دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها به منظور اجرای پروژه‌های آبخیزداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آسیاب جفته)

صدیقه محمدی

گروه اکولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران،
(نویسنده مسوول: mohamadisedigeh@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۳۰

چکیده

در خصوص اولویت‌بندی زیرحوضه‌های یک حوزه آبخیز به منظور اجرای پروژه‌های آبخیزداری، در داخل و حتی خارج کشور تحقیقات کمی به انجام رسیده است. از معایب اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در روش متداول فعلی آبخیزداری، سلیقه کارشناسی است، لذا این تحقیق با هدف ارزیابی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (دو روش TOPSIS و VIKOR در ۱۲ حالت وزن‌دهی مختلف) و روش متداول فعلی در اولویت‌بندی زیرحوضه‌های سد آسیاب جفته شهرستان بافت واقع در استان کرمان (بعنوان یک پایلوت) انجام شد. برای این منظور مشکلات زیرحوضه‌ها در ۵ بخش یا معیار فرسایش و رسوب، خشکسالی، سیل، کم‌آبی و اقتصادی- اجتماعی در زیرمعیارهای مختلف تفکیک شد. با توجه حصول نتایج مشابه در روش متداول فعلی آبخیزداری با وزن‌دهی اول TOPSIS و VIKOR در انتخاب دو زیرحوضه اول مشکل‌دار و دو زیرحوضه با اولویت آخر از نظر مشکل (امتیاز ۸ و ۹)، می‌توان چنین نتیجه گرفت هر سه روش در تعیین زیرحوضه‌های دارای اولویت و فاقد اولویت مشابه عمل می‌کنند و در انتخاب زیرحوضه‌های با وضعیت متوسط از نظر مشکل، دارای نتایج متفاوتی هستند.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی، روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، زیرحوضه، سد بافت.

مقدمه

بدون شک ارائه یک برنامه جامع و کامل در یک حوزه آبخیز بدون شناخت از عوامل محیطی (مطالعات پایه آبخیزداری) شامل فیزیوگرافی، زمین‌شناسی و میسر نخواهد شد. اکوسیستم‌های حوزه آبخیز درخور توجه خاصی هستند (۶،۲،۱۷). بررسی منابع حاکی از وجود روابط متقابل و پیچیده بین اجزای یک سیستم آبخیز است. برآیند این روابط به صورت مشکلات در یک حوزه آبخیز نمایان می‌شود.

بررسی مشکلات زیرحوضه‌ها یکی از موارد ضروری جهت ارائه برنامه‌های مربوط به بخش منابع طبیعی است. بعبارت دیگر ارائه برنامه در یک منطقه بایستی بر مبنای بررسی مشکلات آن منطقه در زیرحوضه‌ها باشد. در شرایط کنونی، مشکلات یک زیرحوضه در مطالعات آبخیزداری طبق شرح خدمات طرح جامع در قالب معیارهای سیل، کم‌آبی، فرسایش و رسوب، اقتصادی-اجتماعی و خشکسالی در مطالعه تلفیق و سنتز مورد بررسی قرار می‌گیرد (۱۸). در روش متداول فعلی مشاوران آبخیزداری، پس از تعیین زیرمعیارها و مطالعه آن‌ها در هر زیرحوضه ابتدا امتیاز هر زیرمعیار بر اساس رأی کارشناس تعیین و سپس بر اساس مجموع امتیازات زیرمعیارهای هر زیرحوضه، اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها انجام می‌شود. نکته مهم این است که در امتیازدهی روش متداول فعلی آبخیزداری که یک روش کارشناس محور است، بسته به نظر کارشناس وزن یک معیار می‌تواند بالا یا پایین‌تر از مقدار واقعی در نظر گرفته شود. این مسأله باعث می‌شود که کارشناسان مطالعات آبخیزداری، زیرحوضه‌های دارای اولویت و مشکل‌دار را جهت اجرای پروژه‌های آبخیزداری بر اساس رأی کارشناسی انتخاب نمایند. بعبارت دیگر در ظاهر امر اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها بر مبنای مشکلات انجام می‌شود اما کارشناس قادر است با دخالت سلیقه و بیشتر درنظر گرفتن امتیازدهی مشکل مورد نظر خود، زیرحوضه دلخواه خود را به سمت زیرحوضه اولویت اول سوق دهد. این مهم باعث می‌شود که پروژه‌های آبخیزداری و تخصیص اعتبارات یک حوزه آبخیز در زیرحوضه‌هایی که با سلیقه انتخاب شده‌اند، عملیاتی شوند. به منظور رفع این مشکل و حذف کارشناس‌محوری روش متداول فعلی، ارائه یک روش علمی دقیق و قابل‌قبول برای برنامه‌ریزان و مدیران، جهت اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از ضروریات است. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[1]- که روش TOPSIS[2] و VIKOR[3] متداول ترین آن‌هاست- بعنوان یک روش علمی و قابل‌قبول در راستای کاهش نظر کارشناسی در امر اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها می‌تواند گامی موثر و کارساز باشد (۱۱،۵). در داخل و خارج کشور از روش‌های TOPSIS و VIKOR جهت اولویت‌بندی در زمینه‌های مختلف در علوم منابع طبیعی بهره گرفته شده است؛ در این زمینه خلقی (۱۰) در یک بررسی تصمیم‌گیری چندمعیاره برای مدیریت برنامه‌ریزی سیستم‌های مختلف فاضلاب و تصفیه آن استفاده کرد. وی نتیجه گرفت، درصورتی‌که شخص مدیر، خود یک کارشناس خبره باشد، نتایج اخذ شده و اولویت‌بندی‌های انتخابی به مراتب ضمانت اجرایی بیشتری خواهند داشت. چانگ و همکاران (۵) در اولویت‌بندی حفاظتی نمودن زیرحوضه‌های مختلف با روش VIKOR در کیفیت ذخایر آبی حوزه آبخیز دخایر منطقه تسنگ ون در جنوب تایوان به

1- Muticriterion Decision Making
2- Technique for order performance by similarity to ideal solution
3- Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno Resenje

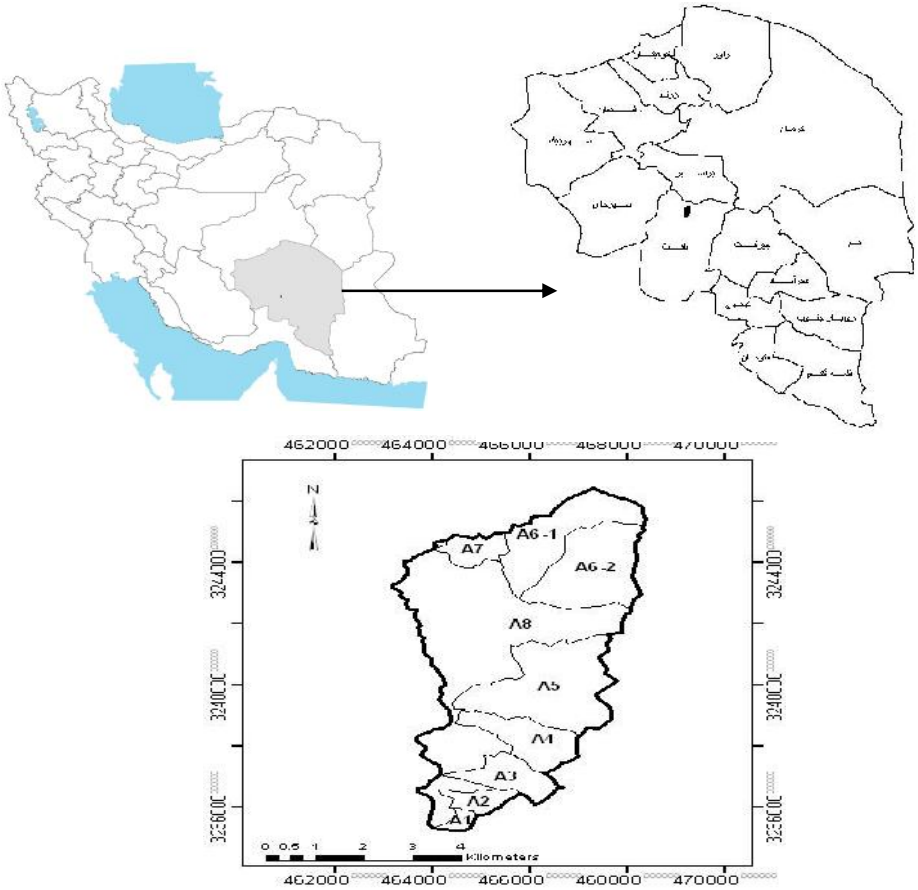
این نتیجه رسیدند که زیرحوضه‌های نزدیک به خروجی یا مناطق دخیره آب بایستی حفاظت شوند. علوی و همکاران (۱) در مقایسه روش‌های TOPSIS فازی و AHP فازی برای اولویت‌بندی جهت انتخاب برای کاشت گونه‌های بومی در منطقه معدنی مس سرچشمه به این نتیجه رسیدند که در هر دو روش به ترتیب اولویت، بادام وحشی، بنه یاپسته وحشی، گز، إفدرا، گون، سالسولا تعیین گردیدند. کایا و کاهرام (۹) در یک تصمیم‌گیری چندمعیاره با دو روش VIKOR و AHP در راستای اولویت‌بندی برای جنگل‌کاری در منطقه استانبول، زیرحوضه آبخیز اومرلی را بعنوان زیرحوضه با اولویت اول جنگل‌کاری معرفی نمودند. کیم و همکاران (۱۲) در یک بررسی جهت اولویت‌بندی رودخانه جهت تخلیه فاضلاب یک حوزه شهری از روش TOPSIS فازی استفاده کردند و نتیجه گرفتند به دلیل نوسانات فصلی فاکتورهای کیفیت و کمیت آب استفاده از روش فازی در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره باعث افزایش کارایی اولویت‌بندی خواهد شد. مهری و همکاران (۱۳) مناطق با اولویت اول جدید جهت حفاظت را در استان مازندران با الگوریتم بهینه‌سازی شناسایی کردند و مرز جدیدی برای مناطق حفاظتی استان مازنداران ارائه دادند. صادقلو و سبحانی قیداری (۱۶) در تحقیقی گزینه‌های راهبردی مناسب را در مدیریت مخاطره سیل با روش TOPSIS مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که بازنگری بر نحوه نظارت بر ساخت و سازها و فعالیت‌های اقتصادی حاشیه رودخانه‌ها از اولویت بالاتری نسبت به سایر گزینه‌های راهبردی مدیریت سیل در روستاهای حوزه آبخیز قره چای رامیان می‌باشند. کرمی و همکاران (۷) در تحقیقی برای تعیین توان حوزه آبخیز بابل‌رود برای کاربری‌های مختلف از فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند. طبق نتایج حاصله از نقشه آمایش سرزمین، بیش از ۵۹ درصد اراضی این منطقه جهت کاربری اراضی جنگلی اختصاص یافت. مصطفی‌زاده و همکاران (۱۴) به الویت بندی زیرحوضه‌های بحرانی از لحاظ فرسایش و رسوب با استفاده از مدل پاسخ فرسایش حوضه و آنالیز مرفومتری در حوزه آبخیز روضه چای پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که روش پاسخ فرسایش حوضه قابلیت بالایی در تعیین الویت انجام عملیات کنترل فرسایش زیرحوضه‌ها دارد. مومنیان و همکاران (۱۵) به الویت‌بندی زیرحوزه‌های آبخیز قطورچای استان آذربایجان غربی بر اساس درجه سلامت آبخیز پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کلیه زیرحوضه‌ها از وضعیت سلامت متوسط برخوردارند.

در رابطه با اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها در داخل کشور خلقی (۱۱) گزارش کرده است که در حوزه‌های آبخیز مشرف به شهر تهران (کن، گرمابدره، گلابدره و دربند) روش تابع تجمعی ارزش در تصمیم‌گیری چندمعیاره روشی موثر و مفید در اولویت‌بندی زیرحوضه‌هاست.

با وجود اختلاف رأی کارشناسی و نبود یک روش و الگوریتم پایا و روا، نمی‌توان در خصوص ارائه یک برنامه درست و علمی گامی موثر برداشت. به منظور حل این مشکل استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گامی جدید است که در داخل کشور تحقیقات کمی در این زمینه انجام شده است. که در این تحقیق نیز فقط یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (تابع تجمعی ارزش) مورد بررسی قرار گرفته است (۱۱). رایج بودن کاربرد و تأیید نتایج حاصل از روش‌های TOPSIS و VIKOR در تحقیقات خارجی (۹،۵،۱۲) و داخلی (۱) ضرورت استفاده از روش‌های TOPSIS و VIKOR را (در وزن دهی‌های مختلف) آشکار می‌کند. جهت تخصیص پروژه‌های آبخیزداری در زیرحوضه‌ها و اولویت‌بندی آنها بر مبنای مشکلات، استفاده از علم ریاضیات و بهینه‌سازی با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (TOPSIS و VIKOR) گامی کارساز است، زیرا مقدار عظیمی از فاکتورهای موثر و متغیرها وجود دارند که باید در تصمیم‌گیری لحاظ شوند و اثرات و وابستگی‌های داخلی این عوامل متفاوت است. از آنجا که اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، باعث هدایت صحیح و موثر بودجه، منابع انسانی، تجهیزات و سایر منابع به زیرحوضه‌ای می‌شود که توان و پتانسیل بیشتر برای پیشرفت نسبت به سایر زیرحوزه‌های آبخیز در منطقه را دارد، لذا این تحقیق با هدف استفاده از قابلیت روش‌های TOPSIS و VIKOR در اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها، در یک پایلوت انجام شد.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز آسیاب جفته در محدوده ۵۷ درجه و ۵۱ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۵۸ درجه ۰۱ دقیقه ۴۴ ثانیه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۳۲ دقیقه ۳۵ ثانیه تا ۲۸ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۳ ثانیه عرض شمالی واقع شده که جزو حوضه سد بافت می‌باشد. شکل ۱ موقعیت این حوضه و زیرحوضه‌های آن را در ایران و استان کرمان و جدول ۱ برخی مشخصات زیرحوضه‌ها را نمایش می‌دهد.

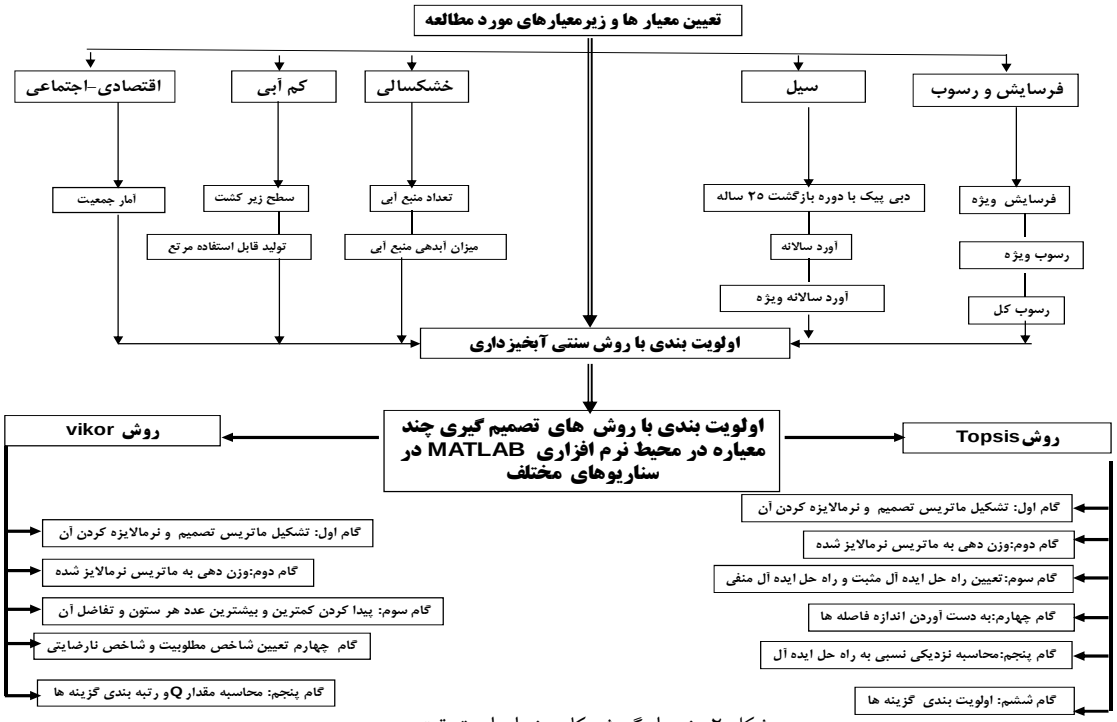


شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز آسیاب جفته و زیرحوضه‌های آن در شهرستان بافت استان کرمان
Figure 1. Location of Asyabjofeth watershed and it's subwatersheds in Baft county of Kerman province

جدول ۱- مشخصات زیرحوضه‌های مورد مطالعه
Table 1. Characterstics of studied subwatersheds

زیر حوضه	مساحت تیپ اراضی (هکتار)			ارتفاع متوسط وزنی (متر)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	درجه حرارت متوسط °C	حداکثر مطلق دما °C	حداقل مطلق دما °C	سطح مرتع (هکتار)
	کوه	فلات و تراس فوقانی	واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار						
A۱	۳۰/۸	۰	۰/۵	۲۴۶۰/۶۶	۲۸۰	۱۰/۶۶	۳۱/۷۷	-۱۳/۳۸	۳۱/۳۷
A۲	۷۹/۶۹	۰	۰	۲۵۱۰/۴۳	۲۹۷/۹	۱۰/۳۱	۳۱/۴۳	-۱۳/۷	۷۹/۶۹
A۳	۱۵۹	۰	۴/۵	۲۵۴۰/۵	۳۰۸/۷	۱۰/۱۰	۳۱/۲۲	-۱۳/۹	۱۶۳/۵
A۴	۱۸۳	۰	۴۵	۲۵۴۱/۸	۳۰۹/۲	۱۰/۰۹	۳۱/۲۱	-۱۳/۹۱	۲۲۸/۳۵
A۵	۲۵۲	۹	۳۲۸	۲۵۶۶/۸	۳۱۸/۲	۹/۹۱	۳۱/۰۴	-۱۴/۰۷	۴۵۸
A۸	۵۱۳/۸	۶۲۴	۱۶۰/۶	۲۵۵۹/۶	۳۱۵/۶	۹/۹۶	۳۱/۰۹	-۱۴/۰۲	۱۱۶۵.۴
A۷	۹۲	۹/۵	۰	۲۶۱۰/۸	۳۳۴/۱	۹/۶۰	۳۰/۷۴	-۱۴/۳۶	۱۰۱/۹
A۶-۲	۲۷۱	۱۷۰/۸	۰	۲۶۴۹/۵	۳۴۸	۹/۳۲	۳۰/۴۷	-۱۴/۶۱	۴۲۳
A۶-۱	۱۲۸/۲	۲۴۶/۴	۰	۲۶۵۲/۴	۳۴۹	۹/۳۰	۳۰/۴۵	-۱۴/۶۳	۳۴۵/۶

جهت انجام این تحقیق، ابتدا انتخاب معیارها و زیر معیارها انجام شد (۱۸). پنج معیار مورد مطالعه شامل فرسایش و رسوب، سیل، خشکسالی، اقتصادی- اجتماعی و کم آبی بدست آمد. زیرمعیارهای رسوب ویژه و فرسایش ویژه و فرسایش کل برای مشکل فرسایش و رسوب، زیرمعیارهای آورد سالانه آورد سالانه ویژه و دبی پیک ۲۵ ساله برای مشکل سیل، زیرمعیار تعداد منبع آبی و میزان آبدهی آن برای مشکل خشکسالی، زیرمعیار جمعیت برای مشکل اقتصادی- اجتماعی و زیرمعیار سطح زیرکشت و تولید قابل استفاده مراتع برای مشکل کم‌آبی درنظر گرفته شد و روش‌های مختلف ذیل جهت اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از نظر اجرای پروژه‌های آبخیزداری مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲، نمودار گردش کار تحقیق را نمایش می‌دهد.



شکل ۲- نمودار گردش کار روند اجرای تحقیق
Figure 2. The research process flowchart

با توجه به هدف از اجرای این تحقیق در راستای مقایسه روش متداول فعلی آبخیزداری با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل روش تاپسیس و ویکور، به تشریح این روش‌ها پرداخته می‌شود:

- روش متداول فعلی آبخیزداری

در این روش به هر یک تن رسوب ویژه یک امتیاز، هر یک تن فرسایش ویژه یک امتیاز، هر منبع آبی یک امتیاز، هر ده هکتار اراضی کشاورزی یک امتیاز، هر۵۰ کیلوگرم علوفه مرتعی قابل‌استفاده یک امتیاز، هر ده نفر جمعیت یک امتیاز، هر منبع آبی یک امتیاز، هر دویست هزار مترمکعب آورد سالانه یک امتیاز هر بیست هزار مترمکعب آورد ویژه سالانه یک امتیاز و هر یک مترمکعب دبی پیک با دوره بازگشت ۲۵ ساله یک امتیاز داده شد. نهایتاً از جمع امتیازات زیرمعیارها در هر زیرحوضه منطقه مطالعاتی، امتیاز نهایی زیر حوضه‌ها بدست آمد (۱۶).

- روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

دو روش تاپسیس و ویکور از تکنیک‌های پرکاربرد تصمیم‌گیری چندشاخصه محسوب می‌شوند که اخیراً در تحقیقات متعددی از این دو روش استفاده شده است، در این تحقیق جهت اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها از دو روش TOPSIS و VIKOR در محیط نرم‌افزاری Matlab در وزن دهی‌های مختلف کمک گرفته و به منظور کاهش اعمال نقطه نظرات سلیقه‌ای کارشناسان و قابل اجرا بودن نتایج در حالات و شرایط مختلف وزنی، ۱۲ وضعیت مختلف وزن‌دهی برای معیارها به شرح جدول ۲ در هر دو روش TOPSIS و VIKOR درنظر گرفته شد:

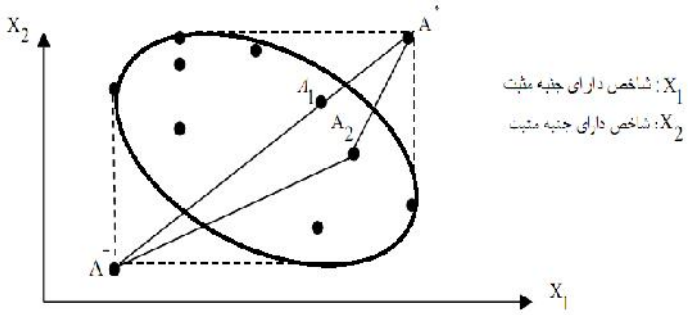
جدول ۲- وضعیت‌های مختلف وزن‌دهی

Table 2. Different statuses of weighting

تشریح وضعیت وزن‌دهی	شماره وضعیت وزن‌دهی
وزن تمامی معیارها بصورت مساوی	۱
وزن معیار فرسایش ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۲
وزن معیار رسوب ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۳
وزن معیار رسوب کل معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۴
وزن معیار منبع آبی معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۵
وزن معیار میزان آبدهی منابع معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۶
وزن معیار سطح زیر کشت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۷
وزن معیار تولید قابل استفاده معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۸
وزن معیار جمعیت معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۹
وزن معیار آورد سالانه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۱۰
وزن معیار آورد سالانه ویژه معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۱۱
وزن معیار دبی پیک ۲۵ ساله معادل ۵۰ درصد و مابقی معیارها ۵۰ درصد	۱۲

- روش TOPSIS

تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه، روشی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود. الگوریتم تاپسیس یک تکنیک چندشاخصه جبرانی بسیار قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق نزدیک نمودن به جواب ایده‌آل می‌باشد. در روش تاپسیس، گزینه انتخاب شده می‌باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد. در این روش، ماتریس n×m که دارای m گزینه و n شاخص می‌باشد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است هر موضوع مورد بررسی یک گزینه محسوب می‌شود. که در این تحقیق زیرحوضه‌ها همان گزینه‌ها هستند و معیارهای بررسی آن‌ها شاخص‌های ما می‌باشند. شکل ۳، منطق روش تاپسیس را نمایش می‌دهد (۱۴،۳).



شکل ۳- منطق روش تاپسیس (فاصله گزینه‌ها از ایده ال مثبت و منفی)
Figure 3. The logic of TOPSIS method (options distance from the positive and negative ideals)

این روش دارای ۶ گام است (۳):
گام اول: به دست آوردن ماتریس تصمیم و استاندارد کردن آن

$$D = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} X_1 & X_2 & & X_j & & X_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{array}$$

X_{ij} : مقدار عددی بدست آمده

A_i : گزینه i ام

شکل۴- ماتریس تصمیم دارای m گزینه و n شاخص
Figure 4. Decision matrix with **m** options and **n** indexes

جهت استانداردسازی ماتریس تصمیم، مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم را بدون مقیاس می‌کنیم.به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌شود. در نتیجه هر درایه r_{ij} از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} X_{ij}^{2}}} \qquad (۱)$$

گام دوم: وزن دهی به ماتریس نرمالایز شده

ماتریس تصمیم در واقع پارامتری است و لازم است کمی شود، به این منظور تصمیم‌گیرنده برای هر شاخص وزنی را معین می‌کند. مجموعه وزن‌ها (w) در ماتریس استاندارد شده (R) ضرب می‌شود.

$$W = \left(w_1, w_2, \ldots, w_j, \ldots, w_n\right) \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

با توجه به اینکه ماتریس W_{n*1} قابل ضرب در ماتریس تصمیم نرمالایز شده (n*n) نیست، قبل از ضرب باید ماتریس وزن را به یک ماتریس قطری W_{n*n} تبدیل نمود.

(۳)

$$A^{*}=\left\{\left(\max_i v_{ij}\,|\,j\in J\right),\left(\min_i v_{ij}\,|\,j\in J'\right)\,|\,i=1,2,\ldots,m\right\}=\left\{v_1^{*},v_2^{*},\ldots,v_j^{*},\ldots,v_n^{*}\right\}$$

گزینه ایده ال مثبت

$$A^{-}=\left\{\left(\min_i v_{ij}\,|\,j\in J\right),\left(\max_i v_{ij}\,|\,j\in J'\right)\,|\,i=1,2,\ldots,m\right\}=\left\{v_1^{-},v_2^{-},\ldots,v_j^{-},\ldots,v_n^{-}\right\}$$

گزینه ایده ال منفی

$J=\{j=1,2,3,\cdots,n\}\mapsto j$ های مربوط به شاخص سود

$J'=\{j=1,2,3,\cdots,n\}\mapsto j$ های مربوط به شاخص هزینه

گام چهارم: بدست آوردن اندازه فاصله‌ها

فاصله بین هر گزینه n بعدی را از روش اقلیدسی می‌سنجیم. یعنی فاصله گزینه i را از گزینه‌های ایده آل مثبت و منفی می‌یابیم .

$$S_{i^*}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(\neg_{ij}-\neg^{*}_{j})^2} \qquad (۴)$$

$$S_{i-}=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(\neg_{ij}-\neg^{-}_{j})^2} \qquad (۵)$$

$i = 1, 2, 3, \ldots, m$

گام پنجم : محاسبه نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل

این معیار از طریق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$C_{i^*}=\frac{S_{i-}}{S_{i^*}+S_{i^-}} \qquad (۶)$$

$0 \langle C_{i^*} \langle 1$

مشخص است که هرچه فاصله گزینه A_i از راه حل ایده‌آل کمتر باشد نزدیکی نسبی به ۱ نزدیک‌تر خواهد بود.

گام ششم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

نهایتاً گزینه‌ها را بر اساس ترتیب نزولی رتبه‌بندی می‌شوند.

- روش VIKOR

روش ویکور (VIKOR) یکی از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر می‌باشد. به طوری که قادر است تصمیم‌گیرندگان را برای دستیابی به یک تصمیم نهایی یاری دهد. در اینجا جواب سازشی نزدیک‌ترین جواب موجه به جواب ایده‌آل است که کلمه سازش به یک توافق متقابل اطلاق می‌گردد. در واقع مدل ویکور از طریق ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، گزینه‌ها را اولویت‌بندی یا رتبه‌بندی می‌کند. در این مدل معیارها وزن‌دهی نمی‌شوند بلکه معیارها از طریق روش‌های دیگر ارزیابی می‌شود و سپس گزینه‌ها بر اساس معیارها و با ترکیب در ارزش معیارها، ارزیابی شده و رتبه‌بندی می‌شوند. در این مدل همواره چند گزینه مختلف وجود دارد که این گزینه‌ها بر اساس چندمعیار به صورت مستقل ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینه‌ها بر اساس ارزش، رتبه‌بندی می‌گردند. تفاوت اصلی این مدل با مدل‌های تصمیم‌گیری سلسله مراتبی یا شبکه‌ای این است که بر خلاف آن مدل‌ها، در این مدل‌ها مقایسات زوجی بین معیارها و گزینه‌ها صورت نمی‌گیرد و هر گزینه مستقلاً توسط یک معیار سنجیده و ارزیابی می‌گردد.

این روش دارای ۵ گام می‌باشد:

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم و نرمال‌سازی آن

در این مرحله ماتریس تصمیم یا همان ماتریس امتیازدهی گزینه‌ها براساس معیارهاتشکیل و سپس نرمال‌سازی آن از همان رابطه نرمال‌سازی روش تاپسیس صورت می‌گیرد.

گام دوم: وزن‌دهی به ماتریس نرمالایز شده

در این مرحله، مجموعه وزن‌ها (w) در ماتریس نرمالایز شده (R) مانند روش TOPSIS ضرب می‌شود.

$$R^{*}=MinRi \qquad (۷)$$

گام سوم: تعیین نقطه ایده‌آل مثبت و منفی برای هر معیار بهترین و بدترینِ هریک را در میان همه گزینه‌ها تعیین کرده و به ترتیب + f و - f می‌نامیم. اگر معیار از نوع سودمندی باشد خواهیم داشت:

(۸)

$$f+=Maxf_{ij}$$
$$f-=Min\,f_{ij}$$

گام چهارم: تعیین سودمندی

اپریکویک دو مفهومی اساسی سودمندی (S) و تاسف (R) را در محاسبات ویکور مطرح کرده است. مقدار سودمندی (S_i) بیانگر فاصله نسبی گزینه iام از نقطه ایده‌آل و مقدار تأسف (R_i) بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه iام از دوری از نقطه ایده‌آل می‌باشد.

$$R_i=\max\left[w_j.\frac{f_{j^*}-f_{ij}}{f_{j^*}-f_{j^-}}\right] \qquad (۹)$$

گام سوم: تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی

دو گزینه مجازی ایجاد شده در واقع بهترین و بدترین راه حل هستند. A^{*} و A^{-} به صورت‌های زیر تعریف می‌شوند:

$$s_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot \frac{f_{j^*} - f_{ij}}{f_{j^*} - f_{j^-}} \qquad (۱۰)$$

گام پنجم: محاسبه شاخص ویکور
گام آخر، محاسبه شاخص ویکور (Q_i) برای هرگزینه است:

(۱۱)

$$Q_i = \neg \left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1 - \neg) \left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \right]$$

$$S^- = MaxSi \qquad S^* = MinSi \qquad R^- = MaxRi$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از الویت‌بندی هر یک از زیرحوضه‌های مورد مطالعه به تفکیک در مورد هر یک از روش‌های سه‌گانه اعمال شده ارائه می‌شود.

- روش متداول فعلی آبخیزداری

امتیازدهی معیارها و زیرمعیارها بر اساس روش متداول فعلی اداره آبخیزداری به شرح جدول ۳ می‌باشد لازم به ذکر است که در این روش با افزایش امتیاز، رتبه‌ها کاهش می‌یابد و حوضه از اولویت بیشتری جهت اجرای پروژه‌های آبخیزداری برخوردار می‌گردد.

- روش TOPSIS

نتایج حاصل از امتیاز دوازده وزن‌دهی مورد بررسی از روش تاپسیس در جدول ۴ ارائه شده است. ترسیم وزن‌دهی اول این روش با روش متداول فعلی در شکل ۵ نمایش شده است. لازم به ذکر است که در این روش با افزایش امتیاز، رتبه‌ها کاهش می‌یابد و حوضه از اولویت بیشتری جهت اجرای پروژه‌های آبخیزداری برخوردار می‌گردد.

جدول ۳- امتیازات زیرحوضه‌ها با روش متداول فعلی آبخیزداری

Table 3. Subwatershed scores with the current watershed management method

زیرمعیار	فرسایش ویژه	رسوب ویژه	رسوب کل	منبع آبی	میزان آبدهی منابع	سطح زیر کشت	تولید قابل استفاده	جمع یت	آورد سالانه	آورد سالانه ویژه	دبی پیک ۲۵ ساله	جمع امتیازات
A۱	۴	۵/۰۶	۳/۵۸	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۰/۰۸	۲/۶۹	۰/۹۱۸	۱۸
A۲	۵/۷	۶/۰۶	۱۲/۹	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۰/۲۴	۳/۰۲	۲/۳۹۹	۳۲
A۳	۶/۵	۶/۲	۲۶/۶	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۰/۵۲	۰/۳۲۲	۴/۳۴۳	۴۶
A۴	۴/۹	۴/۲۸	۳۱/۹	۱	۴	۱/۲	۲/۲	۰	۰/۷۳	۰/۳۲۳	۴/۰۸	۵۴
A۵	۶/۴	۵	۱۰۷	۲	۲۲	۶/۲	۱/۷۹	۱۰/۷	۲/۰۱	۰/۳۴۱	۱/۱۸	۱۶۵
A۸	۷/۱	۴/۶	۲۶۳	۳	۱۳	۱/۵	۲/۰۷	۲/۳	۴/۳۶	۰/۳۳۶	۰	۳۰۱
A۷	۴/۳	۴/۳۴	۱۲/۵	۰	۰	۰	۲/۲	۰	۰/۳۸	۰/۳۷۵	۱/۷۶	۲۵
A-۶ ۲	۶/۴	۵	۸۰/۷	۰	۰	۰/۷	۱/۴۶	۰	۱/۷۹	۰/۴۰۶	۴/۳۱	۱۰۰
A ۱-۶	۶/۶	۵/۲۸	۷۰/۶	۱	۵	۱	۱/۵۵	۰	۱/۵۳	۰/۴۱	۵/۵	۹۸

جدول ۴- تعیین امتیاز و رتبه زیرحوضه‌ها با روش TOPSIS

Table 4. Determination of subwatershed scoring and ranking by TOPSIS method

	*وضعیت وزن‌دهی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A۱	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۶۰	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۲۷	۰/۸۲
	A۲	۰/۷۵	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۵۸	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۲۳	۰/۵۹
	A۳	۰/۸۱	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۹۰	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۶۰	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۳۴
	A۴	۰/۷۷	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۸۰	۰/۵۷	۰/۹۵	۰/۸۴	۰/۹۳	۰/۳۵
امتیاز	A۵	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۴۳	۰/۵۸	۰/۳۴	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۵۳	۰/۸۰	۰/۶۹
	A۸	۰/۴۸	۰/۳۶	۰/۵۴	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۷۳	۰/۴۳	۰/۷۶	۰/۱۴	۰/۸۳	۰/۸۱
	A۷	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۶۲	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۷۰
	A۶-۲	۰/۷۶	۰/۵۶	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۹۵	۰/۶۱	۰/۹۲	۰/۳۳
	A۶-۱	۰/۷۰	۰/۵۱	۰/۶۵	۰/۷۴	۰/۶۷	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۷۴	۰/۹۳	۰/۶۷	۰/۹۰	۰/۲۳
	A۱	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۳	۵	۴	۱	۸	۱
	A۲	۶	۴	۷	۳	۵	۵	۴	۶	۶	۳	۹	۵
	A۳	۲	۵	۶	۴	۲	۲	۲	۴	۲	۴	۲	۷
	A۴	۴	۳	۲	۵	۶	۶	۷	۷	۳	۵	۳	۶
رتبه	A۵	۹	۹	۹	۸	۸	۹	۹	۹	۹	۸	۷	۴
	A۸	۸	۸	۸	۹	۹	۸	۸	۸	۸	۹	۶	۲
	A۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱	۲	۱	۳
	A۶-۲	۵	۶	۴	۷	۴	۴	۵	۱	۵	۷	۴	۸
	A۶-۱	۷	۷	۵	۶	۷	۷	۶	۲	۷	۶	۵	۹

- **روش VIKOR**

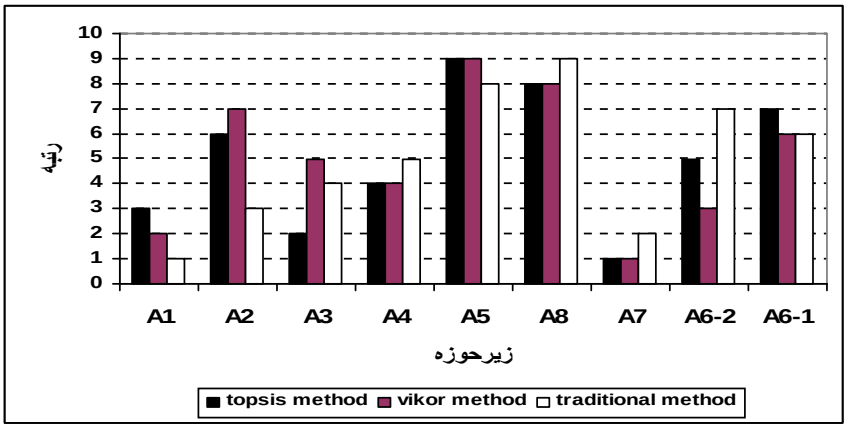
نتایج حاصل از امتیاز دوازده وزن‌دهی مورد بررسی از روش ویکور در جدول ۵ ارائه شده است. ترسیم وزن‌دهی اول این روش با روش متداول فعلی در شکل ۵ نمایش شده است.

لازم به ذکر است که در این روش با افزایش امتیاز، رتبه‌ها افزایش می‌یابد و حوزه از اولویت کمتری جهت اجرای پروژه‌های آبخیزداری برخوردار می‌گردد.

جدول ۵- تعیین امتیاز و رتبه زیرحوضه‌ها با روش VIKOR

Table 5. Determination of subwatershed scoring and ranking by VIKOR method

	*وضعیت وزن‌دهی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	A۱	۰/۱۸	۰	۰/۳۹	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۸۴	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۷۸	۰
	A۲	۰/۵۱	۰/۵۲	۰/۹۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۹۷	۰/۱۶	۰/۱۵	۱	۰/۴۴
	A۳	۰/۴۷	۰/۶۹	۱	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۹۵	۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۷۸
	A۴	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۸۹	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۶۵
امتیاز	A۵	۱	۰/۸۶	۰/۶۹	۰/۶۰	۰/۷۹	۱	۱	۰/۷۰	۱	۰/۶۲	۰/۳۸	۰/۴۵
	A۸	۰/۹۴	۱	۰/۴۹	۱	۱	۰/۷۰	۰/۴۷	۱	۰/۴۵	۱	۰/۳۵	۰/۲۰
	A۷	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۶	۰	۰	۰	۰/۰۷
	A۶-۲	۰/۲۵	۰/۵۹	۰/۳۹	۰/۲۷	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۶	۰	۰/۰۸	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۶۷
	A۶-۱	۰/۴۷	۰/۷۲	۰/۶۰	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۲۰	۱
	A۱	۲	۱	۳	۲	۲	۲	۲	۵	۲	۲	۸	۱
	A۲	۷	۴	۸	۴	۵	۵	۵	۸	۷	۳	۹	۴
	A۳	۵	۶	۹	۵	۴	۴	۳	۷	۵	۵	۴	۸
	A۴	۴	۳	۲	۳	۶	۶	۶	۶	۴	۴	۲	۶
رتبه	A۵	۹	۸	۷	۸	۸	۹	۹	۳	۹	۸	۷	۵
	A۸	۸	۹	۵	۹	۹	۷	۸	۹	۸	۹	۶	۳
	A۷	۱	۲	۱	۱	۱	۸	۱	۴	۱	۱	۱	۲
	A۶-۲	۳	۵	۴	۶	۳	۳	۴	۱	۳	۶	۳	۷
	A۶-۱	۶	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۲	۶	۷	۵	۹



شکل ۵- اولویت‌بندی زیرحوضه‌ها تحت سناریوی اول (یکسان گرفتن وزن معیارها) در دو روش تاپسیس و ویکور و مقایسه آنها با روش متداول فعلی آبخیزداری

Figure 5. Prioritization of subwatersheds under first scenario (same weighting of criterias) in two TOPSIS and VIKOR and comparing with current traditional watershed management method.

نتایج حاصل از اولویت‌بندی با وزن‌دهی‌های مختلف هر دو روش TOPSIS و VIKOR نشان می‌دهد که روند رتبه‌بندی زیرحوضه‌های مورد مطالعه در روش متداول فعلی آبخیزداری با وزن دهی اول (یعنی یکسان گرفتن تمامی معیارها) در تمامی زیرحوضه‌ها تقریباً مشابه است. هرچند بین این دو رویه انطباق کاملی وجود نداشت ولی تعیین دو زیرحوضه با اولویت اول و دوم توسط روش متداول فعلی کارشناس در تعیین دو زیرحوضه مشکل‌دار اول با هر دو روش به شرط یکسان گرفتن تمامی معیارها قابل تأیید است. بعبارت دیگر اگر برای اداره آبخیزداری همه معیارهای مورد بررسی یکسان باشد می‌توان گفت که کار کارشناسی فقط جهت تعیین دو زیرحوضه اول دارای مشکل تأیید می‌شود و در انتخاب زیرحوضه با اولویت سوم نتیجه روش سنتی خطا بوجود آمده است و نبایستی از روش متداول فعلی استفاده شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که با وزن دادن بیشتر به دبی پیک ۲۵ ساله و آورد سالانه ویژه (وزن‌دهی‌های ۱۱ و ۱۲) در هر دو روش، شاهد فاصله گرفتن بیشتر از روش متداول فعلی آبخیزداری بودیم. لذا به دلیل حساسیت بالای هر دو روش TOPSIS و VIKOR به این معیار پیشنهاد می‌شود کارشناسان محترم و اداره آبخیزداری در محاسبه و آنالیز به این معیارها توجه خاصی داشته باشند.

با توجه به اخذ نتایج مشابه در هر سه روش متداول فعلی آبخیزداری، وزن‌دهی اول TOPSIS و VIKOR در انتخاب دو زیرحوضه اول مشکل‌دار مشابه و دو زیرحوضه با اولویت آخر از نظر مشکل (اولویت ۸ و ۹)، می‌توان چنین نتیجه گرفت هر سه روش در تعیین زیرحوضه‌های دارای مشکل و فاقد مشکل مشابه عمل می‌کنند و فقط در انتخاب زیرحوضه‌های از نظر مشکل متوسط دارای نتایج متفاوتی هستند. نکته مهم این است که اگر وزن معیارها برای اداره آبخیزداری یکسان نباشد و سیاست‌گذاری اداره بر یک معیار خاصی تأکید داشته باشد، به دلیل امکان عملیاتی کردن وزن دهی‌های مختلف در دو روش TOPSIS و VIKOR، پیشنهاد می‌شود از این روش‌ها در مقایسه با روش متداول فعلی آبخیزداری استفاده شود. چرا که در روش متداول فعلی با تغییر کارشناس ممکن است نتایج متفاوتی حاصل گردد. هرچند در مورد نتایج روش متداول فعلی تحقیق حاضر در انتخاب دو زیرحوزه با اولویت اول و آخر با روش‌های ریاضی تاپسیس و ویکور تشابه دیده شد ولی نکته قابل تأمل این است که نتایج تحقیق حاضر در بخش روش متداول فعلی آبخیزداری با تغییر کارشناس مطالعه‌کننده، ممکن است تغییر کند ولی نتایج دو روش مبتنی بر ریاضی تاپسیس و ویکور با تغییر کارشناس، یکسان خواهد ماند. با توجه به این مهم استفاده از این دو روش بجای روش متداول فعلی به دستگاه‌های اجرایی از نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود. همچنین با توجه به وجود تفاوت‌هایی در ارائه نتایج دو روش مبتنی بر ریاضی تاپسیس و ویکور طبق این پژوهش، انتخاب روش بهتر در شرایط متفاوت مناطق مطالعاتی در تحقیقاتی جداگانه از ضروریات امر است و از افق‌های تحقیقاتی این پژوهش به شمار می‌آید.

هرچند شاهدی جهت مقایسه روش متداول فعلی و فعلی آبخیزداری و دو روش TOPSIS و VIKOR وجود نداشت ولی با فرض اعتماد به کارشناس مطالعه‌کننده و درنظر گرفتن کمی اغماض در نتایج روش‌های مبتنی بر ریاضی تاپسیس و ویکور، طبق نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود به زیرحوضه A1 و A7 جهت اجرای عملیات اولویت داده شود که تطابق روش ویکور در این زمینه بهتر از روش تاپسیس بود.

همچنین به دلیل اینکه نتایج روش سنتی با وضعیت وزن‌دهی ۱۱ و ۱۲ زیاد انطباق نداشت می‌توان این نکته را استنتاج نمود که کارشناس در روش متداول فعلی وزن‌های مربوط به دبی پیک ۲۵ ساله و آورد سالانه را متعادل لحاظ نموده است.

در کل می‌توان به این نتیجه رسید که هر دو روش TOPSIS و VIKOR با شرط یکسان گرفتن تمامی معیارها با تعیین دو زیرحوضه مشکل‌دار اول نتایج مشابه‌ای را ارائه داده‌اند.

منابع

1. Alavi, I., D.A. Akbari, M. Ataei and H. Kiadaliri. 2011. A comparison Fuzzy TOPSIS method and Fuzzy AHP method for native plant type selection and implant (Case Study: Sarcheshmeh copper mine). Journal of Renewable Natural Resource Researches, 2(3): 45-56 (In Persian).
2. Alizadeh. A. 2006. Soil, water, plant relationship. Astan ghods razavi press, 470 pp (In Persian).
3. Asgharpor, M.J. 2014. Multi criteria design making. Tehran university press, 400 pp (In Persian).
4. Bari; F., M.K. Wood and L. Murry. 1995. Livestock grazing impacts on inter rill erosion on Pakistan. Journal of Range Management, 48: 251-257.
5. Chang, C.L. and H. Chung-Hsin. 2009. Multi-criteria analysis via the VIKOR method for prioritizing land-use restraint strategies in the Tseng-Wen reservoir watershed. Journal of Environmental Mmanagement, 90: 3226-3230.
6. Esmaeli, A. and K. Abdollahi. 2010. Watershed management & soil conservation. University of mohaghegh ardabili press, 578 pp (In Persian).
7. Karami, O., S.M. Hoseini Nasr, H. Jalilvand and M.H. Miryaghobzadeh. 2015. Determination of Babolrood basin capability for various land uses using multi criteria decision making methods. Journal of Watershed Management Research, 6(11):171-181 (In Persian).
8. Kassas, M. 1983. The global biosphere: conservation for survival. Mazingira, 7(2): 2-13.
9. Kaya, T. and C. Kahraman. 2011. Fuzzy multiple criteria forestry decision making based on an integrated VIKOR and AHP approach. Expert Systems with Applications, 38: 7326-7333.
10. Kholghi, M. 2002a. Multicriterion decision making tools for wastewater planning management. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 3: 11-21.
11. Kholghi, M. 2002b. The use of MDCM method in prioritizing sub watersheds structural flood control. Iranian Natural Resources Journal, 55(4): 479-490 (In Persian).
12. Kim, Y., E.S. Chung, S.M. Jun and S.U. Kim. 2013. Prioritizing the best sites for treated wastewater in stream use in an urban watershed using fuzzy TOPSIS. Resources, Conservation and Recycling, 73: 23-32.
13. Mehri, A., A.R. Salmanmahiny, S.H.R. Mirkarimi and H.R. Rezaei. 2014. Use of optimization algorithms to prioritize protected areas in Mazandaran Province of Iran. Journal for Nature Conservation, 22: 462-470.
14. Momenian, P., H. Nazarnejhad, M.H. Miryaghoubzadeh and R. Mostafazadeh. 2018. Assessment and Prioritizing of Subwatersheds Based on Watershed Health Scores (Case Study: Ghotorchay, Khoy, West Azerbaijan). Journal of Watershed Management Research, 17(9): 1-13.
15. Mostafazadeh, R., K. Haji., A. Esmali-Ouri and H. Nazarnejad. 2017. Prioritization the Critical Sub-Watersheds based on Soil Erosion and Sediment using Watershed Erosion Response Model (WERM) and Morphometric Analysis (Case study: Rozechai Watershed, West Azerbaijan Province). Journal of Watershed Management Research, 8(16): 142-156.

16. Sadeghlo, T. and H. Sobhani Gheidari. 2014. Management alternatives for flood hazard using Topsis model in rural regions (case study: Gharehchay Ramian watershed). Geography and Environmental Hazard, 12: 105-128 (In Persian).
17. Tabtabaei, S.M.F. 2006. Living things. Enteshr sahami nashr press, 384 pp (In Persian).
18. Watershed management office of Kerman, 1392. Synthesis report of Asyabjofteh (provided by engineering incorporation of Sarshakhehayeh sabze Halil, 120 pp (In Persian).

Prioritization of Sub-Catchments for Operation of Watershed Management Projects Via Multi-Criteria Decision Making Techniques (Case Study: Asyabjofeth Watershed)

Sedigheh Mohamadi

Department of Ecology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran (Corresponding Author: mohamadisedigeh@gmail.com)
Received: 21 June 2015 Accepted: 19 June 2016

Abstract

Few researches about prioritization of sub-watersheds of watersheds were conducted to watershed management operations in the world. Cause of existing of professional intervention in traditional method of watershed management office, this research was carried out to prioritization of sub-watersheds via multi-criteria decision making techniques (TOPSIS and VIKOR method in 12 different weighting conditions) in Asyabjofeth watershed. Problems was divided to 5 criteria as soil erosion and deposition, drought, flood, aridity, socio-economic problem. According to results, first scenario (equal weight of sub criteria) of TOPSIS and VIKOR methods and traditional method conducted same in recognition of two most and least critical sub catchments and differed together in recognition of sub watersheds with moderate critical.

Keywords: Prioritization, Multi-criteria decision making techniques, Subwatershed, Baft dam