مکان‌یابی نواحی مناسب برای احداث تالاب‌های مصنوعی شهری با استفاده از منطق فازی (مطالعهٔ موردی: شمال غرب کلان‌شهر تهران)

امیر کرم[1]، عزت‌الله قنواتی[2]، فرزانه درخشان بابائی[3*]

1- استادیار دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
2- دانشیار دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
3- کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

دریافت: 91/10/21 پذیرش: 92/10/16

چکیده

تالاب‌های مصنوعی سیستم‌های مؤثری هستند که برای کنترل، بازیافت و بالا بردن کیفیت آب رواناب‌ها، سیلاب‌ها، پساب‌های زراعی - صنعتی و معادن، کنترل آلودگی، مدیریت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، ایجاد فضای سبز، حمایت از تنوع زیستی و توسعهٔ چشم‌اندازهای اکولوژیکی به‌کار می‌روند. این پژوهش به مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی شهری با به‌کارگیری مدل منطق فازی در شمال غرب تهران پرداخته است. به همین منظور، پس از گردآوری داده‌ها، لایه‌های نقشه‌ای مختلف شامل زمین‌شناسی، ارتفاع، شیب، بارش، دما، عمق آب زیرزمینی، فاصله از تراکم زهکشی و فاصله از شهر در سیستم اطلاعات جغرافیایی تولید شد؛ سپس نقشه‌های مختلف وزنی در قالب عملگرهای **sum** و **product** جهت تهیهٔ نقشهٔ گامای 0/8 و 0/6 تلفیق شد. نتایج بررسی نشان می‌دهد در نقشهٔ گامای 0/6 مناطق با پتانسیل بسیار کم برای احداث تالاب‌های مصنوعی مانند نقشهٔ گامای 0/8 در شمال منطقه قرار دارد و مناطق با پتانسیل بسیار زیاد در نقشهٔ گامای 0/6 نسبت‌به نقشهٔ گامای 0/8 درصد کمتری از مساحت منطقه را شامل می‌شود که در نقشهٔ گامای 0/6، 8 درصد و در نقشهٔ گامای 0/8، 19 درصد از مساحت منطقه دربرمی‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: منطق فازی، مکان‌یابی، تالاب مصنوعی، کلان‌شهر تهران، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

* نویسندهٔ مسئول مقاله: Email: Derakhshan.farzane@yahoo.com

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

1- مقدمه

محیط‌های شهری مهم‌ترین بستر زندگی برای بخش اعظم جمعیت درحال افزایش دنیاست. رشد جمعیت، توسعهٔ شهرنشینی و تغییر در روش و نگرش زندگی مردم مشکلات بسیاری را در شهرهای بزرگ پدید آورده است. بسیاری از این شهرها به‌شدت دچار کمبود آب آشامیدنی، آلودگی منابع آبی، توزیع ناهمگون زمانی و مکانی آب شیرین به‌لحاظ کمّی و کیفی، و نبود سیستم جمع‌آوری و تصفیهٔ فاضلاب هستند. همین امر تأمین آب مطمئن را به یکی از چالش‌های اساسی قرن حاضر تبدیل کرده است. بنابراین، برنامهٔ مصرف آب در آینده به‌گونه‌ای خواهد بود که از آب شیرین فقط برای مصرف شرب استفاده شود و در کارهای دیگر از آب‌های بازیافت و اتلاف‌شده.

یکی از روش‌های تحقق این امر، استفاده از تالاب‌های مصنوعی است که در سال‌های اخیر کاربرد زیادی پیدا کرده است (معاضد و همکاران، 1386: 32). تالاب‌های مصنوعی (شهری) سیستم‌های مؤثری هستند که جهت کنترل، بازیافت و بالا بردن کیفیت آب رواناب‌ها، سیلاب‌ها و پساب‌های زراعی- صنعتی و معادن، کنترل آلودگی، مدیریت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، ایجاد فضای سبز، حمایت از تنوع زیستی و توسعهٔ چشم‌اندازهای اکولوژیکی به‌کار می‌روند. این تالاب‌ها به‌عنوان شیوه‌ای از تیمار آلاینده با هدف کنترل آلودگی و مدیریت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی، در سه دههٔ اخیر در کشورهای پیشرفته رواج روبه‌رشدی داشته است (بدری فریمان و همکاران، 1388: 21). تالاب‌های مصنوعی جایگزینی عملی برای تیمار شیمیایی فاضلاب است که دارای منافع زیادی ازجمله ساختار ساده، مصرف انرژی کم، هزینه‌های راه‌اندازی و نگهداری پایین، مهارت‌های اندک مورد نیاز و عملکرد آسان با رفع مؤثر آلودگی هستند (Gemitzi Et al., 2006: 152). به‌طور کلی، تالاب‌های مصنوعی کارکردها و فواید بسیاری دارند؛ ازجمله آثار اقلیمی بر نواحی مجاور، جلوگیری از فرسایش خاک (منوری، 1369: 56)، تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی، منبع تولید فراورده‌های طبیعی (درونی و بیرونی)، تنوع زیستی، اهمیت اجتماعی- فرهنگی و زیبایی‌شناسی (مجنونیان، 1377: 43)، مهار سیلاب‌ها (میرزاده، 1387: 8)، تصفیهٔ فاضلاب‌های شهری و صنعتی و کمک به رشد و توسعهٔ اقتصادی (قائمی و کریمی، 1388: 6). ازاین‌رو، آگاهی از توانایی این سیستم‌های تصفیه در

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

کشورهای درحال توسعه و به‌ویژه در کشورهای خاورمیانه که هم اکنون با بحران کم‌آبی روبه‌رویند، بسیار مهم است (معاضد و همکاران، 1386: 33).

براساس مطالعات سازمان هواشناسی، ایران، یکی از کشورهای حوزهٔ خاورمیانه، سرزمین خشکی است که نزولات جوی آن از یک‌سوم نزولات جهان کمتر است و درحال حاضر در تنش بی‌آبی به‌سر می‌برد و هر ساله بر شدت آن افزوده می‌شود (قائمی و کریمی، 1388: 4). کلان‌شهر تهران، پایتخت ایران، نیز با موقعیت خاص جغرافیایی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی‌اش؛ دارای مهاجرپذیری فراوان، تراکم بسیار زیاد جمعیت، ترافیک سنگین، آلودگی شدید هوا و کمبود فضاهای خدماتی- تفریحی و فراغتی است که این امر موجب شدت فشار بر محیط زیست و درنتیجه بروز انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش فضاهای طبیعی و درپی آن افزایش نیاز شهروندان تهرانی به محیط زیستی سالم شده است. رشد روزافزون جمعیت شهر تهران و بالا رفتن مصرف سرانهٔ آب موجب انتقال مقادیر زیادی آب از منابع اطراف به داخل شهر و تبدیل آن به فاضلاب می‌شود که از یک‌سو بسیاری از این فاضلاب‌های شهری به‌صورت غیراصولی و بدون توجه به امکان بازیافت، از دسترس خارج می‌شوند و از سوی دیگر در نواحی وسیعی از شهر به‌علت غیر قابل نفوذ بودن زمین، چاه‌های جذبی کاربرد ندارند و فاضلاب به مجاری قنوات قدیمی یا به نهرها و جوی‌های جاری در خیابان‌های شهر تخلیه می‌شود که وضعیت بحرانی‌ای برای محیط زیست ایجاد کرده است (انجمن تخصصی محیط زیست، 1389). همچنین در حال حاضر، آب‌های سطحی ناشی از بارندگی در غرب تهران که به‌صورت فصلی و گه‌گاه سیلابی توسط مسیل‌های مختلف جمع شده، به رودخانهٔ کن سرازیر می‌شوند، درعمل استفاد نمی‌شوند و همین امر باعث هدر رفتن مقادیر زیادی از آب‌های سطحی می‌شود. بنابراین تالاب‌های مصنوعی به‌لحاظ کارکردهای زیست‌محیطی، اقلیمی و تفریحی می‌توانند بخش زیادی از نیازهای یادشده را در کلان‌شهر تهران برآورده کنند و همچنین بخشی از مشکلات مرتبط با فاضلاب‌ها و سیلاب‌های دوره‌ای تهران را می‌توان با کنترل و هدایت آن‌ها به داخل این تالاب‌ها برطرف کرد. ازآنجا که تالاب‌های مصنوعی کارکردهای مفید و فراوانی در ابعاد مختلف برای شهرها دارند و با توجه به اینکه دربارهٔ تالاب‌های مصنوعی در ایران تحقیقات خاصی انجام نشده، لازم است به‌شکلی جدی و گسترده به این موضوع مهم

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

پرداخته شود. هدف این نوشتار نیز بررسی این مسئله در قالب مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی شهری در شمال غرب تهران با استفاده از روش منطق فازی است.

بررسی تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد باوجود اهمیت موضوع، به‌دلیل تازگی آن جز چند نمونه مطالعهٔ موردی، پژوهش‌های زیادی درزمینهٔ تالاب‌های مصنوعی صورت نگرفته است. اولین مطالعات دربارهٔ تالاب‌های مصنوعی در دپارتمان کشاورزی ایالات متحدهٔ آمریکا[1] (1982) انجام شده که در آن تالاب‌های مصنوعی و شرایط لازم برای ساختن آن‌ها بررسی شده است. فری‌مس و باس[2] (1994) به مطالعه دربارهٔ یک تالاب مصنوعی در منطقهٔ مسکونی ادمند اوکلاهاما[3] در هند به‌منظور بررسی تغییرات ماهیانهٔ ویژگی‌های شیمیایی آب و تغییرات فصلی جمعیت لاروهای موجود پرداخته‌اند. دالو و ندامبا[4] (2003) در تحقیقی سه‌ساله در دو ناحیهٔ شهری زیمباوه، بهبود مدیریت محیط زیست از طریق توسعه و تسهیل استفاده از تالاب‌های تثبیت فاضلاب را بررسی کردند. گلد هیل و همکاران[5] (2004) در بررسی ده تالاب در نواحی شهری مرسی‌ساید[6] انگلستان، تنوع بی‌مهرگان، گیاهان و دوزیستان را ارزیابی کردند. گمیتزی و همکاران[7] (2006) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به مکان‌یابی تالاب‌های تثبیتی به‌نام Sp[8] جهت مهار فاضلاب‌های خانگی در شمال شرق یونان پرداختند. زائو و همکاران[9] (2008) به‌کمک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، مکان‌یابی نواحی مناسب و نامناسب برای مهار گیاهان فاضلابی و آبریزهای فاضلابی را در شهر گوانگچو[10] چین بررسی کردند. مطالعات بویتایلر و همکاران[11] (2009) اهمیت و کارکرد تالاب‌ها و چگونگی کنترل فاضلاب‌ها را با این سیستم‌ها نمایان می‌کند.

1. United States Department of Agriculture
2. Freimuth & Bass
3. Edmond Oklahoma
4. Dalu & Ndamba
5. Gledhill Et al.
6. Merseyside
7. Gemitzi Et al.
8. stabilization pond
9. Zhao Et al.
10. Guangzhou
11. Boutilier Et al.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

بااینکه ایران در اولین اقدامات جهانی دربارهٔ حفاظت تالاب‌ها با تشکیل کنوانسیون رامسر در بهمن ماه سال 1349پیش‌قدم بود (صادقی‌زادگان، 1382: 18)، تالاب‌های مصنوعی در ایران موضوعی تازه به‌شمار می‌آید و در این زمینه پژوهش‌های اندکی انجام شده است. معاضد و همکاران (1386)، بهباش و همکاران (1387)، بدری فریمان و همکاران (1388)، و شریفی و چهاردولی (1389) هریک در مقاله‌ای توصیفی تالاب‌ها را تعریف کرده و الگوها و دستورالعمل‌های مناسب برای ساختن آن‌ها، کارکرد تالاب‌ها، محاسن و معایبشان، بازده آن‌ها در حذف آلودگی‌ها از آب و نیز مدیریت و نگهداری از آن‌ها را توضیح داده‌اند.

2- معرفی محدودهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه قسمتی از شمال غرب کلان‌شهر تهران است که بخشی از کوهپایه‌های رشته‌کوه البرز مرکزی و دشت تهران را دربرمی‌گیرد. این محدوده در حد فاصل 50 درجه و 36 دقیقه تا 51 درجه و 53 دقیقه طول شرقی و 35 درجه و 35 دقیقه تا 36 درجه و 15دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. حد شرقی منطقهٔ مورد مطالعه را به‌ترتیب از شمال به جنوب بزرگراه چمران، بزرگراه توحید و بزرگراه نواب صفوی دربرمی‌گیرد و مناطق 2، 10 و 17 شهری نیز در قسمت شرقی آن قرار گرفته است. در حد غربی محدودهٔ مورد مطالعه اتوبان تهران- کرج و جادهٔ مخصوص کرج قرار دارد و منطقهٔ 21 و قسمت‌هایی از منطقهٔ 22 شهری در این قسمت از محدودهٔ مورد مطالعه واقع شده است. در حد جنوبی این محدوده، بزرگراه آزادگان و جادهٔ ساوه واقع شده و منطقهٔ 18 شهری تهران را نیز دربرمی‌گیرد. در قسمت‌های شمالی نیز منطقهٔ 5 و قسمت‌هایی از منطقهٔ 22 شهری تهران واقع شده که این مناطق در بستر کوهپایه‌های البرز جای گرفته‌اند. در قسمت‌های مرکزی محدوده نیز منطقهٔ 9 شهری تهران قرار دارد.

منطقهٔ مورد بررسی با مساحتی حدود 850کیلومتر مربع دارای حداقل ارتفاع 1100متر و حداکثر ارتفاع 3500متر از سطح دریاست. میزان بارش سالیانه در این منطقه از حدود حداقل 232میلی‌متر در نواحی کم‌ارتفاع تا حدود 900میلی‌متر در نواحی مرتفع در نوسان است. به‌طور کلی، رژیم بارندگی منطقه از رژیم مدیترانه‌ای پیروی می‌کند؛ یعنی منطقه دارای یک فصل مرطوب (از اواسط پاییز تا اواسط بهار) و یک فصل خشک (از اواسط بهار تا اواسط پاییز)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

است. در بررسی آماری محدودهٔ مطالعاتی مشخص شد که منطقه دارای ماکزیمم زمستانه (ماه‌های دی، بهمن و اسفند) است که این سه ماه به‌اضافهٔ ماه آذر به‌تنهایی 63 درصد بارش‌های سالیانه را به خود اختصاص می‌دهد. این زمان مصادف با اوج فعالیت سیستم‌های غربی (مدیترانه‌ای) و جنوب غربی (سودان، دریای سرخ، عربستان و خلیج فارس) در منطقه است (صفاری، 1387: 120).

ازنظر زمین‌شناسی، منطقهٔ مورد مطالعه از نهشته‌های دورهٔ ائوسن و جوان‌تر تشکیل شده است. قسمت شمالی منطقه از نهشته‌های دورهٔ ائوسن و قسمت جنوبی منطقه از نهشته‌های پلیئستوسن تشکیل شده است. کهن ترین سازند برون‌زدیافته در منطقه، سنگ‌های ولکانیکی، آذرآواری و رسوبی ائوسن است که در سطح وسیعی در بخش‌های کوهستانی برون‌زد دارند. سازندهای زمین‌شناسی در این منطقه از قدیم به جدید شامل سازند فجن، سازند کرج، سازند هزاردره، سازند کهریزک، سازند آبرفتی تهران و سازند آبرفتی عهد حاضر است (جباری، 1382: 58). در محدودهٔ مورد مطالعه، سه تیپ اصلی واحد ارضی شامل کوهستان، تپه و دشت وجود دارد. ازنظر کاربری زمین، قسمت‌های شمالی، شمال غرب و غرب منطقهٔ مورد مطالعه که شامل ارتفاعات و دامنه‌ها هستند، اغلب از جنگل (طبیعی و مصنوعی) و مراتع و در حاشیهٔ دره‌ها از پوشش باغی و زراعت آبی پوشیده شده‌اند. البته در بخش‌هایی از دامنه‌ها، زمین‌های بایر نیز وجود دارد که بخش‌های زیادی از آن‌ها نیز تغییر کاربری یافته و به زمین‌های زراعی دیم و سکونتگاه‌های شهری تبدیل شده است. در شرق محدودهٔ مورد مطالعه، اغلب بافت شهری و در قسمت‌های جنوبی نیز- که منطبق بر بخش‌های مسطح و هموار دشت است- اغلب بافت شهری به‌همراه زراعت آبی و صیفی‌کاری حاکم است. به‌طور کلی، علل انتخاب شمال غرب تهران به‌عنوان منطقهٔ مورد مطالعه برای مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی شهری به این شرح است:

- شمال غرب تهران در مسیر بادهای غربی و شمال غربی قرار دارد که همین امر عامل مؤثری در انتقال تلطیف هوای ناشی از احداث تالاب مصنوعی است.

- به‌علت قرار گرفتن منطقهٔ مطالعه در قسمت پایین ارتفاعات البرز و همچنین به‌سبب وجود رودخانهٔ کن، آب مورد نیاز برای احداث تالاب مصنوعی به‌آسانی تأمین می‌شود.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

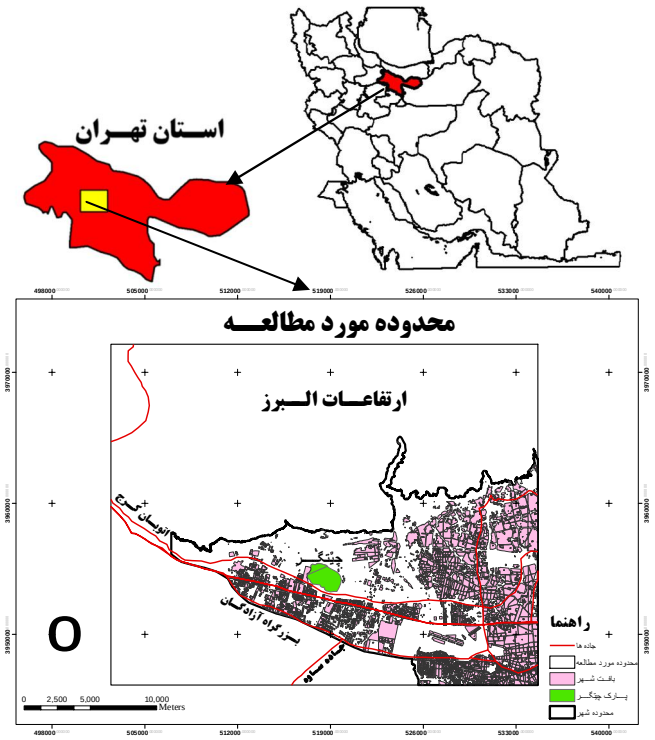
- پارک جنگلی چیتگر در غرب تهران قرار دارد و احداث تالاب مصنوعی می‌تواند مکمل آثار مطلوب پارک چیتگر باشد.

- شمال غرب تهران منطقه‌ای درحال توسعه و ساخت‌وساز شهری است که وجود تالاب مصنوعی و آثار مطلوب آن می‌تواند عاملی برای انتقال جمعیت از مرکز شهر به این منطقه باشد.

- در منطقهٔ مطالعه فضاهای باز و بکر بسیاری وجود دارد که شهرداری به‌آسانی می‌تواند تملک آن‌ها را برای احداث تالاب‌های مصنوعی به‌دست آورد.

- به‌دلیل وفور آب‌های سطحی ناشی از بارندگی در شمال غرب تهران، امکان کاهش خطرهای ناشی از سیل از طریق هدایت رواناب‌های سطحی به تالاب مصنوعی فراهم می‌شود.

در شکل شمارهٔ یک موقعیت محدودهٔ مطالعه مشاهده می‌شود.



شکل 1 موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

3- مواد و روش‌ها

با توجه به آنچه در منابع مکتوب دربارهٔ تالاب‌های مصنوعی آمده، از متغیرهای مختلفی برای مکان‌یابی این تالاب‌ها استفاده شده است؛ ازجمله توپوگرافی، لندیوز، سازندهای زمین‌شناسی، فاصله از شبکهٔ زهکشی، فاصله از سکونتگاه‌های انسانی، فاصله از نواحی محافظت‌شدهٔ زیست‌محیطی، درجهٔ حرارت (Gemitzi Et al., 2007)، لندفرم، زهکشی، شیب، فاصله از تالاب‌ها، فاصله از سکونتگاه‌های حیات وحش، کیفیت آب (Zhao Et al., 2008). در این تحقیق نیز با توجه به موضوع آن که مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی شهری است، براساس منابع مکتوب و نظر کارشناسی و با درنظر گرفتن امکانات و اطلاعات موجود، از هشت معیار: فاصله از شبکهٔ زهکشی، فاصله از شهر، عمق آب زیرزمینی، دما، بارش، شیب، مدل رقومی ارتفاع و لیتولوژی استفاده شده است. روش تحقیق نیز منطق فازی و عملگرهای Sum، Product و Gamma است. از علل به‌کارگیری روش منطق فازی در این پژوهش می‌توان به تازگی این روش اشاره کرد؛ همچنین تاکنون از منطق فازی درزمینهٔ تالاب‌های مصنوعی استفاده نشده است. بررسی کاربرد روش منطق فازی گویای کارآیی و توانمندی این روش در پیش‌بینی و مکان‌یابی در حوزه‌های مختلف است.

داده‌های تحقیق از منابع کتابخانه‌ای، نقشه‌های پایه، تصویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی گردآوری شد؛ سپس تمام داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد، و در نرم‌افزار Arc Gis نسخهٔ 9/3 ویرایش و بازساخت شد. سیستم تصویر UTM برای همهٔ نقشه‌ها انتخاب و نقشه‌های رستری با پیکسل 20×20 متر ساخته شد. درادامه، آماده‌سازی نقشه‌های فاکتور به‌تفکیک هریک از لایه‌ها شرح داده می‌شود.

- مدل رقومی ارتفاع: ارتفاع از عواملی است که در پایداری سطوح تأثیر چشمگیری دارد؛ به‌طوری که در سال‌های اخیر مدل رقومی ارتفاع (DEM)[1] در تحلیل و استخراج ویژگی‌های فیزیوگرافی زمین نقش مهمی داشته است. در این تحقیق، مدل رقومی ارتفاعی با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی 1:50000 در محیط Arc Gis تهیه شده است. ازنظر

1. Digital Elevation Model

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

ارتفاعی، حداقل ارتفاع 1100متر در جنوب حوضه و حداکثر آن 3500متر در شمال حوضه است (شکل2- الف).

- فاصله از شبکهٔ زهکشی: یکی از مسائلی که شهرها به‌ویژه شهرهای همجوار با ارتفاعات و سطوح ناهموار با آن روبه‌رویند، بلایای طبیعی ناشی از طغیان رودخانه‌ها و پیامدهای بد زیست‌محیطی ناشی از آلودگی آب رودخانه‌هاست. این موضوع در کنار جمع‌آوری و هدایت سیستماتیک آب‌های سطحی و سیلاب‌های شهری از مسائلی است که باید در کنار فعالیت‌های عمرانی و شهرسازی مورد توجه قرار گیرد. برای بررسی تأثیر آبراهه‌ها در مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی، لایهٔ فاصله از تراکم زهکشی با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی 1:50000منطقه تهیه شد که اعداد در این نقشه دارای دامنه‌ای از صفر تا 7414متر است (شکل 2- ب).

- عمق آب زیرزمینی: از مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی، عمق آب زیرزمینی به‌دلیل تأمین بخشی از آب مورد نیاز تالاب است. برای تهیهٔ این لایه، اطلاعات عمق آب چاه‌های منطقه به‌صورت فایل نقطه‌ای از وزارت نیرو تهیه شد؛ سپس از این اطلاعات در نرم‌افزار Arc Gis با استفاده از دستور درون‌یابی[1] جهت تهیهٔ لایهٔ عمق آب زیرزمینی استفاده شد. در این نقشه، اعداد دامنه‌ای از 42 تا 118 متر دارد (شکل2- پ).

- شیب: شیب تأثیر بسیاری در واکنش‌های هیدرولوژیک دارد؛ بنابراین حجم سیلاب‌ها و جریان‌های سطحی در حوضهٔ زهکشی به شیب حوضه بستگی دارد. نقشهٔ شیب منطقه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (Dem) تهیه شد. حداقل شیب در این منطقه معادل صفر و حداکثر آن در ارتفاعات 164درجه است (شکل2- ث).

- درجهٔ حرارت: شرایط بهینهٔ اقلیمی در مکان‌یابی اهمیت خاصی دارد. دما یکی از عوامل مؤثر در ایجاد شرایط اقلیمی بهینه است. برای تهیهٔ نقشهٔ دمای سالیانه، ابتدا میانگین دمای سالیانه در پنج ایستگاه برگزیده (آبعلی، تجریش، مهرآباد، چیتگر و کرج) محاسبه و سپس بین مقدار دمای سالیانه و ارتفاع ایستگاه‌ها رابطهٔ رگرسیونی برقرار شد. با

1. inter polate

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

توجه به این رابطه، نقشهٔ دمای سالیانهٔ منطقهٔ مطالعه در نرم‌افزار Arc Gis تهیه شد (شکل2- د).

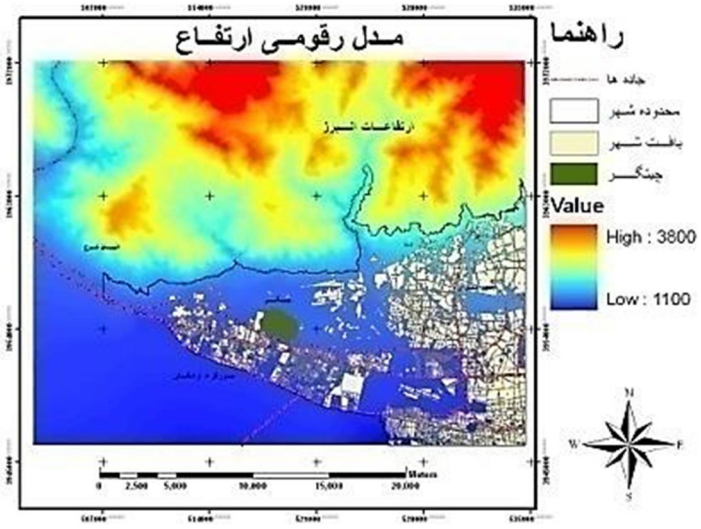
- بارش سالیانه: توزیع میانگین بارندگی عامل مطمئنی برای تعیین محل احتمالی تالاب است؛ بنابراین جهت تهیه نقشهٔ بارندگی منطقهٔ مطالعه، ابتدا میانگین بارندگی سالیانه در هریک از ایستگاه‌های برگزیده (آبعلی، تجریش، مهرآباد، چیتگر و کرج) محاسبه و سپس بین مقدار بارندگی سالیانه و ارتفاع ایستگاه‌های نام‌برده رابطهٔ رگرسیونی برقرار شد. درنهایت، با توجه به این رابطه، نقشهٔ بارش در نرم‌افزار Arc Gis تهیه شد که دامنهٔ ارقام آن بین 232 تا 870میلی‌متر است (شکل2- ذ).

- فاصله از شهر: مسافت تالاب مصنوعی از شهر از مسائل درخور توجه است. تالاب‌ها برای عملکرد بهینه باید درون شهر یا حاشیهٔ نزدیک آن ساخته شوند؛ بنابراین یکی دیگر از معیارهای مورد استفاده در این پژوهش، فاصله از شهر است که نقشهٔ آن از عکس هوایی استخراج شد؛ سپس با استفاده از تابع فاصله در نرم‌افزار Arc Gis تهیه شد که دامنهٔ ارقام آن بین صفر تا 15149متر است (شکل 2- ج).

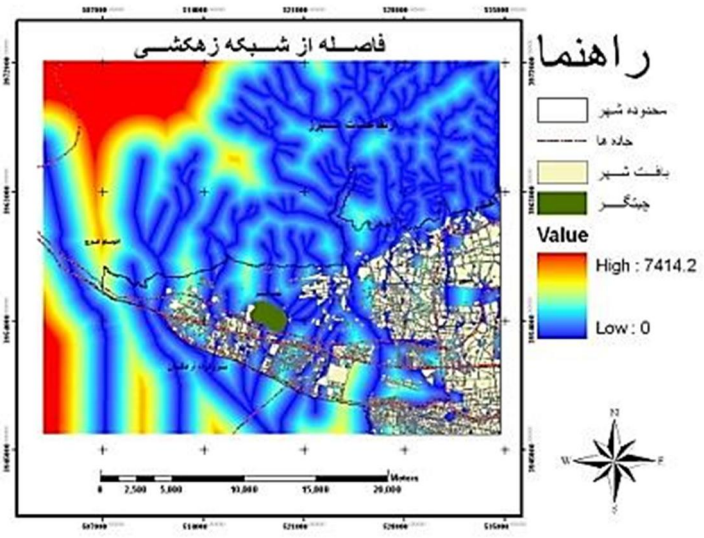
- سنگ‌شناسی: بین پدیده‌های ژئومورفولوژیکی و شرایط زمین‌شناسی هر منطقه ارتباط مستقیمی وجود دارد. به‌طور کلی، شناخت شرایط زمین‌شناسی در مطالعات مکان‌یابی و توسعهٔ شهرها به سه منظور صورت می‌گیرد: 1- شناخت مقاومت و پایداری زمین؛ 2- شناخت فعالیت‌های تکتونیکی و سابقهٔ لرزه‌زایی؛ 3- بررسی امکانات اقتصادی (اصغری مقدم، 1378: 89).

بنابراین، مکانی که تالاب در آن احداث می‌شود، ممکن است ازنظر زمین‌شناسی محدودیت‌هایی داشته باشد و روند توسعهٔ فیزیکی تالاب را با دشواری‌هایی مواجه کند. نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه نیز برگرفته از نقشهٔ زمین‌شناسی 1:100000 تهران است که برای شناسایی ساختمان زمین‌شناسی منطقه، رقومی و تهیه شده است (شکل 2- خ). شکل شمارهٔ دو نقشهٔ متغیرهای مورد استفاده را نشان می‌دهد. پس از تهیهٔ نقشه متغیرهای مورد نظر، در مرحلهٔ بعد نقشه‌های فاکتور فازی به‌منظور وزن‌دهی به لایه‌ها تهیه شد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

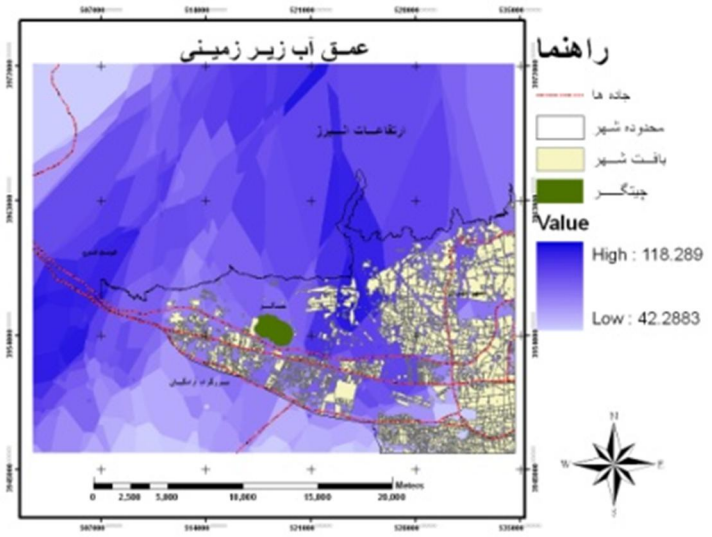


الف

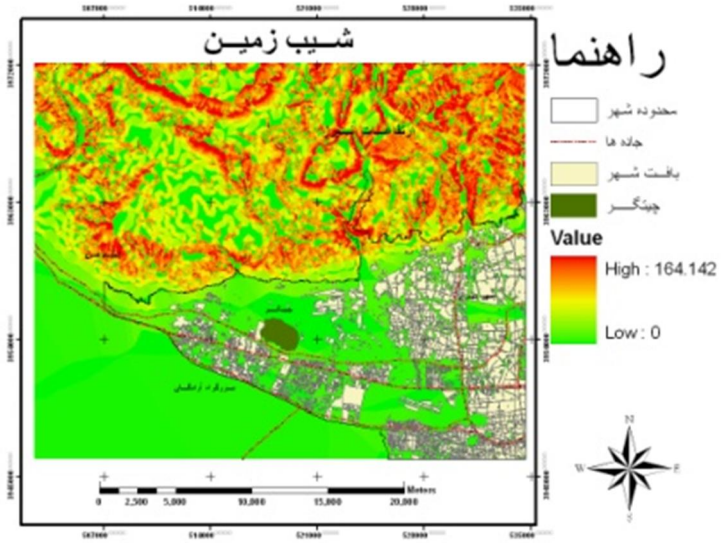


ب

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

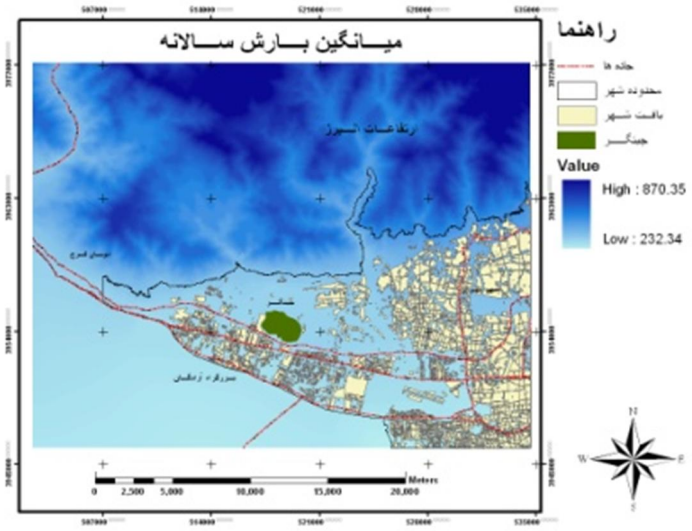


ج

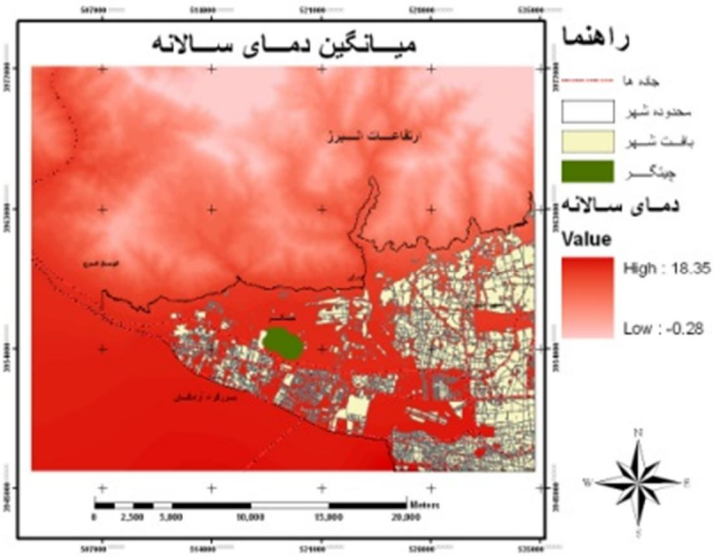


د

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

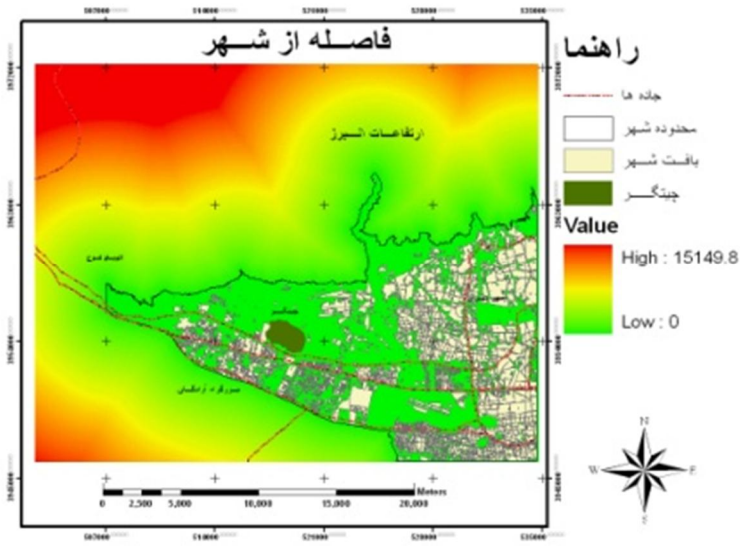


هـ

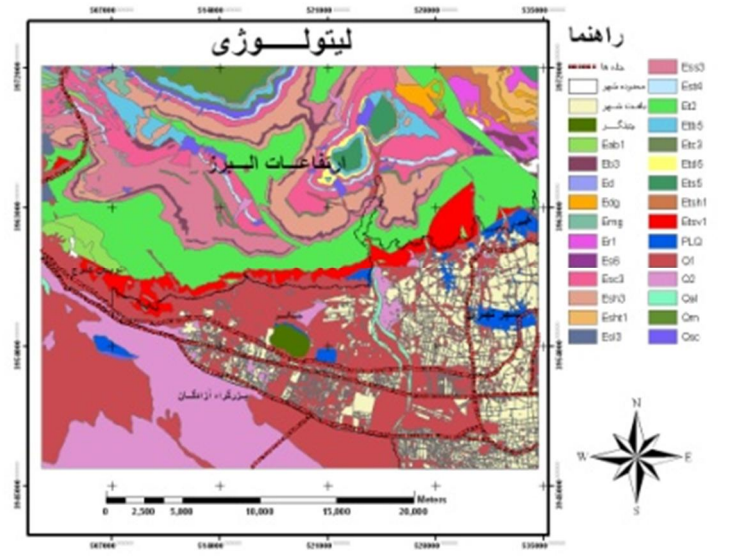


و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]



ز



ک

شکل 2 نقشه‌ها و متغیرهای مورد استفاده برای مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

4- منطق فازی

در *فرهنگ لغت آکسفورد* در معنای واژهٔ فاز «مبهم، گنگ، نادقیق، مغشوش، درهم و نامشخص» نوشته شده است (تشنه‌لب و صفارپور، 1378: 168). نظریهٔ مجموعه‌های فازی را پرفسور لطفی‌زاده، دانشمند ایرانی‌تبار و استاد دانشگاه برکلی آمریکا، در سال 1965م با انتشار مقالهٔ «مجموعه‌های فازی» مطرح کرد. مجموعهٔ فازی نامی رسمی در علوم دارد که عبارت است از: حالت چندارزشی؛ به این معنا که در پاسخ به هر سؤال سه انتخاب یا بیشتر وجود دارد و شاید طیف نامحدودی از انتخاب‌ها به‌جای دو انتخاب نهایی وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، به‌جای حالت دودویی یا باینری از حالت آنالوگ استفاده می‌شود (غفاری و همکاران، 1386: 41). نظریهٔ مجموعه‌های فازی بر منطق فازی استوار بوده و اساساً به‌منظور اقدام در شرایط ابهام مطرح شده است. هر فردی هم‌زمان در مجموعه‌های مختلف، اما با درجات متفاوت عضویت دارد. درجات عضویت مقادیر بین صفر و یک و نیز خود این دو حد را می‌پذیرد (Van Alphen & Stoorvogel, 2000: 1709). یک مجموعهٔ فازی با تابع عضویتی بیان می‌شود. این تابع عضویت که آن را به‌صورت μ_C نشان می‌دهند، درجهٔ تعلق اعضای مجموعه را با یک عدد حقیقی بین صفر و یک نمودار می‌کند. مقدار یک عضویت کامل در مجموعه، و مقدار صفر عدم عضویت کامل عنصر در مجموعه را ارائه می‌کند (بیاتانی، 1387: 163). بنابراین، منطق فازی فناوری جدیدی است که شیوه‌های مرسوم برای طراحی و مدل‌سازی یک سیستم را- که نیازمند ریاضیات پیشرفته و به‌نسبت پیچیده است- با استفاده از مقادیر و شرایط زبانی یا به‌عبارتی، دانش فرد خبره و با هدف ساده‌سازی و کارآمدتر شدن طراحی سیستم جایگزین یا تا حد زیادی تکمیل می‌کند (سلامی، 1389: 16). نظریهٔ فازی از زمان ابداع تا کنون به‌طور روزافزونی در حال گسترش بوده است. این نظریه در الگو کردن پدیده‌های فیزیکی، نقشه‌برداری و طبقه‌بندی به‌طور گسترده استفاده شده است (رستمی، 1387: 20؛ خسروی، 1382: 23؛ اشقلی فراهانی، 1380: 43). برای اجرای تکنیک فازی به عملگرهایی نظیر OR (اجتماع)، AND (اشتراک)، Product (ضرب جبری)، Sum (جمع جبری) و Gamma نیاز است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

4-1- فازی‌سازی لایه‌ها با استفاده از توابع فازی

برای تهیهٔ نقشه‌های فاکتور فازی در این تحقیق، پس از تعریف توابع عضویت خطی، توجه به اثر مثبت یا منفی هر پارامتر و درنظر گرفتن معیارها و ضوابط ارائه‌شده، دستورهایی در نرم‌افزار Arc Gis و با استفاده از Extension مربوط به Calculator Raster اجرا شد. درنهایت، خروجی هر مرحله لایهٔ رستری است که برای هر لایهٔ اطلاعاتی براساس طبقه‌بندی و ضوابط تعریف‌شده، ارزش‌هایی بین صفر و یک درنظر گرفته شد. این توابع عبارت‌اند از:

تابع عضویت فازی صعودی: درصورت به‌کارگیری این تابع، هرچه مقدار معیار بالاتر باشد، امتیاز داده‌شده به یک نزدیک می‌شود. برای استاندارد کردن لایه‌ها به این روش، از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود که Xi لایهٔ مورد مطالعه، Xmin حداقل ارزش موجود در لایه و Xmax حداکثر ارزش در لایه است.

$$Zi = \frac{Xi - Xmin}{Xmax - Xmin}$$ رابطهٔ 1

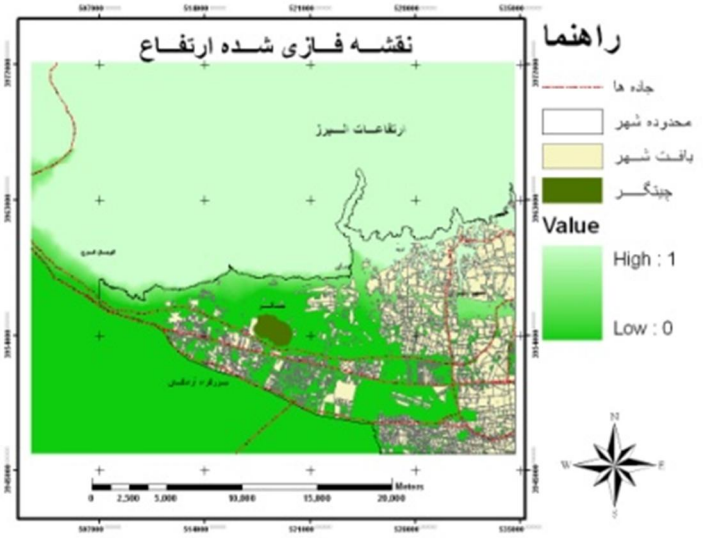
تابع عضویت فازی نزولی: در این روش مقادیر با ارزش پایین‌تر امتیاز بالاتری می‌گیرند. برای استاندارد کردن لایه‌ها به این روش از رابطهٔ زیر استفاده شد.

$$Zi = \frac{Xi - Xmax}{Xmax - Xmin}$$ رابطهٔ 2

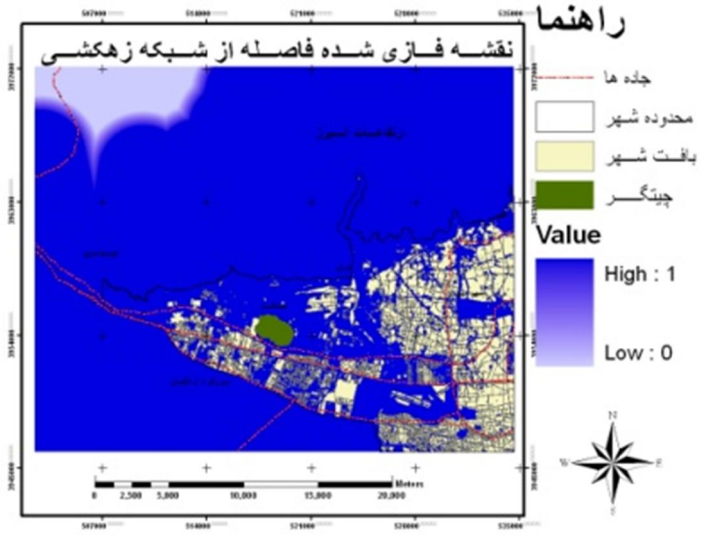
البته، برای لایه‌های مورد استفاده در این مطالعه، در اکثر موارد از تلفیقی از این دو روش و نظر کارشناسان استفاده شد.

شکل‌های شمارهٔ دو تا ده نقشه‌های فازی‌شده متغیرهای مؤثر در مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی را نشان می‌دهند. پس از ساختن نقشه‌های فازی و عضویت دادن به تک‌تک لایه‌ها، برای رسیدن به مدل نهایی Gamma، عملگرهای Sum و Product به‌کار گرفته شد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

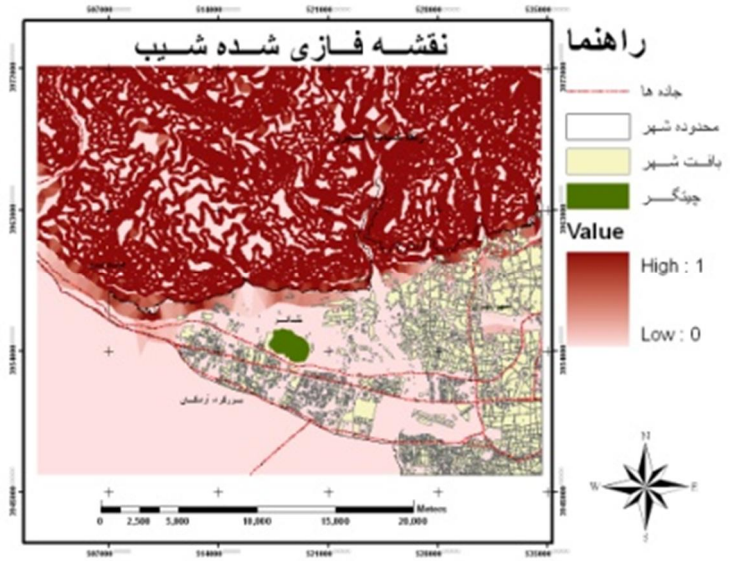


شکل 3 نقشهٔ فازی‌شدهٔ ارتفاع

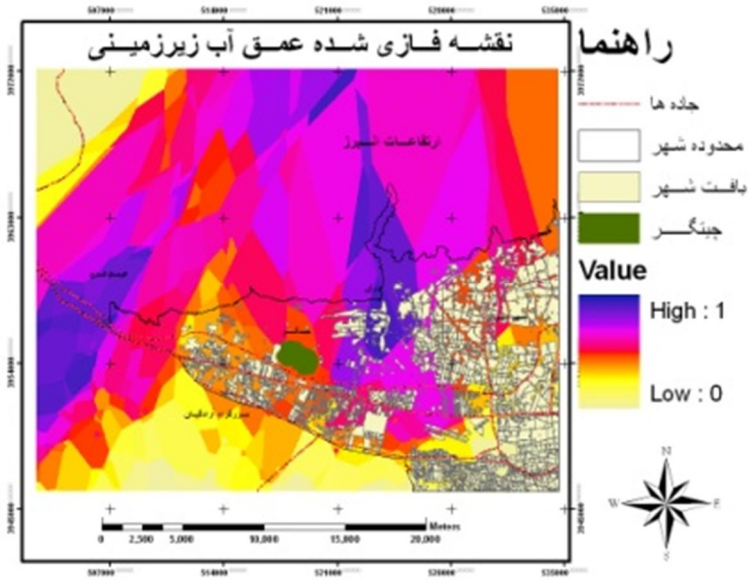


شکل 4 نقشهٔ فازی‌شدهٔ فاصله از شبکهٔ زهکشی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

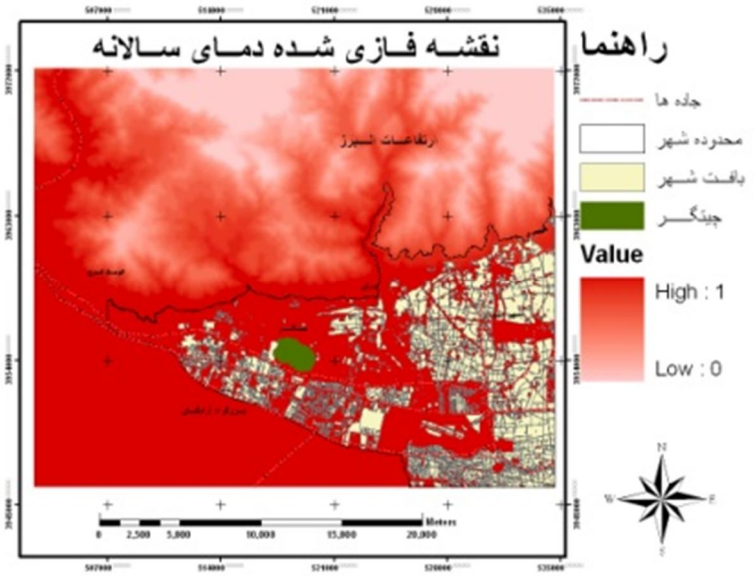


شکل 5 نقشهٔ فازی‌شدهٔ عمق آب زیرزمینی

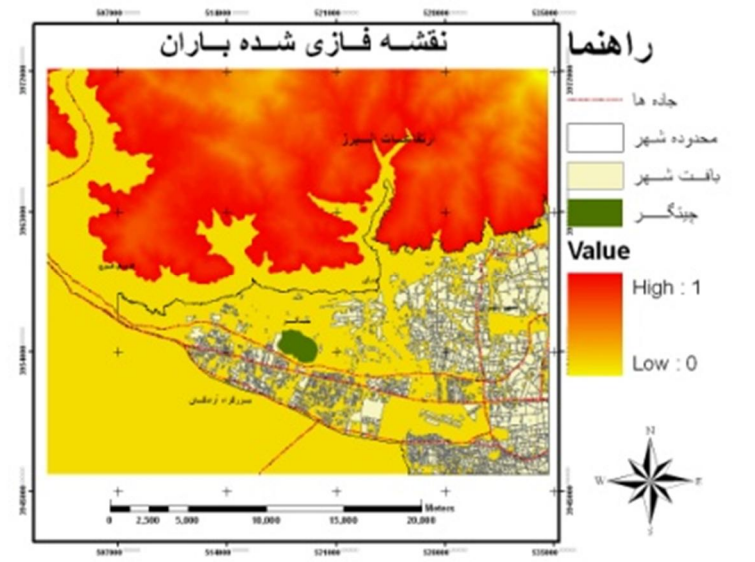


شکل 6 نقشهٔ فازی‌شدهٔ شیب

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

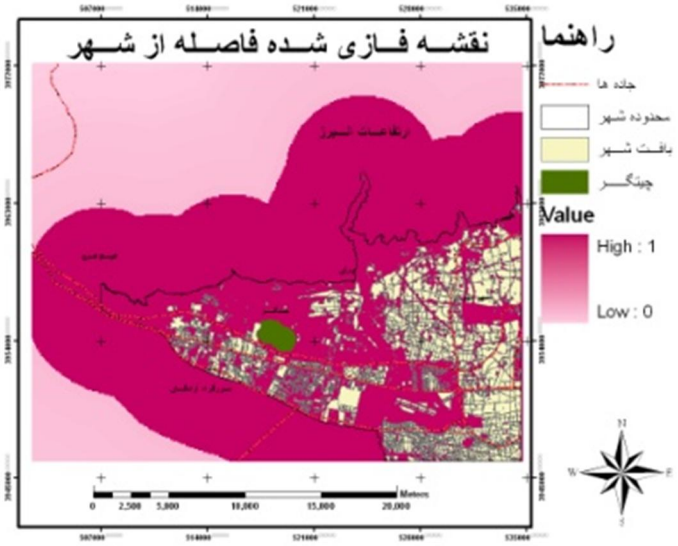


شکل 7 نقشهٔ فازی‌شدهٔ دمای سالیانه

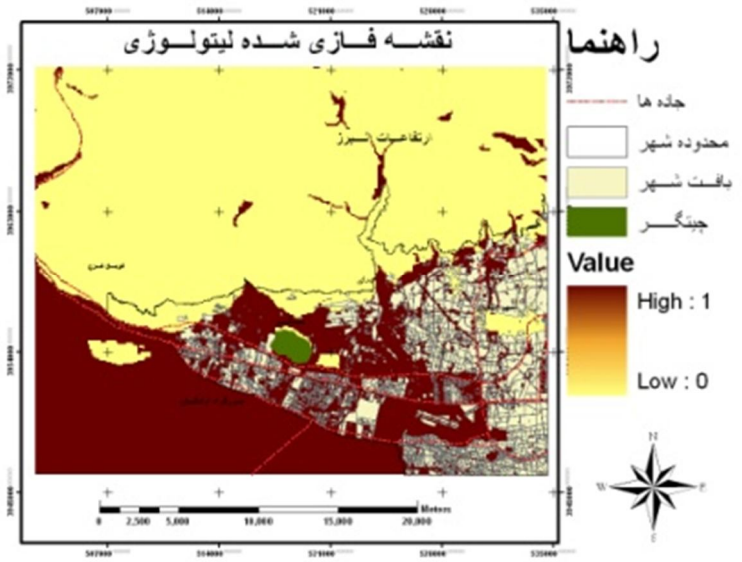


شکل 8 نقشهٔ فازی‌شدهٔ باران

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]



شکل 9 نقشهٔ فازی‌شدهٔ فاصله از شهر



شکل 10 نقشهٔ فازی‌شدهٔ لیتولوژی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

2-4- عملگر Product (ضرب جبری فازی)

در ضرب جبری فازی تمام هشت لایهٔ اطلاعاتی مؤثر در مکان‌یابی تالاب مصنوعی طبق رابطهٔ 3 در هم ضرب شده‌اند؛ به همین دلیل، ماهیت اعداد بین صفر و یک همان درجهٔ عضویت اعضا در مجموعهٔ فازی است. این عملگر باعث می‌شود در نقشهٔ خروجی اعداد کوچک‌تر شده، به‌سمت صفر گرایش یابند؛ به همین دلیل، این عملگر حساسیت بالایی در مکان‌یابی دارد.

$$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i$$ رابطهٔ 3

3-4- عملگر Sum (جمع جبری فازی)

در این عملگر، ضرب هشت لایهٔ اطلاعاتی مطابق با رابطهٔ 4 محاسبه شد؛ به همین دلیل، در نقشهٔ خروجی برخلاف عملگر Product ارزش پیکسل‌ها به‌سمت یک گرایش می‌یابد. این عملگر حساسیت خیلی کمی در مکان‌یابی دارد.

$$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_i)$$ رابطهٔ 4

4-4- عملگر Gamma

برای تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر Product و دقت خیلی کم عملگر Sum عملگر دیگری به‌نام Gamma در حد فاصل این‌ها شکل می‌گیرد که برپایهٔ رابطهٔ زیر استوار است:

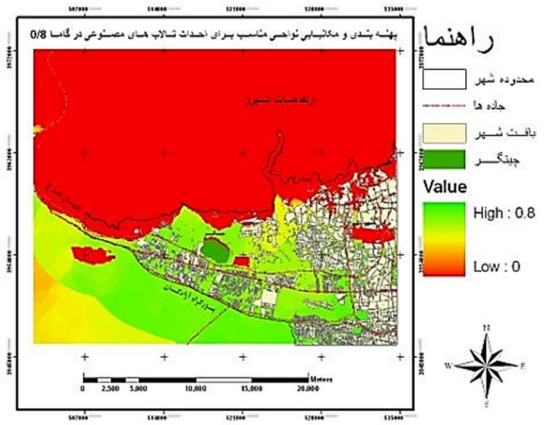
$$\mu_{combination} = (\text{Fuzzy algebraic sum})^{\gamma} * (\text{Fuzzy algebraic product})^{1-\gamma}$$ رابطهٔ 5

اگر y برابر یک باشد، نقشهٔ خروجی همان نقشهٔ حاصل از جمع جبری فازی است و چنانچه برابر صفر باشد، نقشهٔ خروجی برابر با حاصل‌ضرب جبری فازی است.

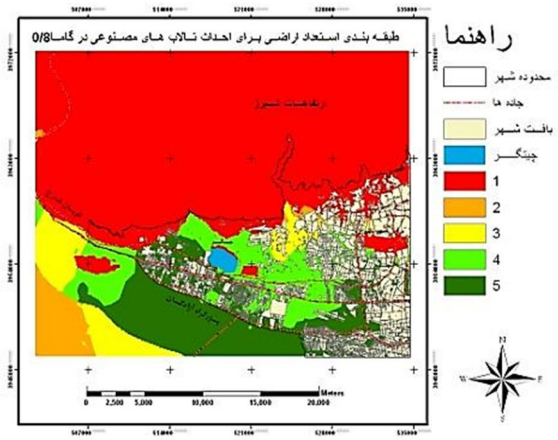
در این پژوهش، از عملگر گامای 0/8 و 0/6 استفاده شده است. شکل شمارهٔ یازده- الف نقشهٔ طیفی حاصل از اجرای عملگر گامای 0/8 و شکل شمارهٔ دوازده- الف نقشهٔ طیفی حاصل از اجرای عملگر گامای 0/6 را نشان می‌دهد. نقشه‌های حاصل از این دو

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

عملگر به پنج کلاس بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و بسیار زیاد طبقه‌بندی شده‌اند (شکل 11- ب و 12- ب). همچنین، در جدول‌های شمارهٔ یک و دو مساحت پتانسیل طبقات برای احداث تالاب‌های مصنوعی شهری برای هر دو عملگر محاسبه شده است.



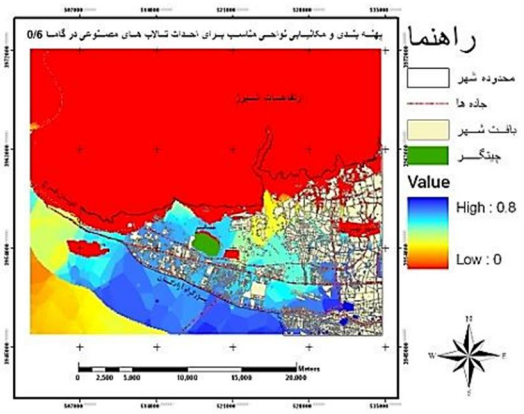
الف



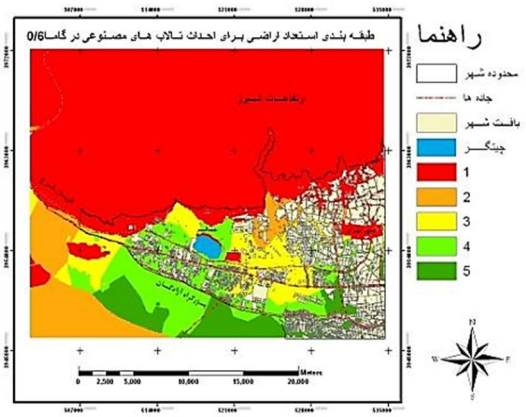
ب

شکل 11 مکان‌یابی نواحی مناسب برای احداث تالاب‌های مصنوعی در گامای 0/8
(الف: نقشهٔ طیفی، ب: نقشهٔ طبقه‌بندی‌شده)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]



الف



ب

شکل 12 مکان‌یابی نواحی مناسب برای احداث تالاب‌های مصنوعی در گامای 0/6
(الف: نقشهٔ طیفی، ب: نقشهٔ طبقه‌بندی‌شده)

همان‌طور که در جدول شمارهٔ یک مشاهده می‌شود، در نقشهٔ حاصل از عملگر گاما 0/8، حدود 59 درصد از مساحت منطقه با وسعت 49692 هکتار، پتانسیل بسیار کمی برای احداث تالاب‌های مصنوعی دارد و 19 درصد از مساحت حوضه با وسعتی حدود 16259هکتار، دارای پتانسیل بسیار زیادی برای احداث تالاب‌های مصنوعی است. همچنین، در نقشهٔ حاصل از عملگر گامای 0/6، بیشترین مساحت با 50098 هکتار برابر 60 درصد مساحت حوضه، دارای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

پتانسیل بسیار کم و کمترین مساحت با 7098 هکتار برابر 8 درصد، دارای پتانسیل بسیار زیاد برای احداث تالاب‌های مصنوعی است.

جدول 1 مساحت و درصد مساحت در گامای 0/8 برای مکان‌یابی تالاب مصنوعی

کلاس	امتیاز	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
1	بسیار کم	8968/49692	59.47928
2	کم	3063/1149	3.666356
3	متوسط	5321/2611	6.369215
4	زیاد	9209/6118	11.02333
5	بسیار زیاد	16259/6878	19.46183
		83546/5724	

(منبع: نگارندگان)

جدول 2 مساحت و درصد مساحت در گامای 0/6 برای مکان‌یابی تالاب مصنوعی

کلاس	امتیاز	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
1	بسیار کم	50098/9562	59/96534
2	کم	7849/6210	9/39551
3	متوسط	7275/3180	8/708105
4	زیاد	11223/6986	13/43407
5	بسیار زیاد	7098/9227	8/49697
		83546/5724	

(منبع: نگارندگان)

5- بحث و نتیجه

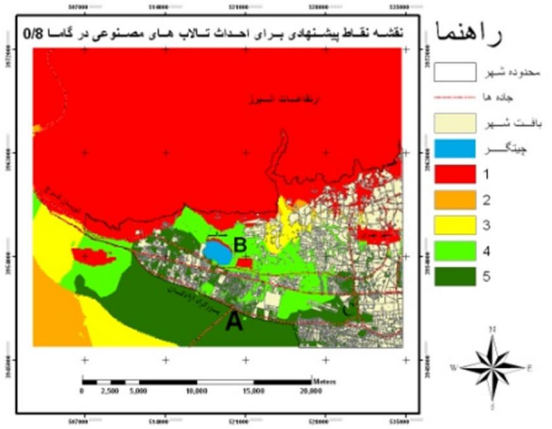
در این پژوهش، مکان‌یابی نواحی مناسب برای احداث تالاب‌های مصنوعی در شمال غرب تهران با استفاده از منطق فازی و عملگرهای Product، Sum و Gamma انجام شده است. درابتدا پس از تهیهٔ نقشهٔ تمام لایه‌های مؤثر در مکان‌یابی تالاب‌های مصنوعی، تعریف توابع

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

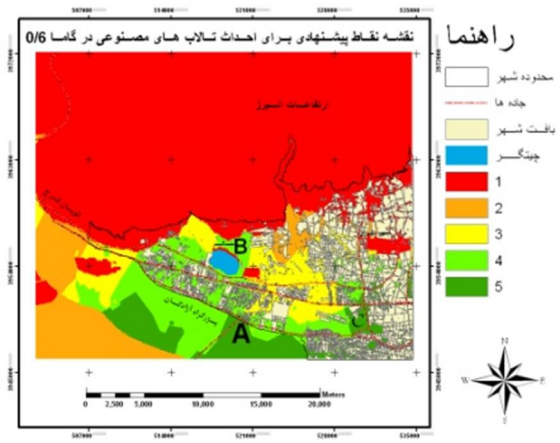
عضویت خطی و توجه به اثر مثبت یا منفی هر پارامتر، نقشه‌های فازی تهیه، و پس از آن عملگرهای Product، Sum و Gamma اجرا شد. براساس نتایج پژوهش، در عملگر ضرب جبری فازی به‌دلیل ضرب عوامل وزنی با یکدیگر، اعداد به‌سمت صفر گرایش می‌یابند و بیشتر پهنه‌ها در طبقات خیلی کم و کم قرار می‌گیرند. در جمع جبری فازی، ارزش پیکسل‌ها به‌سمت یک گرایش می‌یابد و دقت خیلی کمی در تعیین توانمندی مکان‌یابی دارد. با درنظر گرفتن اختلاف فاحش بین نتایج حاصل از عملگرهای ضرب و جمع فازی و به‌منظور دست‌یابی به نتایج مناسب‌تر و تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر فازی و حساسیت خیلی کم جمع جبری فازی از گامای فازی که حد فاصل بین این دو عملگر است، استفاده شد. با بررسی نتایج اجرای عملگر گاما می‌توان اظهار کرد در نقشهٔ نهایی گامای 0/8 قسمت‌های شمالی منطقهٔ مورد مطالعه به‌دلیل کوهستانی و ناهموار بودن، شیب زیاد و غیره پتانسیل بسیار کمی برای احداث تالاب‌های مصنوعی دارد و تقریباً شامل 59 درصد از مساحت منطقه می‌شود. درمقابل، مناطقِ با پتانسیل بسیار زیاد با مساحتی حدود 19 درصد تقریباً در جنوب منطقهٔ مطالعه قرار دارند و مناطق با امتیاز زیاد نیز به‌طور پراکنده در قسمت‌هایی از مرکز منطقه دیده می‌شوند.

در نقشهٔ نهایی گامای 0/6، مناطق با پتانسیل بسیار کم برای احداث تالاب‌های مصنوعی مانند نقشهٔ گامای 0/8 در شمال منطقهٔ مورد مطالعه قرار دارد. مساحت اختصاص‌یافته به این پهنه تقریباً60 درصد از مساحت کل منطقه است. مناطق با پتانسیل بسیار زیاد در نقشهٔ گامای 0/6 نسبت‌به نقشهٔ گامای 0/8 درصد کمتری از مساحت منطقه را شامل می‌شود. این پهنه 8 درصد مساحت منطقه را دربرمی‌گیرد که به‌صورت پراکنده در جنوب و جنوب شرق منطقه مشاهده می‌شود؛ حال آنکه مناطقی که پتانسیل زیادی برای احداث تالاب‌های مصنوعی دارند، در نقشهٔ گامای 0/6 نسبت به گامای 8/. گسترده‌ترند و حدود 13 درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شوند که این مناطق در مرکز و جنوب غرب منطقهٔ مطالعه پراکنده‌اند. در نقشه‌های شمارهٔ سیزده و چهارده مکان‌های مناسب برای احداث تالاب شهری با توجه به ارزش پیکسل‌ها پیشنهاد شده است.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]



شکل 13 نقشهٔ نقاط پیشنهادی در گامای 0/8



شکل 14 نقشهٔ نقاط پیشنهادی در گامای 0/6

مکان‌یابی دقیق محل احداث تالاب‌های مصنوعی نیازمند بررسی‌های میدانی و تفصیلی است. در این پژوهش نیز با تطبیق نقشهٔ نهایی به‌دست‌آمده با بررسی‌های میدانی و تصاویر ماهواره‌ای، سه مکان برای احداث تالاب‌های مصنوعی شهری پیشنهاد می‌شود: اولین مکان مناسب در حوالی تقاطع بزرگراه آزادگان و اتوبان تهران- ساوه است. مکان پیشنهادی دوم در حاشیهٔ پارک جنگلی چیتگر درنظر گرفته شده که در حال حاضر شهرداری تهران به اجرای

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

چنین طرحی در حواشی این پارک اقدام کرده است. سومین مکان پیشنهادی زمین‌های اطـراف فرودگاه مهرآباد است. در انتخاب این سه مکان در هر دو نقشه، عواملی ازقبیل دسترسی آسان به این مناطق از طریق بزرگراه‌ها، امکـان تغییـر کـاربری و رعایـت فاصـلهٔ مناسـب از منـاطق مسکونی درنظر گرفته شده است.

مقایسهٔ پهنه‌های مناسب با تصاویر ماهواره‌ای Google earth منطقه و مشـاهدات میـدانی دقـت زیاد محاسبات این مدل را نشان می‌دهد. همچنین، قابلیت پیوند آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی و سرعت در تحلیل و محاسبات از مزایای آن به‌شمار می‌رود. برای مکان‌یابی عـلاوه‌بـر مـدل منطـق فازی از مدل‌های دیگری مانند بولین، فرایند تحلیل سلسـله‌مراتبـی، شـبکه‌هـای عصـبی مصـنوعی، سلول‌های اتومات و غیره می‌توان بهره گرفت و کارایی آن‌ها را آزمود.

6- منابع

- اشقلی فراهانی، عقیل، *ارزیابی خطر ناپایداری دامنه‌های طبیعی در منطقهٔ رودبـار بـا اسـتفاده از تئوری فازی*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم تهران، 1380.
- اصغری مقدم، محمدرضا، *جغرافیای طبیعی شهر (ژئومورفولوژی)*، تهران: مسعی، 1378.
- انجمن تخصصی محیط زیست، «تأثیر افـزایش جمعیـت بـر محـیط زیسـت»، 1389، در: www.mohit-zist.com
- بدری فریمان، مهدی، علیرضا صفائیان و حمیدرضا شریفان، «تالاب‌های مصنوعی: بازیافت پساب و سیلاب و حمایت از تنوع زیستی» در *دومین همـایش ملـی اثـرات خشکسـالی و راهکارهای مدیریت آن*، اصـفهان، مرکـز تحقیقـات کشـاورزی و منـابع طبیعـی اصـفهان، صص19- 30، 1388.
- بهباش، روشنا، بهرام کبابی و اردشیر امینی، «اهمیت تالاب‌هـای مصـنوعی» در *اولـین کنفـرانس بین‌المللی آب*، دانشگاه زابل، پژوهشکدهٔ تالاب بین‌المللی هامون، صص35- 41، 1387.
- بیاتانی، علی، *تهیهٔ نقشهٔ پتانسیل معدنی ذخایر مس پرفیری با استفاده از سـنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی*، پایان‌نامهٔ کارشناسـی ارشـد، گـروه سـنجش از دور، دانشـگاه شهید بهشتی، تهران، 1386.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

- تشنه‌لب، محمد و نیما صفارپور، *سیستم‌های فازی و کنترلی فازی*، تهران: انتشارات خواجه نصیرالدین طوسی، 1378.
- جباری، ندا، *مطالعهٔ عوامل ژئومورفیک تأثیرگذار بر گسترش بی‌رویهٔ شهر تهران (مطالعهٔ موردی: شمال غرب تهران)*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه آموزشی جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، 1388.
- خسروی، سمیه، *مدل‌سازی شاخص‌های مورفونئوتکتونیک مؤثر بر کالبد شهر (شهرداری منطقهٔ یک تهران)*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم تهران، 1389.
- رستمی، فرض‌الله، *اصلاح مدل برآورد رسوب ام پسیاک با به‌کارگیری تکنیک فازی در حوضهٔ سد زاگرس*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم تهران، تهران، 1387.
- سلامی، میثم، *تحلیل پارامترهای کیفی آب تالاب انزلی با استفاده از روش ریاضی فازی*، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه تربیت معلم تهران، 1389.
- شریفی، مظفر و اعظم چهاردولی، «مزیت‌ها و محدودیت‌ها در استفاده از تالاب‌های مصنوعی به‌منظور تصفیهٔ آب‌های آلوده» در *چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست*، تهران، دانشکدهٔ محیط زیست دانشگاه تهران، صص46- 53، 1389.
- صادقی‌زادگان، صادق، *کنوانسیون تالاب‌ها*، تهران: انتشارات سازمان محیط زیست، 1382.
- صفاری، امیر، *قابلیت‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژی کلان‌شهر تهران به‌منظور توسعه و ایمنی*، رسالهٔ دکتری، گروه جغرافیا، دانشگاه تهران، 1387.
- کاسکو، بارت، *تفکر فازی*، ترجمهٔ علی غفاری، عادل مقصودپور، علیرضا پورممتاز و جمشید قسیمی، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، 1386.
- قائمی، لاله و عبدالرضا کریمی، «ضرورت مدیریت یکپارچهٔ منابع آبی»، 1388، در: http://news.moe.gov.ir/.
- مجنونیان، هنریک، *تالاب‌ها (طبقه‌بندی و حفاظت، ارزش‌ها و کارکردها)*، تهران: انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، 1377.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

- معاضد، هادی، امیر سلطانی محمدی و کامران زینال‌زاده، «استفاده از تالاب‌های مصنوعی در تصفیهٔ فاضلاب‌های شهری» در *اولین همایش سازگاری با کم‌آبی*، تهران، معاونت صنایع و امور زیربنایی وزارت جهاد کشاورزی و شرکت مدیریت منابع آب، صص30-31، 1386.
- منوری، مسعود، *بررسی اکولوژیک تالاب انزلی*، تهران: گلیاکان، 1369.
- میرزاده، حمیدرضا، «تالاب‌های ایران سقایان تشنه»، *روزنامهٔ اعتماد*، ش1773، 1387، در: www. magiran.com.
- Asghari Moghadam, M., *Urban Physical Geography (Geomorphology)*, Tehran: Masee Publications, 1998. [In Persian]
- Ashghali Farahani, A., *Evaluating the Instability Risk in the Natural Slopes of Roudbar Using the Fuzzy Theory*, MA. Dissertation, Tarbiat Moalem University of Tehran, Geography Department, 2001. [In Persian]
- Badri Fariman, M., A. Safa'iyan & H. Sharifan, "The Sophisticated Ponds: Sewage and Flood Recovery, Supporting the Living Variation" in *The Second National Conference of the Drought Effects and the Ways of Managing It, Isfahan Research Center for Agriculture and Natural Resources*, Pp. 19- 30, 2009. [In Persian]
- Behbash, R., B. Kababi, A. Amini & R. Alvandi, "The Importance of the Sophisticated Ponds-Case Study: Naseri Pond" in *The First International Conference on Water Crisis*, Zabol: University of Zabol, Pp. 35- 41, 2008. [In Persian]
- Beyatani, A., *The Mineral Potential Mapping of the Porphyry Copper Deposits Using Remote Sensing and Geographic Information System*, MA. Dissertation, Shahid Beheshti University, Remote Sensing Department, 2008. [In Persian]
- Boutilier, L., R. Jamieson, R. Gordon, C. Lake & W. Hart, "Adsorption, Sedimentation, and Inactivation Coli Within Wastewater Treatment Wetlands", *Water Research, No. 43*, Pp. 4370- 4380, 2009.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

- Dalu, J.M. & J. Ndamba, "Duckweed Based Wastewater Stabilization Ponds for Wastewater Treatment (a Low Cost Technology for Small Urban Areas in Zimbabwe)", *Physics and Chemistry of the Earth, No. 28*, Pp. 1147- 1160, 2003.
- Freimuth, P. & D. Bass, "Physicochemical Conditions and Larval Chironomidae of an Urban Pond", Proc. Okla. Acad. Sci, 74, Pp. 11- 16, 1994.
- Gemitzi, A., V.A.Chirstou, O. Christou & Ch. Patalas, "Use of GIS In Siting Stabilization Pounds, Facilities for Domestic Wastewater Treatment", *Journal of Environmental Management, No. 82*, Pp. 152-160, 2007.
- Gha'emi, L. & A. Karimi, "The Need for Integrated Management of Water Resources", 2008, Retrieved from: http://news.moe.gov.ir/. [In Persian]
- Gledhill, D.G., P. James & D.H. Davies, "Urban Pond: A Landscape of Multiple Meanings" in *International Conference of the Pond Life Project Vaeshartlet Conference Centre*, England, Pp. 857- 868, 2004.
- Iranian Society of Environmentalists, "The Effect of Population Growth on the Environment", 2010, Retrieved from: http://www.mohit-zist.com/. [In Persian]
- Jabbari, N., *The Examination of the Effective Geomorphic Factors on Inordinate Development of Tehran city (Case Study: the North West of Tehran)*, M.Sc Dissertation, Shahid Beheshti University, Department of Earth Science, 2010. [In Persian]
- Khosravi, S., *Modeling of Morphoneotechtonic Indexes Affecting the Urban Body Tehran's Municipality of Region 1*, MA. Dissertation, Tarbiat Moalem University of Tehran, Geography Department, 2011. [In Persian]

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

- Kosko, B., *Fuzzy Thinking*, A. Ghaffari, A. Maghsoudpour, A. Pourmomtaz & J. Ghasimi (Trans.). Tehran: Khaje Nasireddin-e-Tousi Publications, 2007. [In Persian]
- Majnouniyan, H., *Ponds (Classifications and Maintenance, Values and Functions)*, Tehran: Environmental Protection Agency Publications, 1997. [In Persian]
- Mirzade, H., "Iran's Ponds, the Thirsty Pelicans", *E'temad* Newspaper, 1773, 2008, Retrieved from: www. magiran.com. [In Persian]
- Mo'azed, H., A. Soltani Mohammadi, K. Zeinalzade & Gh. Karimi, "Using the Sophisticated Ponds in Refining the Urban Sewages" in *The First Conference on Coping with Water Scarcity*, Tehran: Ministry of Agriculture- Jahad, Pp. 30-31, 2008. [In Persian]
- Monavvari, M., *Ecological Study of Anzali Pond*, Tehran: Golyakan Publications, 1989. [In Persian]
- Rostami, F., *Assessment of Erosive With Using Fuzzy Logic*, MA. Dissertation, Tarbiat Moalem University of Tehran, Geography Department, 2008. [In Persian]
- Sadeghizadegan, S., *Ponds Convention*, Tehran: Department of Environment Publications, 2003. [In Persian]
- Safari, A., *Capabilities and Limitations of Geomorphology of Tehran Metropolis for Development and Security*, Ph.D Thesis, Tehran University, Geography Department, 1998. [In Persian]
- Salami, M., *Analyzing the Qualitative Parameters of Anzali Pond Water Using the Mathematical Fuzzy Method*, MA. Dissertation, Tarbiat Moalem University of Tehran, Geography Department, 2010. [In Persian]
- Sharifi, M. & A. Chehardouli, "The Advantages and Shortcomings of Using the Sophisticated Ponds for Refining the Polluted Water" in *The*

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]

Fourth Conference and Exhibition on Environmental Engineering, Tehran: University of Tehran, Pp. 46- 53, 2010. [In Persian]

- Teshnelab, M. & N. Safarpour, *Fuzzy Systems and Fuzzy Control*, Tehran: Khaje Nasireddin-e-Tousi Publications, 2000. [In Persian]
- United States Departement of Agriculture, "Ponds-PlaningDesign, Construction", *Agriculture Handbook, 590*, Pp. 1- 96, 1982.
- Van Alphe, B.J. & J.J. Stoorvogel, "A Functional Approuch To Soil Characterization In Support of Precision agriculture", Soil sci.soc, 64, Pp. 1706- 1713, 2000 .
- Zhaoa, Y.W., Y. Qin, B. Chen, X. Zhao, Y. Li, X.A. Yin & G.Q. Chen, "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*, *14*, Pp. 1746- 1757, 2009.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-11-30]