



ارزیابی توان اکولوژیک حوزه آبخیز با استفاده از روش تاکسونومی جهت مدیریت جامع حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز زیدشت، طالقان)

امید اسدی نلیوان^{۱*}، فاطمه رضایی^۲، نرگس سقازاده^۳

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،omid.asadi@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه اردکان

چکیده

امروزه حوزه‌های آبخیز به عنوان محور اصلی برنامه‌ریزی جهت توسعه پایدار در بسیاری از مباحث مدیریتی مطرح شده است. ارزیابی توان اکولوژیک حوزه‌های آبخیز و رتبه‌بندی آنها با توجه به معیارهای مختلف اکولوژیکی، یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌باشد. روش تاکسونومی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای ارزیابی توان متغیرهای دخیل در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای آینده است. در این تحقیق چهار زیرحوزه حوزه آبخیز زیدشت واقع در منطقه طالقان انتخاب شد. بر اساس روش تاکسونومی چهار شاخص تاثیرگذار در طرح‌های مدیریتی حوزه‌های آبخیز (شاخص ترکیب گیاهی، شاخص حفاظت خاک، شاخص فرسایش و رسوب و شاخص کمیت آب) انتخاب شدند. نتایج نشان داد تاثیرگذارترین متغیر، شاخص حفاظت خاک بوده است و اولویت اول بین چهار زیر حوزه انتخابی برای اجرای طرح‌های مدیریتی با توجه به چهار شاخص فوق، زیر حوزه D1 می‌باشد. با توجه به شاخص حفاظت خاک که مهم‌ترین شاخص بوده، زیرحوزه‌های D2 و DINT1 و DINT2 در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

واژه‌های کلیدی:

مدیریت جامع، روش تاکسونومی، توان اکولوژیک، حوزه زیدشت



Quarterly Journal of
Environmental Erosion Researches
No. 11, Autumn 2013, pp: 15-26
www.magazine.hormozgan.ac.ir

Assessment of Watershed Catchment Ecological Power with Taxonomy Method for Watershed Comprehensive Management (Case Study: Watershed Zydasht, Taleghan)

Omid Asadi Nalivan^{1*}, Fateme Rezayi², Narges Saghazade³

- 1- PhD Student of Watershed Management, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan
- 2- PhD Student of Watershed Management, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan
- 3- M.Sc. Student of Watershed Management, University of Ardekan

Abstract

Nowadays watershed catchments have been introduced as the main point of permanent development in many management discussions. Watershed catchments ecological power assessment and their rankings according to different Ethological criteria is one of the important factors in watershed catchments planning and management. Taxonomy method is one of the most comprehensive planned systems for assessing the power of related variables in planning and decision making for the future. In this research, four subcatchments of Zidasht catchment located in Taleghan region has been selected. Based on Taxonomy method, four effective variables in watershed catchments management plans (plant composition index, soil protection index, erosion and sediment index, and water quantity index) has been selected. Results demonstrates that the most effective index is the soil protection index and the ranking and the first priority among four selected sub catchments to perform management plants according to four mentioned indexes is D1 zone. The most important indicator of soil conservation index, the D2 sub and DINT1 and DINT2 are next in priority.

Keywords:

Comprehensive Management, Taxonomy Method, Ecological Power, Zidasht Catchment 1

۱. مقدمه

ارزیابی توان اکولوژیک حوزه‌های آبخیز و رتبه‌بندی آنها با توجه به معیارهای مختلف اکولوژیکی، یکی از موارد مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌باشد. رتبه‌بندی حوزه‌ها، باعث هدایت صحیح و موثر بودجه، منابع انسانی، تجهیزات و سایر منابع به حوزه‌ای می‌شود که توان و پتانسیل بیشتر برای پیشرفت نسبت به سایر حوزه‌ها در منطقه را دارد. اهمیت ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین تا به آنجا است که چنانچه سرزمین بالقوه فاقد توان اکولوژیکی مناسب برای اجرای کاربرد خاصی باشد، اجرای آن طرح نه تنها سبب بهبود وضعیت زیست محیطی منطقه نمی‌گردد، بلکه تخریب بیشتر محیط را به همراه خواهد داشت (مخدوم، ۱۳۷۹؛ Aurger, 2000 و Brazier, 1998).

مدیران و برنامه‌ریزان حوزه‌های آبخیز اغلب با مشکلاتی در تصمیم‌گیری‌های پیچیده مواجه هستند. این پیچیدگی‌ها عمدتاً به دلیل این واقعیت است که مقدار عظیمی از فاکتورها موثر و متغیرها وجود دارند که باید در تصمیم‌گیری لحاظ شوند و از آنجا که اثرات و وابستگی‌های داخلی این عوامل متفاوت است، مدیران برای درک مسئله با مشکل مواجه می‌شوند. مقدار اطلاعات و تقابل فاکتورها باعث می‌شود که بشر قادر به مشاهده کامل مسائل تصمیم‌گیری در مورد برنامه‌ریزی استفاده از زمین (آمایش سرزمین) نباشد (Witlox, 2005). در این رابطه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM^۱) راهکار مناسبی برای حل این گونه مسائل است. در واقع با استفاده از این تکنیک‌ها با توجه به معیارهای مختلف تصمیم‌گیری، می‌توان بهترین گزینه یا گزینه‌ها را از بین گزینه‌های موجود تصمیم‌گیری انتخاب و اجرایی نمود. تصمیم‌گیر مسئول است که هم مسئله مطرح در تصمیم‌گیری و هم اهداف کلان آن مسئله را شناسایی کند و به طور مستقیم ارزش نهایی ارزیابی را سروسامان دهد تا در طبقه‌بندی گزینه‌ها، راه حل مشخصی برای آن معین شود (دستورانی و همکاران، ۱۳۹۱).

در مبحث ارزیابی اکولوژیکی و رتبه‌بندی حوزه‌های آبخیز جهت انتخاب بهترین اقدام مدیریتی، وجود معیارها و گزینه‌های فراوان در امر تصمیم‌گیری، مدیران را با پیچیدگی‌های زیادی روبرو می‌کند، لذا وجود یک تکنیک قوی و آسان که بتواند مدیران را در این زمینه یاری کند، کاملاً محسوس می‌باشد. در این تحقیق سعی گردیده که به خصوصیات و کاربردهای روش تاکسونومی عددی در انتخاب گزینه‌های مناسب مدیریتی و استفاده آن در برنامه‌ریزی و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز پرداخته شود.

در خصوص تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان گفت اولین بار این روش به صورت علمی در جنگ جهانی دوم در سال ۱۹۴۴ با چندین متغیر هدف متعارض مطرح شد. اولین کنفرانس بین‌المللی با عنوان "تصمیم‌گیری چند معیاره" در ۲۶ و ۲۷ اکتبر ۱۹۷۲ در دانشگاه کارولینای جنوبی^۲ برگزار شد، که در آن ۶۳ مقاله ارائه گردید. بعد از این کنفرانس، تصمیم‌گیری چند معیاره به عنوان نماد یک میزان علمی مطرح شد. این کنفرانس مبدأ شروع یک رشته فعالیت گسترده پژوهشی بر روی MCDM و در رشد و شکوفایی آن، دانشمندی چون چارچمن، داووز، کریمن و ... نقش بسزایی داشتند (مومنی، ۱۳۸۳).

پوراابراهیم و همکاران (۲۰۱۱) در تحلیل مکانی مناسب و یکپارچه برای آمایش سرزمین در مناطق ساحلی بیان می‌کنند که استفاده از ارزیابی چند معیاره (MCE^۳) به خصوص فرآیند تحلیل شبکه (ANP^۴) اجازه یکپارچه‌سازی نظرات متخصص روی معیارهای اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی در چارچوب برنامه‌ریزی را می‌دهد و رویکرد مکانی کارآمد را برای توسعه کاربری‌های ساحلی ارائه می‌دهد. در سال ۲۰۰۵ ویتلوکس در مروری بر سیستم‌های تخصصی در آمایش سرزمین، بر روی مباحث تئوریک انواع سیستم‌های مبتنی بر کامپیوتر تمرکز می‌کند (مانند سیستم‌های متخصص^۵، سیستم‌های پشتیبان

^۱ Multi Criteria Decision Making

^۲ University of South Carolina

^۳ Multi-Criteria Evaluation

^۴ Analytic Network Process

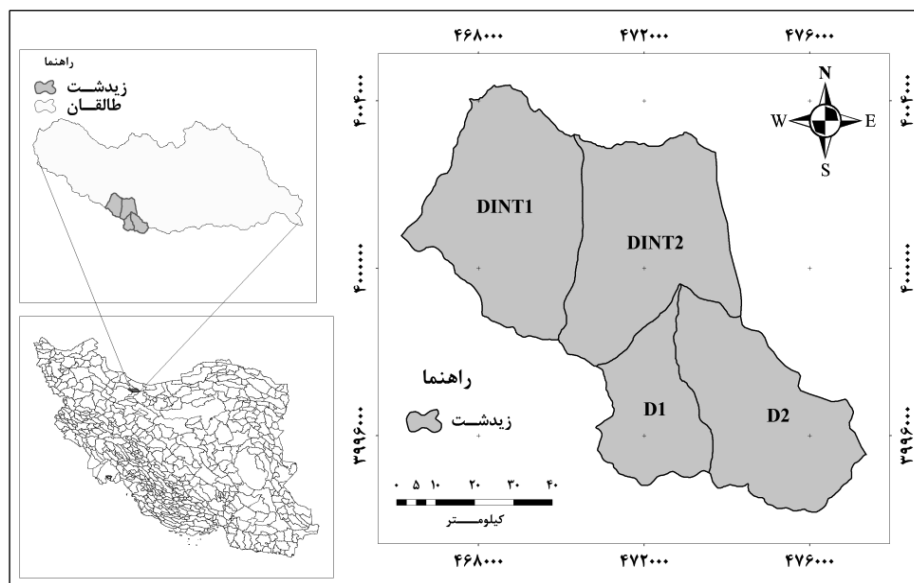
^۵ Expert Systems

تصمیم‌گیری (DSS^۱)، سیستم‌های یکپارچه^۲ و تلاش می‌کند تا بر ارزیابی کارایی هر سیستم در برنامه‌ریزی شهری بپردازد. دستورانی و همکاران (۱۳۹۱) برای برآورد توان اکولوژیکی حوزه‌های آبخیز به منظور مدیریت جامع آبخیز، از روش (TOPSIS^۳) استفاده کردند. بختیاری‌فر و همکاران (۱۳۸۷) در مدل‌سازی تعیین کاربری اراضی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند متغیره مکانی با توجه به معیارهای محیطی و براساس چهار روش تصمیم‌گیری مکانی شامل TOPSIS^۳, SAW^۴, ELECTRE^۵ مدل مناسب کاربری‌ها را توسعه دادند. پژوهش حاضر نیز با هدف اولویت‌بندی اقدامات آبخیزداری از طریق ارزیابی توان اکولوژیک در سطح حوزه آبخیز و کارایی استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری جهت مدیریت حوزه آبخیز انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی زیدشت

منطقه مورد مطالعه در عرض‌های جغرافیایی "۳۵،۰۵'،۳۶° الی "۴۶،۱۱'،۳۶° و در طول‌های جغرافیایی "۴۶،۳۷'،۵۰° الی "۵۶،۴۴'،۵۰° قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه از شمال به رودخانه طالقان و از سمت جنوب به رشته کوه‌های طالقان و شرق آن نیز به زیر حوزه باریکان و از غرب به زیر حوزه ناسفلی ختم می‌گردد (مدیریت آبخیزداری، ۱۳۷۷). این حوزه به چهار زیرحوزه تقسیم شده است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت حوزه آبخیز زیدشت در کشور، استان و منطقه

معرفی روش تاکسونومی

^۱ Decision Support System

^۲ Integrated systems

^۳ Technique for Order- Preference by Similarity to Ideal Solution

^۴ ELimination and Choice Expressing REality

^۵ Simple Additive Weighting

^۶ Analytical Hierarchy Process

روش تحلیل تاکسونومی^۱ عددی برای نخستین بار توسط آدانسون^۲ در سال ۱۷۶۳ میلادی پیشنهاد گردید (آسایش، ۱۳۷۵). سپس در اوایل دهه ۱۹۵۰ میلادی عده‌ای از ریاضی‌دانان لهستانی اهمیت این روش را دریافته و به بسط و گسترش این نظریه پرداختند. در سال ۱۹۶۸ میلادی این روش توسط پروفسور زیگنانت هلویک^۳ از مدرسه عالی اقتصاد (روکلا)^۴ به عنوان وسیله‌ای برای طبقه‌بندی و تعیین درجه توسعه‌یافتگی بین ملل مختلف در یونسکو مطرح گردید که تاکنون به عنوان مدل شناخته‌شده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و نیز آن را جهت تعیین اولویت‌ها و رتبه‌بندی سایر فعالیت‌های گسترده اقتصادی و در بخش‌های گوناگون نظیر صنعت و کشاورزی به کار می‌برند (بهشتی، ۱۳۶۲). روش تحقیق تاکسونومی روشی مناسب و عالی برای درجه‌بندی، طبقه‌بندی و مقایسه فعالیت‌های مختلف با توجه به درجه بهره‌مندی و برخورداری آن فعالیت‌ها از معیارهای مورد بررسی می‌باشد. از جمله نقاط مثبت این روش توانایی انجام هم‌زمان دو عمل در کنار هم است. یکی اینکه مجموعه مورد بررسی را بر اساس شاخص‌های ارائه شده به زیر مجموعه‌های همگن تقسیم کند و دیگر آنکه عناصر و اعضاء هر زیر مجموعه همگن را درجه‌بندی کند. این روش همچنین محدودیت‌هایی را نیز به دنبال دارد (بیدآباد، ۱۳۶۲). در این روش نوع اطلاعاتی که باید تعیین گردند وابستگی بسیار زیادی به هدف انجام مطالعه دارند و ضمن اینکه تعداد این اطلاعات نیز تاثیر بسزایی بر کیفیت درجه‌بندی می‌گذارد، به گونه‌ای که هر چه تعداد این اطلاعات بیشتر باشد و یا اینکه هر چند موضوع این اطلاعات بیشتر توجیه کننده هدف باشد، درجه‌بندی دقیق‌تر خواهد بود (زیاری، ۱۳۷۸).

مرحله اجرایی روش تحلیل تاکسونومی عددی

مرحله اول تحت عنوان تشکیل ماتریس داده‌ها (۱) می‌باشد. در این مرحله ماتریسی برای هر کدام از فعالیت‌ها با توجه به معیارهای مورد بررسی طراحی می‌شود به گونه‌ای که ابعاد ماتریس $n.m$ باشد، یعنی این ماتریس به تعداد فعالیت‌های مورد بررسی سطر و به تعداد شاخص‌ها (m)، ستون داشته باشد (شیخی، ۱۳۸۸؛ بیدآباد، ۱۳۶۲).

(۱)

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

در مرحله دوم به تشکیل ماتریس استاندارد پرداخته می‌شود. با توجه به آن که شاخص‌ها با واحدهای مختلف سنجیده می‌شوند، لذا جهت حذف اثر این واحدها و جایگزینی مقیاس، ابتدا میانگین و انحراف معیار ستون‌ها (شاخص‌ها) را به دست آورده و سپس کمیت استاندارد Z_{ij} محاسبه می‌شود. در گام اول میانگین ستون‌ها (۲) بدست می‌آید. در گام بعدی انحراف معیار (۳) برای هر ستون از ماتریس A_{ij} بدست می‌آید. گام سوم آن است که عضوهای استاندارد شده (۴) ماتریس A_{ij} جهت همسان‌سازی اطلاعات ساخته شده، در قالب ماتریس جدیدی به نام ماتریس استاندارد (۵) تشکیل شود. ماتریس Z نیز دارای ابعاد $n.m$ می‌باشد و یک ماتریس استاندارد است. چون با تغییر متغیر، مقیاس‌های مختلف شاخص‌ها به مقیاس واحد تبدیل شده است. روشن است که از لحاظ آماری میانگین هر ستون ماتریس استاندارد شده Z برابر صفر و انحراف معیار آن مساوی یک است. با داشتن ماتریس استاندارد Z ، قدم بعدی بدست آوردن میزان اختلاف و یا فاصله دو نقطه از نقطه دیگر (۱ و ۲ و ۳ و ... و n) برای هر کدام از m متغیر یا شاخص می‌باشد که حاصل آن تشکیل ماتریس فواصل می‌باشد (منظور از نقطه همان فعالیت مورد بررسی، در مطالعه مورد نظر می‌باشد) (بهشتی، ۱۳۶۲؛ بیدآباد، ۱۳۶۲؛ شیخی، ۱۳۸۸).

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (۲)$$

^۱ Taxonomy

^۲ Adanson

^۳ Zygnant Hellwing

^۴ Wroclaw

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} \quad (۳)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (۴)$$

$$Z_{ij} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \dots & Z_{nm} \end{bmatrix} \quad (۵)$$

(۶)

$$C_{ab} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (Z_{ak} - Z_{bk})^2}$$

در مرحله سوم به تشکیل ماتریس فواصل پرداخته می‌شود. با توجه به اعداد استاندارد شده در ماتریس استاندارد Z ، فواصل مرکب بین فعالیت‌های مختلف n گانه، برای شاخص‌های m گانه به صورت (۶) به دست می‌آید که در آن C_{ab} فاصله بین دو شاخص a و b می‌باشد. در صورتی که فاصله فعالیت‌ها دو به دو بدست آید، در آن صورت ماتریس فواصل مرکب به دست می‌آید (۷). چون ماتریس فواصل یک ماتریس قرینه می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت این ماتریس متقارن بوده و قطر آن مساوی صفر است. ضمن اینکه ماتریسی مربعی و با ابعاد $n.m$ می‌باشد. عضوهای این ماتریس فاصله ترکیبی هر فعالیت را از فعالیت دیگر نشان می‌دهند و در هر سطر این ماتریس کمترین مقدار نشان‌دهنده کوتاه‌ترین فاصله بین آن فعالیت، با سایر فعالیت‌ها و یا بیشترین نزدیکی می‌باشد (بیدآباد، ۱۳۶۲).

$$C_{ab} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} \quad (۷)$$

در مرحله چهارم به تعیین کوتاه‌ترین فواصل پرداخته می‌شود. هر عنصر ماتریس C نشان‌دهنده فاصله بین هر دو فعالیت در شاخص مورد نظر است. در این ماتریس در هر سطر کوتاه‌ترین فاصله بین دو فعالیت مشخص شده و در ستون جداگانه‌ای (مثلاً ستون d) نوشته می‌شود. سپس، میانگین و انحراف معیار کوچکترین فواصل هر سطر یعنی همان ستون d محاسبه می‌شود. حال برای آنکه فعالیت‌های همگن مشخص شود، فواصل حد بالا ($+d$) و حد پائین ($-d$) طبق رابطه (۸) محاسبه می‌شود (بیدآباد، ۱۳۶۲):

(۸)

$$d(+) = d + \gamma S_d$$

$$d(-) = d - \gamma S_d$$

در این مرحله فعالیت‌هایی که حداقل فواصل آن‌ها مابین دو حد بالا و پائین می‌باشند، همگن بوده و در یک گروه قرار خواهند گرفت. چنانچه حداقل اختلاف بین دو فعالیت بیشتر از حد بالا و یا کمتر از حد پائین باشد، در این صورت فعالیت‌های فوق به دلیل غیرهمگنی باید حذف گردند (بیدآباد، ۱۳۶۲).

در مرحله پنجم، رتبه‌بندی فعالیت‌های همگن از لحاظ معیارهای مورد بررسی انجام می‌شود. اگر در این مرحله تمام فعالیت‌ها در یک گروه همگن قرار نگیرند، در این صورت ماتریس داده‌ها را برای فعالیت‌های همگن تشکیل می‌دهند، سپس استاندارد نموده و در ماتریس شاخص‌های استاندارد شده، برای تک تک شاخص‌ها، مورد ایده‌آل را در نظر گرفته و پس از یافتن مقادیر ایده‌آل برای تک تک فعالیت‌ها، برخورداری مطلوب (۹) برای هر فعالیت محاسبه می‌شود که در آن کمیت ایده‌آل برای k امین شاخص استاندارد شده، Z_{ik} شاخص استاندارد شده k ام برای i امین فعالیت و C_{io} برخورداری مطلوب برای شاخص i ام است. انتخاب مقدار ایده‌آل بستگی به نوع شاخص‌های مورد بررسی دارد، به نحوی که چنانچه جهت شاخص‌های انتخاب شده مثبت باشد یعنی اگر مقدار شاخص هر چه بیشتر باشد، برخورداری بیشتر را نشان دهد، بزرگترین عدد هر ستون را به عنوان ایده‌آل در نظر می‌گیرند و چنانچه جهت شاخص منفی باشد، عدد بزرگتر نشانه عدم برخورداری است، لذا کوچکترین مقدار به عنوان مقدار ایده‌آل انتخاب می‌شود (بیدآباد، ۱۳۶۲).

$$C_{io} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (Z_{ik} - Z_{ok})^2} \quad (9)$$

در مرحله پایانی، به محاسبه درجه برخورداری (۱۰) فعالیت‌های همگن پرداخته می‌شود. در این بخش شاخص تلفیقی به نام “درجه برخورداری” معرفی می‌گردد که دامنه محدودی داشته باشد و بین مقادیر صفر و یک قرار می‌گیرد. هرچقدر f_i به صفر نزدیک‌تر باشد، فعالیت مورد نظر برخورداری بیشتر و هر قدر به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده عدم برخورداری فعالیت مربوطه می‌باشد که با توجه به این درجه برخورداری می‌توان فعالیت‌ها را با توجه به شاخص‌های مورد بررسی رتبه‌بندی و اولویت‌بندی نمود (بیدآباد، ۱۳۶۲).

$$f_i = \frac{C_{io}}{C_o} \quad (10)$$

که در آن C_o حد بالای برخورداری نامیده می‌شود.

اندازه‌گیری شاخص‌ها و متغیرهای مربوط به آن‌ها

شاخص حفاظت خاک: تمامی عواملی که می‌توانند در مقابل قطرات باران مقاومت کنند، ارزیابی و اندازه‌گیری شدند. تمامی این عوامل تحت عنوان پوشش سطح خاک قابل بررسی هستند که عبارتند از درصد تاج پوشش گیاهی، درصد سنگ و سنگریزه، درصد بقایای گیاهی، درصد کل پوشش خاک و درصد خاک لخت به عنوان معیار منفی. متغیرهای مذکور در گستره تیپ گیاهی و در نقاط معرف با استفاده از پلات‌های مربعی شکل و ترانسکت به تعداد حداقل ۱۰ نمونه در هر ترانسکت با استفاده از فرم‌های ارزیابی پوشش و به صورت میدانی اندازه‌گیری شدند.

شاخص فرسایش و رسوب: برای اندازه‌گیری‌های فرسایش و رسوب روش‌های تجربی بسیار زیادی موجود می‌باشد که در این مطالعه از مدل تجربی EPM (احمدی، ۱۳۸۸) استفاده شده است.

شاخص ترکیب گیاهی: دو متغیر کلاس خوشخوراکی (I, II, III) و فرم رویش (فورب، گندمیان، بوته‌ای) برای شاخص مورد نظر با استفاده از فرم‌های ارزیابی پوشش گیاهی اندازه‌گیری شدند.

شاخص کمیت آب: در این بخش هفت متغیر دبی ویژه، دبی متوسط، حجم رواناب، ارتفاع رواناب، متوسط بارش، بارش و پاسخ هیدرولوژیکی (ضریب رواناب) اندازه‌گیری شدند. مساحت نیز در تمام موارد فوق (به جز بارش) اثرگذار است. برای تعیین دبی متوسط هر یک از واحدهای هیدرولوژیک از همبستگی بین مساحت و دبی ویژه با ضریب همبستگی ۰/۷۵ استفاده شد. پس از تعیین معادله همبستگی و با قرار دادن مساحت زیر حوزه‌ها در معادله دبی ویژه هر یک از زیرحوزه‌ها تعیین شد. چون دبی ویژه از تقسیم دبی بر مساحت تعیین می‌شود، از حاصل ضرب دبی ویژه هر یک از زیرحوزه‌ها در مساحت آن دبی متوسط تعیین شد. ارتفاع رواناب نیز از روش شماره منحنی (مهدوی، ۱۳۸۸) بدست آمد. سپس با استفاده از ارتفاع رواناب و مساحت زیرحوزه حجم رواناب بدست آمد. متوسط بارش زیرحوزه‌ها با استفاده از نقشه هم باران منطقه و روش خطوط هم باران بدست

آمد. بارش سالیانه منطقه نیز از آمار ایستگاه‌های حوزه استخراج شد. متغیر پاسخ هیدرولوژیکی نیز از نسبت ارتفاع رواناب به بارش زیرحوزه‌ها بدست آمد که یکی از مهم‌ترین متغیرهای پایداری حوزه آبخیز به شمار می‌رود. برای تعیین مهم‌ترین شاخص به تعداد ۲۰ پرسشنامه بین اساتید و دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد دانشگاه تهران توزیع شد.

۳. نتایج

در پژوهش حاضر حوزه آبخیز زیدشت واقع در منطقه طالقان جهت رتبه‌بندی برای اقدامات مدیریتی، به چهار زیر حوزه تقسیم شده است. این نواحی چهارگانه بر اساس شاخص‌های متفاوتی که در زیر به تفصیل به آن‌ها اشاره می‌شود، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج اندازه‌گیری‌های میدانی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. شاخص‌ها و متغیرهای انتخابی و همچنین مقدار آن‌ها در زیرحوزه‌ها

مقدار در زیرحوزه‌ها				متغیر	شاخص
D2	D1	DINT2	DINT1		
۲۶	۳۰	۱۸	۲۴	درصد بقایای گیاهی	شاخص حفاظت خاک
۱۰	۶	۱۵	۱۰	در صد سنگ و سنگریزه	
۴۳	۴۶	۴۱	۴۴	درصد تاج پوشش	
۷۹	۸۳	۷۴	۷۸	درصد پوشش خاک	
۲۱	۱۷	۲۶	۲۲	درصد خاک لخت	
۲۴۹	۹۲۹	۵۵۲	۷۳۰	فرسایش ویژه (m ³ /Km ² /y)	شاخص فرسایش و رسوب
۱۶۷	۲۷۰	۲۴۳	۱۲۷	رسوب ویژه (m ³ /Km ² /y)	
۱۶۲۶	۷۵۸۵	۴۲۲۵	۲۵۳۱	رسوب کل (m ³ /y)	
۱۳	۱۴	۱۵	۱۴	کلاس خوشخوراکی (%)	شاخص ترکیب گیاهی
۲۶	۲۱	۲۵	۲۵		
۵۶	۵۷	۵۶	۵۶		
۵۵	۵۵	۶۰	۵۶		
۳۳	۳۲	۲۷	۳۱		
۱۲	۱۴	۱۳	۱۳		
۱۱۵۴	۱۱۴۷	۱۳۵۸	۱۶۹۳	مساحت به هکتار	شاخص کمیت آب
۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۷	دبی ویژه (m ³ /s)	
۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۴۵	دبی متوسط (m ³ /s)	
۴۳۸۲۲۰۰	۳۴۴۱۰۰۰	۳۵۳۰۸۰۰	۴۰۶۳۲۰۰	حجم رواناب (m ³)	
۰/۳۸	۰/۳	۰/۲۶	۰/۲۴	ارتفاع رواناب (m)	
۶۴۵/۶۵	۶۱۰/۲	۵۲۶/۶۳	۴۹۷/۹۵	متوسط بارش (mm)	
۰/۷	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۵۱	بارش (m)	
۰/۵۵	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۴۸	پاسخ هیدرولوژیکی	

شاخص ترکیب گیاهی

با توجه به معیار شاخص ترکیب گیاهی که شامل زیر معیارهای کلاس خوشخوراکی و فرم رویش گیاهی است، زیر حوزه DINT1 با توجه به اینکه از کلاس خوشخوراکی بالاتر و فرم گیاهی مناسب‌تری برخوردار است، نسبت به سایر زیر حوزه‌ها رتبه بالاتری در جدول داراست. با توجه به مقدار f_i که معرف درجه برخورداری عوامل مورد نظر در حوزه قابل بررسی می‌باشد،



هرچه این مقدار کمتر باشد حوزه مورد نظر از رتبه بالاتری نسبت به حوزه‌های دیگر برخوردار می‌باشد. در این قسمت حوزه DINT1 از رتبه بالاتری نسبت به ۳ حوزه دیگر برخوردار است. نتایج بررسی در جدول ۲ آمده است. توضیح اینکه اعداد داخل جداول ۲ الی ۵ مربوط به ماتریس فواصل می‌باشد.

جدول ۲. رتبه‌بندی زیر حوزه‌ها بر اساس شاخص ترکیب گیاهی

شاخص‌ها	کلاس خوشخوراکی					فرم رویشی		رتبه	
	Cio	fi	یک	دو	سه	فورب	گندمیان		بوته‌ای
زیرحوزه‌ها									
DINT1	۲	۰/۴۶۶	۲	۸۰/۲	۵/۳	۷۳/۷	۸۰/۷	۲	۳/۷۶
DINT2	۰	۰/۴۷۲	۲	۸۰/۲	۵/۳	۰	۴۶/۹	۲	۳/۸۱۴
D1	۲	۰/۴۷۸	۰	۸۶/۷	۰	۹۵/۸	۲۰	۰	۳/۸۵۴
D2	۸	۰/۶۴۷	۸	۰	۵/۳	۹۵/۸	۰	۸	۵/۲۱۷

شاخص حفاظت خاک

زیر حوزه D1 به دلیل اینکه نسبت به سایر زیرحوزه‌ها کمترین درصد خاک لخت و بیشترین درصد پوشش بر روی خاک را دارا می‌باشد، در جدول رتبه‌بندی زیرحوزه‌ها با توجه به این شاخص، رتبه اول و وضعیت مطلوب‌تری را دارا می‌باشد. با توجه به مقدار f_i که معرف درجه برخورداری است در این قسمت حوزه D1 از رتبه بالاتری نسبت به ۳ حوزه دیگر برخوردار است. نتایج بررسی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. رتبه‌بندی زیر حوزه‌ها بر اساس شاخص حفاظت خاک

شاخص‌ها	درصد خاک لخت	درصد پوشش خاک	درصد تاج پوشش	درصد سنگ و سنگریزه	درصد بقایای گیاهی	رتبه	fi	Cio
DINT1	۲/۴	۲/۴	۲/۴	۲/۴۵	۱/۹۲	۳	۰/۳۸	۳/۲۳
DINT2	۷/۹	۷/۹	۷/۹	۰	۷/۶۸	۴	۰/۶۶	۵/۵۸
D1	۰	۰	۰	۷/۹۵	۰	۱	۰/۳۳	۲/۸
D2	۵۱/۵	۵۱/۵	۵۱/۵	۲/۴۵	۰/۸۵	۲	۰/۳۶	۳/۰۳

شاخص فرسایش و رسوب

بر خلاف دو معیار ذکر شده در بالا که وضعیت مطلوب برای برنامه‌ریزان، رتبه اول در جدول رتبه‌بندی بود، به دلیل ماهیت منفی فرسایش و رسوب برای حوزه‌های آبخیز، برنامه‌ریزان باید رتبه آخر این شاخص را به عنوان وضعیت مطلوب در نظر بگیرند. در این قسمت حوزه D2 از رتبه بالاتری نسبت به ۳ حوزه دیگر برخوردار است. بنابراین این توضیح داده شده وضعیت

مطلوب‌تر یا همان رتبه آخر جدول مربوط به زیر حوزه D1 می‌باشد که با توجه به توضیحات ذکر شده در شاخص حفاظت خاک، این زیر حوزه بیشترین محافظ در برابر عوامل فرساینده خاک و در پی آن کم‌ترین رسوب تولید شده را بین ۴ زیر حوزه مذکور دارا می‌باشد. نتایج بررسی در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. رتبه‌بندی زیر حوزه‌ها بر اساس شاخص فرسایش و رسوب

شاخص‌ها زیر حوزه‌ها	فرسایش ویژه	رسوب ویژه	رسوب کل	C io	f i	رتبه
DINT1	۳/۷	۰	۶۰/۱	۷۱/۹	۰/۱۵	۲
DINT2	۸۱/۴	۴/۰۹	۱/۳	۲/۶	۰/۲	۳
D1	۷/۴	۶/۲	۷۶/۸	۴/۵	۰/۳۵	۴
D2	۰	۰/۴۸	۰	۹۰/۶	۰/۰۵	۱

شاخص کمیت آب

با توجه به تمام عوامل مثبت و منفی دخیل در این شاخص، باز هم بالاترین رتبه جدول و بهترین وضعیت بین زیر حوزه‌ها را زیرحوزه D1 دارد. این زیر حوزه علی‌رغم پایین‌تر بودن بارش نسبت به زیر حوزه D2، به دلیل کمتر بودن ارتفاع رواناب خروجی از زیر حوزه، مقام اول جدول رتبه‌بندی زیر حوزه‌ها را تصاحب کرده است. همچنین دلیل برتری این زیر حوزه نسبت به دو زیر حوزه DINT1 و DINT2، میزان بارش بالاتر است. در این قسمت حوزه D1 از رتبه بالاتری نسبت به ۳ حوزه دیگر برخوردار است. نتایج بررسی در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. رتبه‌بندی زیر حوزه‌ها بر اساس شاخص کمیت آب

شاخص‌ها زیر حوزه‌ها	مساحت	دبی ویژه	دبی متوسط	حجم رواناب	ارتفاع رواناب	متوسط بارش	بارش (m)	پاسخ هیدرولوژیکی	C io	f i	رتبه
DINT1	۰	۶	۸۶/۲	۸۲/۵	۰	۶/۰۵	۷/۴۴	۳/۰۱۵	۵/۶۱	۰/۶۳	۴
DINT2	۹۲/۲	۷۰/۶	۹۱	۰/۰۵۳	۴۰/۱	۳/۹۳	۲/۴۹	۷/۴۴	۴/۲۳	۰/۴۸	۲
D1	۶/۰۶	۰	۰	۰	۵۱/۲	۰/۳	۰/۷۴	۳/۹۳	۳/۵۱	۰/۳۹	۱
D2	۱۵/۹	۰	۵۰/۰۱	۵/۹۳	۶/۸۱	۰	۰	۰	۴/۳۱	۰/۴۹	۳

۴. بحث و نتیجه گیری

استفاده از سرزمین، بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اکولوژیک و پتانسیل‌های محیطی، باعث پیامدهای ناگوار و تخریب محیط زیست می‌شود که در نهایت، منابع طبیعی را در معرض تهدید قرار داده و محیط را از توسعه پایدار دور می‌کند. در چند دهه اخیر، بسیاری از کشورها، برنامه‌ریزی سرزمین را بر اساس آمایش و ارزیابی توان اکولوژیک، مهم‌ترین ابزار و عامل تحقق توسعه پایدار بشمار آورده‌اند. هدف چنین دیدگاهی، استفاده مطلوب از منابع طبیعی و نیروی انسانی در جهت کفایت اقتصادی و اجتماعی است (Pooramad, 2001). بنابراین با توجه به وضعیت منابع حوزه آبخیز، لازم است هرگونه اقدامات مدیریتی با نگرش به استعداد و قابلیت‌های حوزه آبخیز و در چارچوب توان و گنجایش محیط و با اجرای دیدگاه و تفکر آمایشی و اصول توسعه پایدار که همانا توسعه متعادل است صورت گیرد (Mirdavoody, 1999). در فرآیند برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین بخصوص ارزیابی توان اکولوژیک ما با معیارها و شاخص‌های متعددی روبرو هستیم که کار تصمیم‌گیری را با مشکل مواجه می‌کند. از آنجا که اتخاذ تصمیم صحیح و به موقع تاثیر بسزایی در زندگی بشر دارد، ضرورت وجود یک تکنیک قوی که بتواند برنامه‌ریزان را در این زمینه یاری کند کاملاً محسوس می‌باشد. الگوریتم تاکسونومی یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی فن تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری می‌باشد. این روش می‌تواند با در نظر گرفتن تمامی جوانب از جمله جنس معیارها، اولویت و وزن معیارها نسبت به یکدیگر و ...، گزینه‌ها را نسبت به یکدیگر سنجیده و آنها را به شیوه‌ای عقلانی ردیف نماید. علیرغم آنچه گفته شد مدل‌های تصمیم‌گیری همانند هر روش دیگری تنها داده را به اطلاعات تبدیل کرده و در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد و این تصمیم‌گیرنده است که باید بر مبنای اطلاعات بدست آمده و شرایط موجود، تصمیم بهینه را اتخاذ کند و از پذیرش مطلق نتایج بهره‌برد (دستورانی و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیق حاضر نیز با استفاده از روش تاکسونومی عددی و چهار شاخص تاثیرگذار برای اولویت‌بندی زیرحوزه‌های آبخیز زیدشت که خود بخشی از حوزه آبخیز بزرگتر طالقان است، جهت اقدامات مدیریتی حوزه آبخیز انجام گرفت. مطابق نتایج به دست آمده، با توجه به ۴ شاخص در نظر گرفته شده برای رتبه‌بندی زیرحوزه به روش تاکسونومی، زیرحوزه D1 به دلیل داشتن رتبه اول در ۳ شاخص، بهترین وضعیت را جهت اجرای اقدامات مدیریتی، نسبت به ۳ ناحیه دیگر دارد و در اولویت اول قرار می‌گیرد. مهم‌ترین شاخص رتبه‌بندی، شاخص حفاظت خاک می‌باشد که خود عاملی برای کاهش مقدار شاخص فرسایش و رسوب و افزایش شاخص کمیت آب به شمار می‌آید. از دلایل اهمیت شاخص حفاظت خاک در رتبه‌بندی زیرحوزه‌ها برای اجرای طرح‌های مدیریتی می‌توان به اهمیت فرسایش خاک اشاره کرد که مواردی همچون افزایش تقاضای زمین و قابلیت دسترسی کم به آن، عدم تناسب فرصت‌های شغلی در روستا با رشد جمعیت، کاربری ضعیف اراضی و سوء مدیریت در اراضی از عوامل تشدیدکننده فرسایش خاک به شمار می‌آیند. با توجه به شاخص حفاظت خاک که مهم‌ترین شاخص بوده (با توجه به نتایج پرسشنامه)، زیرحوزه‌های D2 و DINT1 و DINT2 در اولویت‌های بعدی قرار دارند. با توجه به نتایج بدست آمده درمورد شاخص تنوع گیاهی منطقه، این شاخص کمترین تاثیر را در اجرای اقدامات مدیریتی دارد.

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت که روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای اولویت‌بندی در حوزه‌های آبخیز مناسب می‌باشند و می‌توان در دیگر حوزه‌ها جهت اولویت‌بندی استفاده شود. بنابراین استفاده از این روش‌ها با توجه به نتایج پوراابراهیم و همکاران (۲۰۱۱)، ویتلوکس (۲۰۰۵)، دستورانی و همکاران (۱۳۹۱) و بختیاری فر و همکاران (۱۳۸۷) توصیه می‌شود که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارند.

۵. منابع

۱. احمدی، ح.، ۱۳۸۸. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. آسایش، ح.، ۱۳۷۵. اصول و روشهای برنامه ریزی ناحیه ای، تهران، انتشارات پیام نور.
۳. بختیاری فر، م.، مسگری، و. م.، کریمی، ۱۳۸۷. مدلسازی تعیین میزان مناسب کاربری اراضی با استفاده از روش‌های تصمیم گیری چند متغیره مکانی، همایش ژئوماتیک، تهران.
۴. بهشتی، م.ب.، ۱۳۶۲. معرفی تاکسونومی عددی، روشی برای گروه بندی، درجه بندی و تعیین درجه و اهداف توسعه، تبریز، انتشارات سازمان برنامه و بودجه آذربایجان.
۵. بیدآباد، ب.، ۱۳۶۲. آنالیز تاکسونومی و کاربرد آن، تهران، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
۶. دستورانی و همکاران، ۱۳۹۱. مروری بر روش تاپسیس (TOPSIS) و کاربرد آن در ارزیابی توان اکولوژیکی حوزه‌ها به منظور مدیریت جامع آبخیز، هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه لرستان.
۷. زیاری، ک.، ۱۳۷۸. اصول و روشهای برنامه‌ریزی منطقه‌ای، یزد، انتشارات دانشگاه یزد.
۸. شیخی، غ.، ۱۳۸۸. روش تحقیق تاکسونومی و تکنیک به کارگیری آن. www.searches.blogfa.com
۹. مخدوم، م.، ۱۳۷۹. نخستین تجربه مدل سازی توامان برای ساماندهی اطلاعات جغرافیایی در ایران، همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری کشور.
۱۰. مدیریت آبخیزداری، تابستان ۱۳۷۷. سازمان جهاد سازندگی استان تهران، مطالعات فیزیوگرافی حوزه آبخیز زیدشت.
۱۱. مومنی، م.، نجفی مقدم، ع.، ۱۳۸۳. ارزیابی عملکرد اقتصادی شرکت‌های در بورس تهران با استفاده مدل TOPSIS. فصل‌نامه بررسی اقتصادی، ۱(۳).
۱۲. مهدوی، م.، ۱۳۸۸. هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم.
13. Aurger, P. 2000. Aggregation and emergence in ecological modelling, *Ecol. Model*, 127, 11-20.
14. Brazier, A.m., 1998. Geographic Information system: A consistent approach to land use planning decisions around hazardous installation. *Hazardous Materials*, 61:355-36.
15. Witlox, F., 2005. Expert system in land-use planning. An overview Expert systems with Applications. 29, 437-445.
16. Pourebrahim, Sh., Hadipour, M., Bin Mokhtar, M., 2011. Integration of spatial suitability analysis for land use planning in coastal areas, case of Kuala Langat District, Selangor, Malaysia. *Landscape and Urban Planning*.
17. PoorAhmad, A., 2001. Land use Logistics and Balancing in the Country Urban System College, *Journal of Literature and Humanity University*. No. 12, 969-995.
18. Mirdavody, H., 1999. The Study and the Determination of Markazi Province Ecological Potential in Agricultural and Range Loud Management Using GIS Research and Science, *Journal of Iran Range Land and Deserts*. Vol. 15, 242-255.