیین شد. سپس اهمیت هر یک از معیارهای مؤثر در تأمین آب منطقه به دست آمده و در آخر با توجه به ضرایب حاصل، نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه شد و نقشه حاصل شده در پنج کلاس بسیار مناسب تا بسیار نامناسب طبقه بندی گردید.

مراحل فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی:

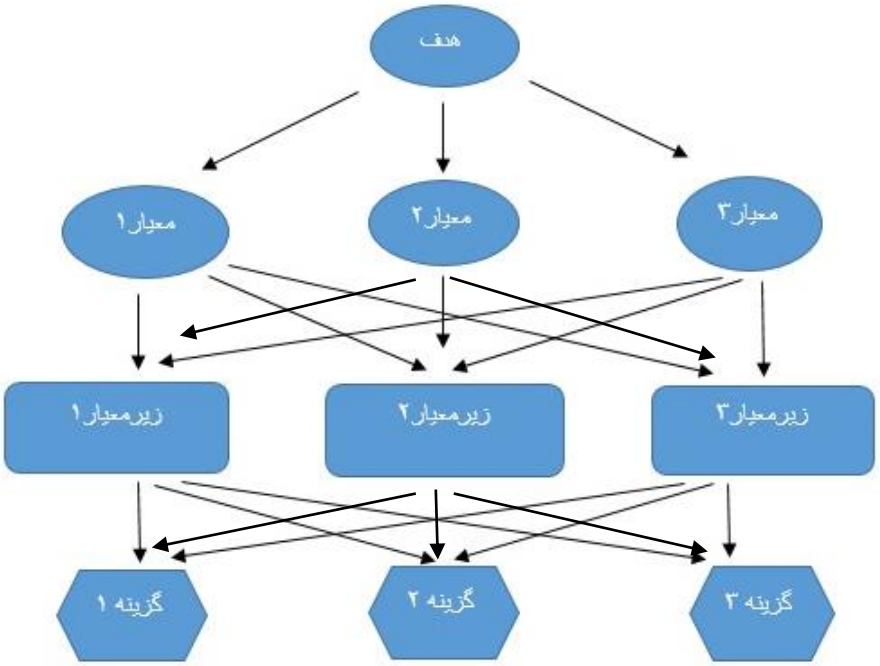
برای استفاده از این فرآیند و نرم افزار مربوطه، مراحلی در نظر گرفته شده است که طی آن می‌توان یک پدیده خارجی را به‌صورت یک شمای سلسله‌مراتبی در آورد. این مراحل به‌صورت کلی، شامل ایجاد سلسله‌مراتب، ایجاد ارتباط بین عناصر، مقایسه‌های زوجی، تعیین وزن و تشخیص سازگاری قضاوت‌ها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

طراحی سلسله‌مراتب

یک مدل سلسله‌مراتبی در اصل یک نمایش گرافیکی از مسئله‌ای پیچیده است؛ که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی، معیارها و گزینه‌ها قرار دارند، هرچند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله‌مراتب وجود ندارد لکن هر مدل ممکن است به یکی از دو صورت (هدف، معیارها، عوامل، زیر عوامل، گزینه‌ها) باشد. شکل (۱۱) شمایی از یک مدل سلسله‌مراتبی در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱۱: ساختار سلسله‌مراتبی

برای ساخت یک سلسله‌مراتب ابتدا باید مسئلهٔ تصمیم به‌صورت دقیق تعریف، حدود آن مشخص و دانش‌ها یا اطلاعات مربوط به آن شناسایی شد. در گام بعدی بایستی هدف را تا جایی که ممکن است به کلی‌ترین و قابل کنترل‌ترین عوامل تجزیه کرد، یعنی تا حدی که همه عناصر دخیل کاملاً مشخص شدند. سپس گزینه‌های ممکن را شناسایی کرده و از میان همه عناصرِ (معیارهای) شناسایی شده، عناصر هم‌سطح مشخص و دسته‌بندی شوند. تعیین سطوح از بالاترین سطح به پایین‌ترین سطح باید به‌گونه‌ای انجام گیرد که در هر سطح، مقایسهٔ زوجی قابل انجام باشد (اهمیت یک عنصر نسبت به عنصر دیگر صفر یا بی‌نهایت نباشد).

www.SID.ir

کاربرد تحلیل شبکه(ANP)

فرایند تحلیل شبکه‌ای یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری است و در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد. این مدل بر مبنای فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی طراحی‌شده است و " شبکه " را جایگزین " سلسله‌مراتب " کرده است از جمله فرضیه‌های، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی این است که بخش‌ها و شاخه‌های بالاتر سلسله‌مراتب، مستقل از بخش‌ها و سطوح پایین‌تر می‌باشند. در صورتی‌که در بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها نمی‌توان عناصر تصمیم را به‌صورت سلسله‌مراتبی و مستقل از یکدیگر مدل‌سازی کرد. از این‌رو برای حل چنین موضوعی، عناصر مختلف را به یکدیگر وابسته می‌سازند و ساعتی پیشنهاد می‌کند که از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده شود (فرجی سبکبار، ۱۳۸۶: ۵). در این پژوهش برای اجرای مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای از نرم افزار سوپر دسیژن استفاده شده است.

شکل ۱۲: فلوچارت مراحل تحلیل شبکه

جهت اجرای روش تحلیل شبکه، تهیه لایه‌های مربوط به معیارها در نرم افزار ArcGIS انجام یافت سپس در محیط نرم افزار سوپر دسی ژن مدل اصلی فرآیند تحلیل شبکه بر اساس پرسش‌نامه‌های تکمیل شده توسط کارشناسان متخصص در این زمینه طراحی گردید. سپس ارتباط مابین خوشه‌ها، عناصر و گزینه‌ها انجام گرفت. سپس مقایسه‌های زوجی مابین

Archive of SID

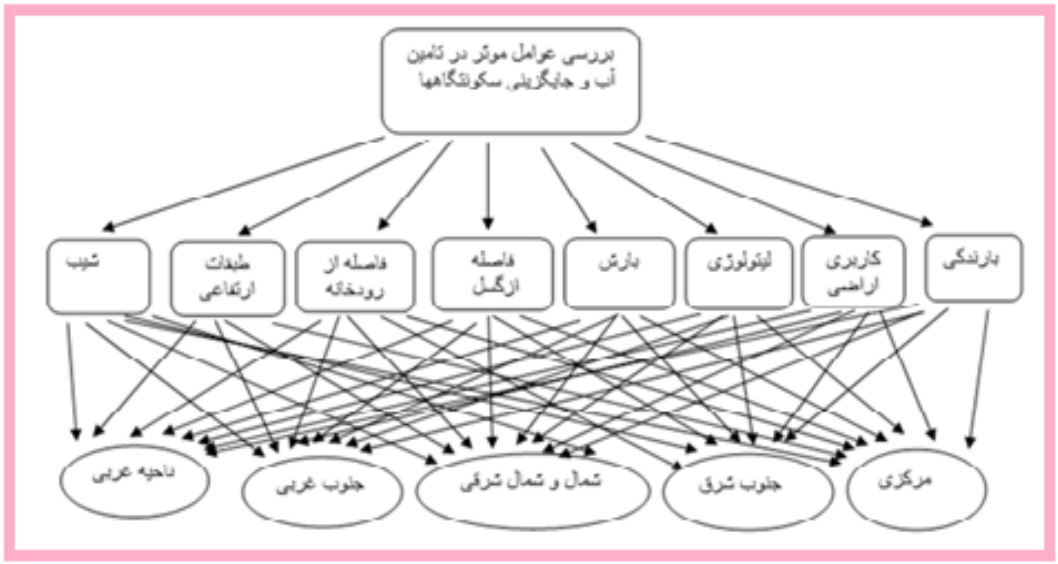
www.SID.ir

خوشه‌ها، عناصر و گزینه‌ها بر اساس مقیاس اهمیت عوامل ساعتی، انجام گرفت در نهایت سه ابر ماتریس غیر وزنی، وزنی و حدی مورد محاسبه قرار گرفت و میزان اهمیت گزینه‌ها یا رده‌ها تعیین شد. سپس اهمیت هر یک از معیارهای مؤثر در تأمین آب منطقه به دست آمده و در آخر با توجه به ضرایب حاصل، نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها در محیط نرم افزار ArcGIS تهیه شد و نقشه حاصل شده در پنج کلاس بسیار مناسب تا بسیار نامناسب طبقه بندی گردید.

بحث

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)

در این پژوهش یک مدل به‌صورت درخت تصمیم‌گیری سه سطحی، متشکل از لایه هدف، لایه معیارها و لایه گزینه‌ها با توجه به مسئله پژوهش طراحی و سازمان‌دهی شد. طراحی درخت تصمیم‌گیری مورد نظر از چندین مرحله تشکیل شده بود، مرحله یک: هدف و موضوع مورد مطالعه بود؛ یعنی باید یک موضوع و هدفی تعیین می‌شد تا فرایند ارزش‌یابی و انتخاب بهترین گزینه برای این هدف صورت گیرد، بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در تأمین آب به‌عنوان هدف این مطالعه برای لایه نخست طراحی گردید. مرحله دو، وجود معیارها و شاخص‌هایی است که برای ارزش‌یابی موضوع انتخاب می‌گردد معیارهای پژوهش نیز، فاکتورهای تأثیرگذار در تأمین آب منطقه می‌باشند که در سطح جداگانه برای لایه دو طراحی شدند. رده‌ها یا گزینه‌های مورد نظر بر اساس نواحی پنج‌گانه، شمال‌شرقی، مرکزی، جنوب‌شرقی، جنوب‌غربی، غربی در یک سطح جداگانه در لایه سه قرار گرفتند. شکل (۱۳) ساختار تحلیل سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد



شکل ۱۳: ساخت سلسله‌مراتبی الویت بندی عوامل مؤثر در تأمین آب دشت میاندوآب

www.SID.ir

– مقایسه‌های زوجی

پس از ساخت درخت سلسله‌مراتبی، قدم بعدی ارزیابی عناصر یا مقایسه زوجی بود. مقایسه زوجی، فرایندی است برای مقایسه اهمیت، ارجحیت یا درست نمایی دو عنصر نسبت به عنصر سطح بالاتر. در نرم افزار Expert Choice جهت مقایسه گزینه‌ها و معیارها، انواع و حالت‌های مختلف مقایسه وجود دارد

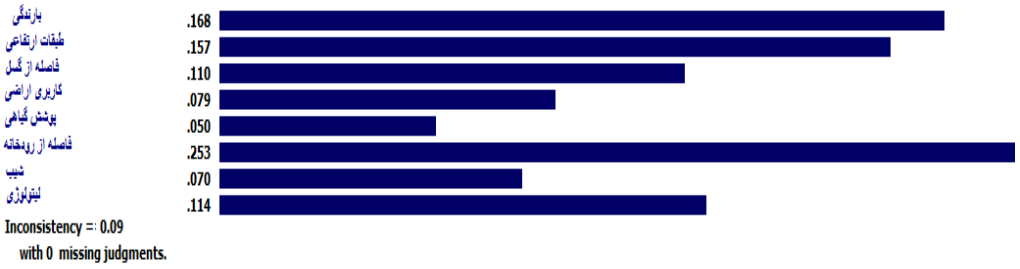
در این پژوهش جهت مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به معیارها **از** نوع مقایسه Preference و حالت مقایسه Verbal استفاده شد. نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارها و گزینه‌ها، میزان اهمیت معیارهای مورد مقایسه را مشخص نمود. میزان نرخ ناسازگاری مقایسه زوجی این معیارها باید کمتر از ۰/۱ باشد تا نشان‌دهنده دقت قابل قبول این مقایسه‌ها باشد با توجه به نتایج حاصل نرخ ناسازگاری برابر ۰/۰۹ است. در زیر این نتایج نشان داده شده است.

جدول ۱: ماتریس اهمیت نسبی معیارهای کلی

معیار	بارندگی	طبقه‌های ارتفاعی	فاصله از گسل	کاربری اراضی	پوشش گیاهی	فاصله از رودخانه	شیب	لیتولوژی
بارندگی	۱	۱	۲	۳	۳	۲	۳	۲
طبقه‌های ارتفاعی	۱	۱	۳	۳	۴	۵	۲	۱
فاصله از گسل	۱/۲	۱/۳	۱	۱	۲	۱	۱	۲
کاربری اراضی	۱/۳	۱/۳	۱	۱	۲	۲	۲	۳
پوشش گیاهی	۱/۳	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۳	۲
فاصله از رودخانه	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲	۱	۴	۲
شیب	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱	۲
لیتولوژی	۱/۲	۱	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: نرخ ناسازگاری مقایسه زوجی معیارهای کلی

این میزان از نرخ ناسازگاری برای مقایسات زوجی صورت گرفته قابل قبول است. نتایج ارجحیت رده‌ها نشان داد که، ناحیه جنوب غربی، نسبت به کلاس‌های دیگر دارای اهمیت و ارجحیت بیشتری است. همچنین به علت اینکه این کلاس، زرینه رود و سیمینه رود، دو شریان حیاتی دشت را در خود جا داده است بیشترین اهمیت را از نظر رتبه به خود اختصاص داده است. در مجموع مناطق جنوب غربی، مرکزی و جنوب شرقی نسبت به کلاس‌های دیگر دارای اهمیت بیشتری هستند. همچنین تفسیر ضرایب نشان داد که از بین عوامل مؤثر در تأمین آب، عامل، فاصله از رودخانه، بارندگی، طبقات ارتفاعی، به ترتیب دارای بیشترین اهمیت و تأثیر می‌باشند. جدول (۲) ضرایب حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی را نشان می‌دهد.

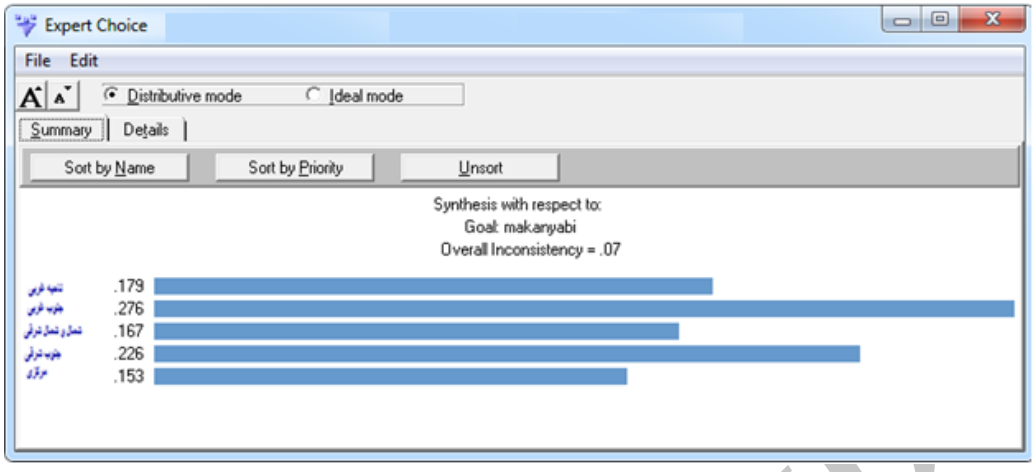
جدول ۲: ضرایب حاصل از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

ضرایب	معیارها	علائم اختصاری برای معیارها
۰/۰۷۰	شیب	X_1
۰/۱۵۸	طبقه‌های ارتفاعی	X_2
۰/۰۷۹	کاربری اراضی	X_3
۰/۱۱۴	لیتولوژی	X_4
۰/۲۵۳	فاصله از رودخانه	X_5
۰/۱۶۸	بارندگی	X_6
۰/۱۱۰	فاصله از گسل	X_7
۰/۰۵۰	پوشش گیاهی	X_8

بعد از مقایسه زوجی و محاسبه وزن‌های نسبی گزینه‌ها و معیارها، لازم بود تا وزن نهایی هر گزینه محاسبه شود. به این منظور از عمل تلفیق استفاده شد؛ و الویت نهائی آلترناتیوها (گزینه‌ها) نسبت به هم به دست آمد مشاهده می‌شود که جنوب-غربی ترجیح بیشتری از بقیه دارد. ناسازگاری کلی نیز باید کمتر از ۰/۵ باشد که در اینجا حدود ۰/۰۷ می‌باشد و قابل قبول است شکل (۱۵).

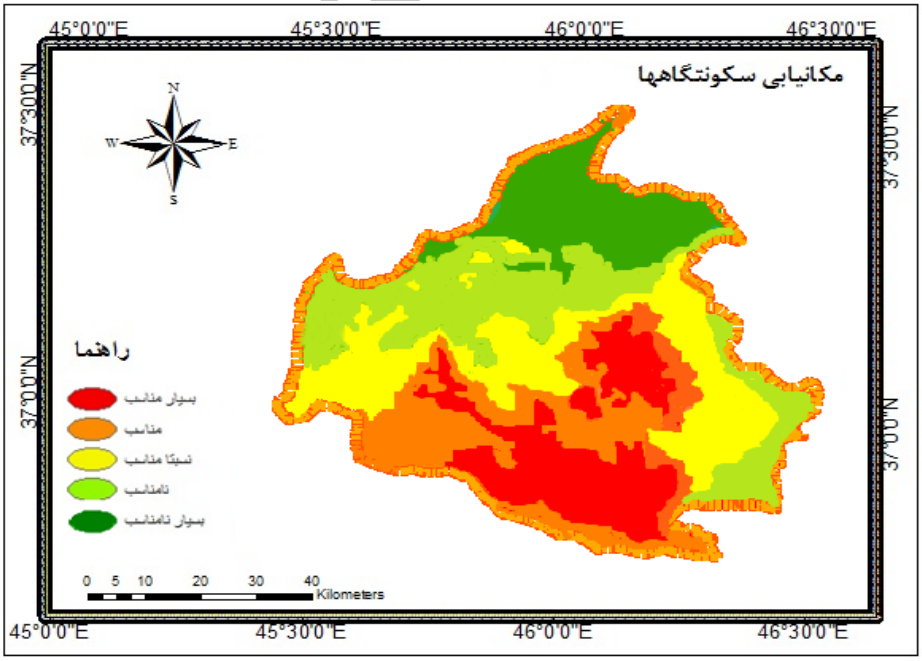
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۵: نتایج نهایی سنتز و ناسازگاری کلی

پس از به دست آمدن ضرایب فاکتورهای مؤثر در تأمین آب منطقه، اقدام به تهیه نقشه مکان‌یابی بر اساس مدل تحلیل سلسله‌مراتبی گردید. بدین منظور ابتدا در محیط ArcGIS لایه‌های اطلاعاتی که از قبل تهیه و رقومی شده بودند به فرمت رستری یا شبکه‌ای تبدیل گشته و سپس طبقه‌بندی مجدد گردیدند و نهایتاً ضرایب به دست آمده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی AHP بر روی لایه‌های اطلاعاتی فوق اعمال گردید و در نهایت نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها حاصل از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی به دست آمد. نقشه فوق در پنج کلاس طبقه بندی شد، شکل (۱۶).



شکل ١٦: نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها با استفاده از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی

www.SID.ir

با توجه به نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌ها، قابل مشاهده است که بهترین مکان‌ها جهت ساخت و ساز مسکونی مناطق اطراف رودها خصوصاً، زرینه رود و سیمینه رود می‌باشد. درحالی‌که نواحی کوهستانی در شرق و شمال شرق به دلیل ارتفاعات زیاد همچنین وجود اراضی بد لندی در قسمت‌های شرق منطقه با توجه به ویژگی‌های نامساعد اراضی بد لندی جهت سکونت و کشت مناسب نمی‌باشند همچنین مناطق اطراف ساحل دریاچه ارومیه جزء مناطق نامناسب جهت ایجاد سکونتگاه‌ها می‌باشد. جدول (۳) مساحت رده‌ها را به درصد نشان می‌دهد.

جدول ۳: مساحت رده‌ها به درصد

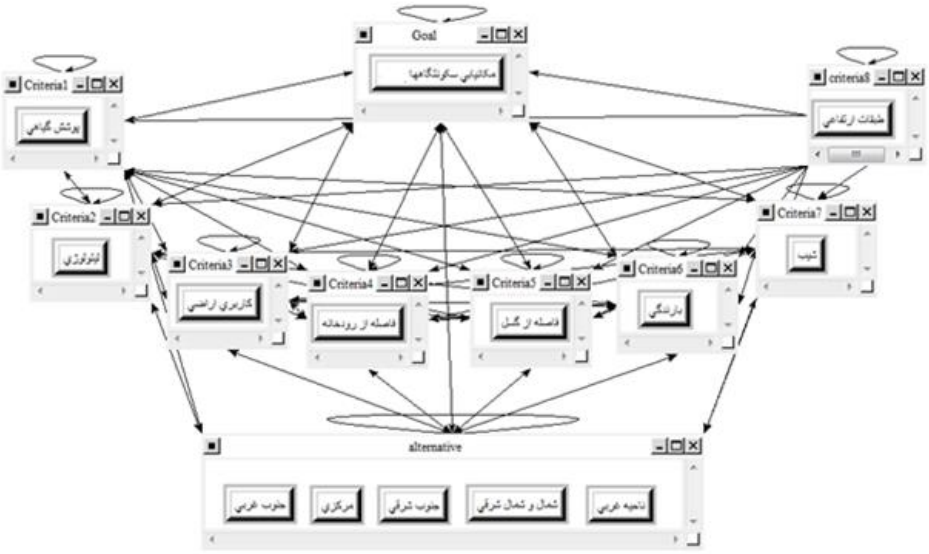
کلاس	مساحت به درصد
بسیار مناسب	۱۶/۳۶
مناسب	۲۰/۷۲
نسبتاً مناسب	۲۳/۵۹
نامناسب	۲۵/۳۸
بسیار نامناسب	۱۳/۹۵

فرایند تحلیل شبکه

در این پژوهش یک مدل شبکه‌ای سه لایه متشکل از لایه هدف، لایه معیارها و لایه گزینه‌ها با توجه به مسئله پژوهش طراحی و سازمان‌دهی شد. طراحی شبکه مورد نظر از چندین مرحله تشکیل شده بود، مرحله یک: هدف و موضوع مورد مطالعه بود؛ یعنی باید یک موضوع و هدفی تعیین می‌شد تا فرایند ارزش‌یابی و انتخاب بهترین گزینه برای این هدف صورت گیرد، بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در تأمین آب به‌عنوان هدف این مطالعه برای لایه نخست طراحی گردید. مرحله دو، وجود معیارها و شاخص‌هایی است که برای ارزش‌یابی موضوع انتخاب می‌گردد معیارهای پژوهش نیز، فاکتورهای تأثیرگذار در تأمین آب منطقه می‌باشند که در خوشه‌های جداگانه برای لایه دو طراحی شدند. رده‌ها یا گزینه‌های مورد نظر بر اساس نواحی پنج‌گانه، شمال‌شرقی، مرکزی، جنوب‌شرقی، جنوب‌غربی، غربی در یک خوشه جداگانه در لایه سه قرار گرفتند. شکل (۱۷) ساختار تحلیل شبکه‌ای را نشان می‌دهد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۷: ساختار تحلیل شبکه‌ای

مقایسه زوجی بین خوشه‌ها و عناصر

پس از طراحی شبکه، معیارهای کنترلی و خوشه‌ها با هم مقایسه شدند. در مقایسهٔ خوشه‌ها، یک خوشه به‌عنوان خوشهٔ اصلی انتخاب شده و سپس ارجحیت سایر خوشه‌هایی که با آن مرتبط هستند نسبت به هم و در مقایسه با خوشه اصلی مقایسه شدند (محمدی لرد: ۱۳۸۸: ۵۵). در حدود ۳۶۰ مورد مقایسه زوجی بین خوشه‌ها صورت گرفت. پس از انجام مقایسه، برای مشاهده نتایج مقایسه‌ها میزان نرخ ناسازگاری آن‌ها بررسی شد. نرخ ناسازگاری قضاوت انجام شده برای نمونه برابر با ۰/۰۷۸ بوده و کمتر از ۰/۱ بود در این روش میزان نرخ ناسازگاری نباید بیشتر از ۰/۱ باشد که این میزان از خطا با توجه به تعداد زیاد قضاوت‌ها قابل قبول است. همچنین در داخل هر خوشه مجموعه‌ای از عناصر قرار دارند که باهم مقایسه شدند، مقایسه عناصر هر خوشه شبیه روش AHP و مقایسه دودوئی ساعتی است. در حدود ۱۳۳ مورد مقایسه عناصر درون خوشه صورت گرفت. برای انجام مقایسه بین عناصر درون خوشه‌ها مثل روش مقایسه زوجی بین خوشه، نسبت به معیار کنترلی، هر معیار نسبت به معیار دیگر از نظر اهمیت و ارجحیت مورد مقایسه قرار گرفت، میزان نرخ ناسازگاری به دست آمده برای قضاوت انجام شده برابر با ۰/۰۹۹ بوده و کمتر از ۰/۱ نشان داد. پس از محاسبات طولانی، ضریب و ارزش نهایی هر عنصر و گزینه تعیین شد. برای محاسبه ضریب نهایی، سه نوع ابر ماتریس مورد محاسبه قرار گرفت:

- ابر ماتریس غیر وزنی؛
- ابر ماتریس وزنی؛
- ابر ماتریس حدی.

Archive of SID

www.SID.ir

و نهایتاً نتیجه کلی به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده ناحیه جنوب‌غربی بیشترین اهمیت را از نظر تأمین آب با توجه به وزن ایده آل داراست، این کلاس در نقشه پهنه بندی تحت عنوان " بسیار مناسب " معرفی شد؛ و سپس به ترتیب از میزان اهمیت رده‌ها کاسته می‌شود به‌طوری که ناحیه غربی دارای کمترین میزان اهمیت را از نظر تأمین آب و جایگزینی سکونتگاه‌ها دارا می‌باشد و در نقشه پهنه بندی عنوان کلاس "بسیار نامناسب " را به خود اختصاص داده است. شکل (۱۸) اهمیت رده‌ها از نظر جایگزینی سکونتگاه‌ها را نشان می‌دهد.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
مرکزی		0.664974	0.251971	0.022084
جنوب غربی		1.000000	0.378919	0.033210
شمال و شمال شرقی		0.252413	0.095644	0.008383
جنوب شرقی		0.472130	0.178899	0.015679
ناحیه غربی		0.249569	0.094566	0.008288

شکل ۱۸: اهمیت رده‌ها از نظر جایگزینی سکونتگاه‌ها

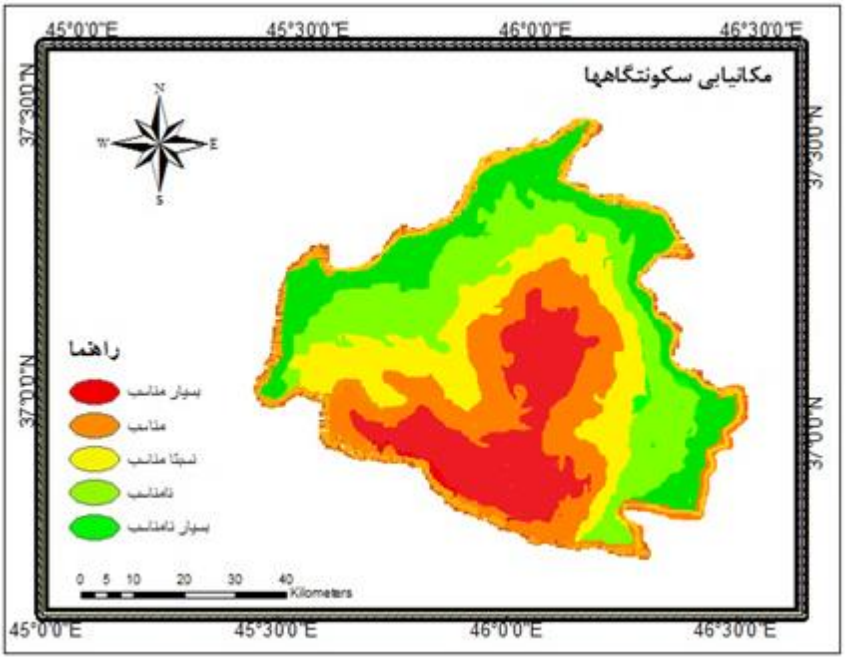
با توجه به ضرایب به دست آمده در جدول ۳ برای هرکدام از فاکتورهای مؤثر در تأمین آب در مدل تحلیل شبکه‌ای، مشخص گردید که بر اساس ضرایب محدود، عامل فاصله از رودخانه، بارندگی و لیتولوژی دارای بیشترین اهمیت و تأثیر می‌باشند. پس از به دست آمدن ضرایب فاکتورهای مؤثر، اقدام به تهیه نقشه مکان‌یابی بر اساس مدل تحلیل شبکه‌ای در محیط ArcGIS گردید. نقشه فوق در پنج کلاس بسیار مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب، بسیار نامناسب طبقه‌بندی شد، شکل (۱۹).

جدول ٤: ضرایب حاصل از فرآیند تحلیل شبکه‌ای

ضرایب	معیارها	علائم اختصاری برای معیارها
۰/۰۷۱۴۳۹	شیب	X_1
۰/۰۸۵۲۱۳	طبقه‌های ارتفاعی	X_2
۰/۰۶۳۳۹۱	کاربری اراضی	X_3
۰/۰۷۸۶۳۰	فاصله از گسل	X_4
۰/۲۸۵۱۸۲	فاصله از رودخانه	X_5
۰/۱۷۵۶۷۱	بارندگی	X_6
۰/۱۱۴۰۱۸	لیتولوژی	X_7
۰/۰۴۸۰۵۲	پوشش گیاهی	X_8

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱۹: نقشه مکان‌یابی سکونتگاه‌های شهری و روستایی به روش تحلیل شبکه‌ای

پس از انجام مکان‌یابی سکونتگاه‌ها درصد مساحت هر کدام از رده‌ها محاسبه شد، جدول (۵) درصد مساحت رده‌ها را در هر کلاس را در منطقه مورد نظر نشان می‌دهد.

جدول ۵: مساحت رده‌ها به درصد

کلاس	مساحت به درصد
بسیار مناسب	۱۷/۱۵
مناسب	۲۰/۴۲
نسبتاً مناسب	۱۸/۰۹
نامناسب	۲۳/۳۷
بسیار نامناسب	۲۰/۹۷

نتیجه‌گیری

با توجه به موضوع و عنوان پژوهش حاضر که بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژیکی مؤثر در تأمین آب و جایگزینی سکونتگاه‌ها در دشت میاندوآب بود روش تحلیل سلسله‌مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل‌شده از اجرای روش تحلیل سلسله‌مراتبی با توجه به نقشه (۱۶)، نشان داد که بهترین مکان‌ها جهت ساخت و ساز

Archive of SID

www.SID.ir

مسکونی مناطق اطراف رودها خصوصاً، زرینه رود و سیمینه رود است. درحالی‌که نواحی کوهستانی در شرق و شمال شرق به دلیل ارتفاعات زیاد همچنین وجود اراضی بد لندی در قسمت‌های شرق منطقه با توجه به ویژگی‌های نامساعد اراضی بد لندی، جهت سکونت و کشاورزی مناسب نمی‌باشند همچنین مناطق اطراف ساحل دریاچه ارومیه به دلیل وجود اراضی شور و نمکی جزء مناطق نامناسب جهت ایجاد سکونتگاه‌ها به شمار می‌آیند. همچنین نتایج حاصل از اجرای روش تحلیل شبکه‌ای نیز با توجه به نقشه (۱۹) مشاهده می‌گردد که نواحی اطراف سیمینه رود و زرینه رود در سطح دشت میاندوآب همچنین مناطق مرکزی دشت با توجه به اینکه از نظر ارتفاعی، شیب و همچنین تأمین آب و به دلیل دوری از مناطق گسلی جهت ساخت و ساز مسکونی مناطق مساعدی جهت سکونت می‌باشند؛ بنابراین نتایج به دست آمده از روش تحلیل شبکه‌ای نتیجه تحلیل سلسله‌مراتبی را تأیید می‌نماید؛ بنابراین با توجه به نتایج حاصل از تفسیر ضرایب در دو روش فوق از بین هشت فاکتور در نظر گرفته شده به‌عنوان معیارهای مؤثر، عامل فاصله از رودخانه، بارندگی، ارتفاع و لیتولوژی به ترتیب دارای بیشترین اهمیت و تأثیر می‌باشند.

Archive of SID

منابع

۱- روستا، زهرا، سید مسعود، منوری، مهدی، درویشی، فاطمه، فلاحتی، مریم، مروتی، (۱۳۹۲): "ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر شیراز و تأثیر شرایط فیزیوگرافیک بر روی روند تغییرات کاربری اراضی "، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی سال ۲۴، شماره ۱، صص ۲۰۰-۱۸۳,

۲- سرور، رحیم؛ (۱۳۸۳): "استفاده از روش AHP در مکان‌یابی جغرافیایی مطالعه موردی: مکان‌یابی جهت توسعه آتی شهر میاندوآب "، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹، صص ۳۸-۱۹,

۳- شاهرخ وندی، سید منصور،) ۱۳۷۶): هیدروژئومورفولوژی حوضه کهمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

۴- عطایی مقصود بیگی، خدیجه، (۱۳۷۸): هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز قره آقاج، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

۵- فرجی سبکبار، حسنعلی، سلمانی، محمد. فریدونی، فاطمه. کریم زاده، حسین. حیمی، حسن، (۱۳۸۹): مکان‌یابی محل دفن بهداشتی زباله روستایی با استفاده از مدل فرایند شبکه‌ای تحلیل (ANP)، مطالعه موردی نواحی روستایی شهرستان قوچان. فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، شماره ۱، بهار، صص ۱- ۲۳,

۶- فرجی سبکبار، حسنعلی، حسین، نصیری، محمد، حمزه، سمیه، طالبی، یوسف، رفیعی؛ (۱۳۹۰): "تعیین عرصه‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی بر پایهٔ تلفیق روش‌های ANP و مقایسه زوجی در محیط GIS، مطالعه موردی دشت گر بایگان فسا" ، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۴۴، صص ۱۶۶-۱۴۳,

۷- مجرد، فیروز، سمیه، حسینی فر؛ (۱۳۹۱):"مکان‌یابی نواحی مساعد برای توسعه فیزیکی کلان‌شهر تهران بر مبنای عناصر اقلیمی و عوامل جغرافیایی "، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی سال ۲۳، شماره ۳، صص ۴۲-۲۳,

www.SID.ir

۸- مفید فر، مهدی، مهدی، اصلاح، علی، حسن‌آبادی، (۱۳۹۴): "مقایسه مدل‌های تصمیم‌گیری تاپسیس و تحلیل سلسله‌مراتبی در پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی حوضه دشت یزد- اردکان در محیط GIS"، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۶، شماره ۱، صص ۱۵۶-,۱۴۷

۹- نوجوان، محمدرضا، علی‌اکبر، جمالی، زهرا، ناظری؛ (۱۳۹۴): "برهان خلف: مکان گزینی سدهای زیرزمینی" ، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی" ، سال ۲۶، شماره ۱، صص ۶۶-,۵۳

۱۰- قنواتی، عزت ا... ، ۱۳۸۲، مدل ژئومرفولوژیکی سیلاب در حوضه گاماسیاب، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۲، ص ۱۷۴-,۱۸۲

۱۱- محمدی لرد، عبدالحمید، ۱۳۸۸، فرآیندهای تحلیل شبکه‌ای در (ANP) و سلسله‌مراتبی، نشر تهران البرز فردانش، سال ۱۳۸۸.

12- Bizzi, Simone, (2012): Characterizing Physical Habitats in River Using Map- Derived Drivers of Fluvial Geomorphic Processes, Geomorphology, 169.64-

13- Chaterji, P.C. Surendra, (1978): The Central Luni Basin Hydro Geomorphology, Geoform, 9.211-224.

14- Ercan, Sami, (2006): The Analytical Hierarchy & The Analytical Network Processes in Multi Criteria Decision Making, Journal Of Aeronautics, Vo. l2, 55 – 65.

15- Howard H Chang, (2008): River Morphology and River Channel Changes, Transactions Of Tianjin University Vol.14 No.4

16- Leal A. Mertes, K. (1995): Spatial Patterns Of Hydrology, Geomorphology, and Vegetation on The Floodplain Of The Amazon River in Brazil From a Remote Sensing Perspective, Geomorphology, 13.215-232.

17- Saaty, T, L. (2001): Decision Making With Dependence and Feedback: The Analytic Network Process.” RWS Publisher, Pittsburgh, PA.

18- Sheroder, (2013): Interactions Among Hydro Geomorphology, Vegetation, And Nutrient Biogeochemistry in Flood Plain Eco System, Eco Geomorphology, 12.303-321.

Archive of SID

www.SID.ir