Archive of SID

انتخاب روش بهینه انتقال آب به مزارع نیشکر در استان خوزستان

منصور مؤمنی
استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

چکیده

در زمینهایی که آبیاری می‌شوند آبرسانی یا انتقال آب از مهمترین مسائل کشاورزی محسوب می‌شود. طراحی و ساخت شبکه انتقال آب با در نظر گرفتن عوامل فنی و اقتصادی، نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کند. هدف این تحقیق رتبه بندی گزینه‌های انتقال آب به مزارع توسعه نیشکر استان خوزستان است. جهت حل مسأله از مدلهای مهم تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده است. گزینه ها (روشهای انتقال آب به مزارع نیشکر) عبارت بودند از: لوله‌های فلزی، لوله‌های پلی اتیلن، لوله‌های GRP و کانال بتنی درجه ۲. شاخصهای تصمیم‌گیری ۱۲ شاخص فنی و اقتصادی بوده است. انتخاب بهینه تمام مدلهای تصمیم‌گیری براساس وزنهای بدست آمده از روش آنتروپی، کانال بتنی درجه ۲ و براساس وزنهای حاصل از مقایسات زوجی، لوله پلی‌اتیلن بوده است. انتخاب بهینه حساسیت زیادی نسبت به روش محاسبه وزنها دارد.

کلید واژه‌ها: انتقال آب، تصمیم‌گیری چندمعیاره، آنتروپی، SAW, ELECTRE, TOPSIS

۱- مقدمه

تأمین نیازهای غذایی کشور از اولویتهای اساسی برنامه دولتمردان ایران در دهه‌های اخیر بوده و در همین راستا توسعه کشاورزی به منظور تولید بیشتر و تأمین احتیاجات غذایی از اهمیت فراوانی برخوردار بوده است.

محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از کاهش نزولات آسمانی و تداوم افزایش میزان تقاضا در بخشهای مختلف کشاورزی، صنعت، شرب، و زیست محیطی که خود متأثر از روند رو به رشد جمعیت است، سبب گردیده تا بحث استفاده بهینه از منابع آب موجود و افزایش بهره وری و تولید در واحد سطح مطرح شود. در این ارتباط بدیهی است آبهای استحصال شده سطحی و آب قابل استحصال، پاسخگوی روند توسعه کشاورزی و

www.SID.ir

Archive of SID

تأمین مواد غذایی جمعیت رو به رشد جامعه نخواهد بود. بنابراین آنچه در این خصوص اهمیت می‌یابد مدیریت مصرف بهینه آب همراه با مدیریت تقاضا در بخشهای مختلف صنعت، کشاورزی، شرب و محیط زیست است تا توسعه پایدار در بخشهای مختلف اقتصادی، به خصوص کشاورزی را امکان پذیر سازد.

به دلیل توسعه سطح زیر کشت نیز استفاده از آبهای قابل استحصال با در نظر گرفتن اصول اقتصادی منابع آب، جایگاه خاص خود را دارد. کشور ایران در طول دهه گذشته سرمایه‌گذاری زیادی را در این زمینه انجام داده است، به گونه‌ای که ۵۰ سد در دست ساخت و ۷۰ سد در حال مطالعه دارد و در مورد شبکه‌ها نیز ۲۴۴ طرح با اعتباری بالغ بر ۳۰۰۰ میلیارد ریال در دست اقدامند. سطح کل اراضی تحت پوشش طرحهای فوق ۶۷۸ هزار هکتار برآورد شده که در حدود ۶۳ درصد توسعه و ۳۷ درصد بهبود است. لازم به توضیح است که در حال حاضر بیش از ۱/۲۵ میلیون هکتار از اراضی آبی کشاورزی تحت پوشش شبکه‌های آبیاری مدرن و تلفیقی است و سالانه رقمی‌در حدود ۱۷ میلیارد متر مکعب آب از طریق آنها توزیع می‌شود [۱، صص ۳۹۵-۳۹۶].

۲- تعریف مسأله

در اراضی کشت آبی، آبرسانی از مهمترین مسائل کشاورزی محسوب می‌شود. طراحی و ساخت شبکه انتقال و توزیع آب، خواه کوچک و خواه بزرگ، به صورت منفرد و یا شبکه، به منظور واحد و یا چند منظوره، از مهمترین مباحث انتقال آب تلقی می‌شود.

به دلیل تلفات زیاد آبیاری در مسیر انتقال توسط کانالها و هنگام توزیع آن در سطح مزرعه و در نتیجه پایین بودن راندمان، در بسیاری از موارد، روشهای دیگر انتقال آب از اولویت برخوردار هستند. بدین جهت توسعه روشهای کارامد، نظیر آبیاری تحت فشار مد نظر قرار گرفته است. در این روشها علاوه بر عدم نیاز به تسطیح و احداث شبکه‌های پر هزینه انتقال آب، امکان انتقال آب از طریق لوله تا سر مزرعه و توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه و همچنین اعمال مدیریت بهره برداری بهینه از آب موجود در مراحل مختلف رشد گیاه فراهم می‌گردد.

بر اساس اطلاعات موجود، در مزارع نیشکر خوزستان کاربرد آب بیش از حدود متعارف است و راندمان کلی آبیاری از حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد متجاوز نیست و به عبارت دیگر حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد آب استحصال‌شده بدون استفاده از دسترس خارج می‌شود [۲، صص ۸ -۱۳].

www.SID.ir

Archive of SID

هدر رفتن آب نه تنها از نظر عدم استفاده از مقادیر زیاد آب قابل توجه است، بلکه آثار سوء آن مانند بالا آمدن سفره زیرزمینی و ایجاد مسائل زهکشی و خراب شدن کیفیت شیمیایی و فیزیکی خاک نیز درخور توجه است. این موضوع به خصوص در خوزستان مشهود است [۳، ص «الف»].

سؤال اساسی این تحقیق آن است که از بین روشهای مختلف آبرسانی که در بخش ۳ مطرح شده است، با توجه به معیارهای مختلف فنی و اقتصادی، باید از کدام روش برای انتقال آب به مزارع استفاده کرد؟

۳- روشهای آبرسانی

روشهای آبرسانی برای مزارع نیشکر را می‌توان به قرار زیر نام برد:

الف- کانال بتنی درجه ۲،

ب- لوله فلزی،

ج- لوله پلی اتیلن،

د- لوله GRP.

الف- کانال بتنی درجه ۲

هر شبکه از کانالهای آبیاری از کانالهایی با ظرفیت مختلف تشکیل شده است. در شبکه‌های آبیاری به دلیل توزیع آب در سطح مزرعه، با نزدیک شدن به پایان مزرعه، کانالهای آبیاری کوچکتر می‌شوند. بدین ترتیب، کانال اصلی در بلندترین نقطه وارد مزرعه می‌شود. آب این کانال بین چند کانال کوچکتر به نام کانال فرعی درجه ۱ تقسیم می‌گردد. کانالهای اخیر به نوبهٔ خود آب را بین کانالهایی با ظرفیت کمتر به نام کانالهای درجه ۲ و درجه ۳ تقسیم می‌کنند. امتیاز کانالهای بتنی، سادگی در احداث و از معایب مهم‌آن، سطح تبخیر بالا است [۴].

ب- لوله فلزی

لوله فولادی در ایران و به ویژه استان خوزستان کاربرد فراوان و سابقه استفاده طولانی در انتقال سیالات دارد. طول عمر مفید این نوع لوله‌ها متأثر از خوردگی آن در شرایط کاربردی است. خوردگی لوله‌ها به دو شکل یکنواخت و موضعی اتفاق می‌افتد. خوردگی یکنواخت عموماً به علت زنگ‌زدگی است، بدین ترتیب که خوردگی در سطح خارجی در اثر اکسیژن

www.SID.ir

Archive of SID

مجاور در هوا و خوردگی داخل لوله در اثر اکسیژن محلول در آب و همچنین سایش به وجود می‌آید. تولید لوله‌های پلی‌اتیلن در اندازه‌های بزرگتر از ۸۰۰ میلی متر در ایران در انحصار شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی است [۴].

د- لوله‌های پلی اتیلن

امروزه لوله‌های اتیلن در کارهای مختلف صنعتی و کشاورزی، جریانهای ثقلی کم‌فشار در مجاری آب، و شبکه‌های فرعی فاضلاب کاربرد وسیعی دارد. خصوصیاتی نظیر سبکی، سهولت در حمل و نقل، بارگیری، باراندازی، قابلیت جوش و اتصال آسان، مقاومت بالا در مقابل عوامل خورنده و اسیدی و مواد اولیه فراوان جهت تهیه لوله‌ها در داخل کشور بدون نیاز به ارز خارجی، مزیتهای تولید و کاربرد این نوع لوله‌ها در ایران به شمار می‌روند. این لوله‌ها در زیر خاک مدفون می‌شوند و بنابراین بسیاری از مسائل ناشی از نظام مالکیت اراضی حل می‌گردد [۴].

هـ - لوله‌های GRP

لوله GRP از محصولات نسبتاً جدید است که اخیراً توسط کارخانه خراسان واقع در استان فارس تحت اجازه شرکت کورنینگ کانادا تولید می‌شود. این نوع لوله، لوله پلاستیکی مسطح شده با الیاف شیشه است و از الیاف فایبرگلاس، ماسه و دولومیت تشکیل شده است. لوله GRP در زیرزمین و برروی بستر نرم (خاک نرم یا ماسه) نصب و اتصال لوله‌ها به یکدیگر به وسیله پوشن و واشر آبند است. از مزایای این نوع لوله‌ها می‌توان به مقاومت نسبی در مقابل خوردگی، پایین بودن هزینه نگهداری و تعمیرات، سهولت انشعاب گیری و نصب ساده اشاره کرد. این نوع لوله‌ها در داخل تولید می‌شود، ولی بخشی از مواد اولیه آن از خارج از کشور تهیه می‌گردد و ارزبری دارد. همچنین قیمت تولید آن متناسب با تغییرات ارز نوسان پذیر است [۴].

۴- شاخصهای تصمیم‌گیری و نحوه جمع‌آوری داده‌ها

پس از برگزاری جلسات متعدد با کارشناسان دفتر فنی و مصاحبه با متخصصین (مهندسین آبیاری و کارگذاری لوله‌ها) شاخصهایی که می‌تواند و انتخاب نوع سیستم انتقال آب به مزارع اثر بگذارد شناسایی گردید که در مجموع ۱۲ شاخص (۶ کمّی و ۶ تا کیفی) به شرح

www.SID.ir

Archive of SID

زیر تشخیص داده شد:

X_1 – دانش فنی نگهداری و بهره برداری (کیفی/مثبت)،

X_2 – دانش فنی جهت اجرا (کیفی/مثبت)،

X_3 – در دسترس بودن مصالح مورد نیاز (کیفی/مثبت)،

X_4 – سطح تبخیر آب انتقالی به مزارع (کیفی/منفی)،

X_5 – تنظیم کنترل مصرف آب متناسب با نیاز (کیفی/مثبت)،

X_6 – رسوب برداری (کیفی/مثبت)،

X_7 – سرعت اجرا و نصب در روز بر حسب متر (کمّی/مثبت)،

X_8 – طول عمر بر حسب سال (کمّی/مثبت)،

X_9 – هزینه خدمات پشتیبانی و نگهداری هر متر در ماه بر حسب ریال (کمّی/منفی)،

X_{10} – هزینه اقلام مورد نیاز هر متر بر حسب ریال (کمّی/منفی)،

X_{11} – هزینه اجرا و نصب متر بر ریال (کمّی/منفی)،

X_{12} – هزینه حمل و نقل مصالح مورد نیاز هر متر بر حسب ریال (کمّی/منفی).

علت تفکیک شاخص هزینه به چند شاخص این است که این تحقیق در گستره کشت و صنعتهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی انجام پذیرفته و این کشت و صنعتها در موقعیتهای جغرافیایی متفاوت در سطح استان خوزستان قرار دارند. این امر باعث تغییر اطلاعات و داده‌های مربوط به هر شاخص در هر واحد می‌گردد. بنابراین ضروری بود تفکیک شاخصها به صورتی انجام پذیرد که مدل به دست آمده و نتایج آن قابل استفاده برای کشت و صنعتهای هفتگانه باشد.

برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به شاخصهای کمّی، از فهرست بهای فعالیتهای آبیاری زهکشی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی و همچنین اطلاعات موجود در دفتر فنی شرکت توسعه نیشکر استفاده شد.

داده‌های مربوط به شاخصهای کیفی توسط طراحی پرسشنامه و توزیع آن بین اعضای دفتر فنی (کارشناسی و مدیران مربوط) جمع‌آوری گردید. سپس در جلسه‌ای با حضور اعضای دفتر فنی، نتایج به دست آمده در مورد هر شاخص و همچنین اهمیت هر شاخص نهایی گردید. نتایج در جدول ۱ مشخص شده است.

www.SID.ir

منصور مؤمنی

جدول ۱ اطلاعات اولیه

شاخصها / گزینه ها	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^-	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+	X_9^-	X_{10}^-	X_{11}^-	X_{12}^-
	دانش فنی نگهداری و بهره‌برداری	دانش فنی جهت اجرا	در دسترس بودن مصالح مورد نیاز	سطح تبخیر آب انتقالی به مزارع	تنظیم کنترل مصرف اب با نیاز	رسوب برداری	سرعت اجرا و نصب در روز به متر	طول عمر به سال	هزینه خدماتی پشتیبانی و نگهداری متر بر ریال در ماه	هزینه اقلام مورد نیاز متر بر ریال	هزینه اجرا و نصب متر بر ریال	هزینه حمل و نقل
لوله فلزی	زیاد	زیاد	زیاد	خیلی کم	زیاد	زیاد	۶۴	۲۰	۲۳۰۰	۹۶۱۰۷۲	۲۸۴۹۲۶	۸۵۰۰۰
لوله پلی اتیلن	متوسط	متوسط	زیاد	خیلی کم	زیاد	متوسط	۹۰	۴۵	۳۴۰۰	۱۰۲۹۱۹۳	۲۰۲۰۰۰	۶۰۰۰
لوله *GRP*	متوسط	متوسط	متوسط	خیلی کم	زیاد	متوسط	۴۵	۳۵	۳۶۰۰	۱۳۱۳۳۳۴	۲۲۴۴۹۰	۲۳۲۰۰
کانال بتنی درجه ۲	خیلی زیاد	خیلی‌زیاد	خیلی زیاد	زیاد	کم	زیاد	۲۰	۵۰	۴۰۰۰	۵۳۸۱۶	۵۶۵۳۸۴	۱۲۰۰۰

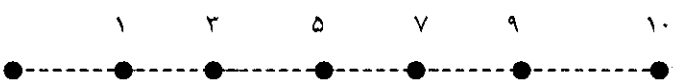
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

۵- مدلهای مورد استفاده

برای اولویت بندی روشهای انتقال آب به مزارع نیشکر با توجه به شاخصهای مختلف لازم بود ابتدا ضریب اهمیت (اوزان) شاخصها محاسبه شود، زیرا اهمیت شاخصها یکسان نبود. از روش آنتروپی[1] و روش مقایسات زوجی[2] برای محاسبه ضریب اهمیت شاخصها استفاده شد. قبل از آن لازم بود ماتریس تصمیم کمّی شود که به این منظور از مقیاس دوقطبی زیر برای شاخصهای مثبت استفاده شد [۵]:



در صورتی که شاخصی منفی بود، جهت کمّی کردن برعکس می‌شد.

الف- روش آنتروپی

روش آنتروپی بر اساس پراکندگی مقادیر شاخصها، اوزان مربوط به هر شاخص را حساب می‌کند [۶]. این روش قابلیت آن را دارد تا در صورتی که تصمیم‌گیرنده(گان) ارزیابی اولیه‌ای (قضاوت ذهنی) از اهمیت شاخصها داشتند، آن را دریافت کرده، اوزان به‌دست آمده بر اساس مدل را تعدیل کند [۷].

ماتریس تصمیم چند شاخصه به صورت زیر را در نظر بگیرید که A_i گزینه i ، x_j شاخص j ، و a_{ij} ارزش گزینه i از نظر شاخص j است. در این صورت روش آنتروپی برای محاسبه ضرایب اهمیت شاخصها، مستلزم طی مراحل زیر است [۵]:

شاخص / گزینه	X_1	X_2	....	Xn
A_1	a_{11}	a_{12}	.....	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	.....	a_{2n}
A_m	a_{m1}	a_{m2}	.....	a_{mn}

1. entropy
2. pairwise comparison

www.SID.ir

Archive of SID

الف- مقادیر هر ستون بر جمع مقادیر ستون تقسیم تا مقادیر بهنجار شده[1] به‌دست آیند.
ب- آنتروپی هر شاخص (Ej) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شوند:

$$E_j = -K\Sigma_i a_{ij} \log(a_{ij}), \qquad K = 1/\log(m)$$

ج- معیار پراکندگی برای هر شاخص ($d_j = 1 - E_j$) محاسبه شود.
د- مقادیر d_j با تقسیم بر مجموع آنها بهنجار شده و وزن شاخصها به دست می‌آیند.

$$W_j = d_j / \Sigma_j d_j$$

هـ - قضاوت ذهنی تصمیم‌گیرنده برای هر شاخص (λ_j) به صورت زیر اعمال می‌شود:

$$\text{اوزان تعدیل شده } W_j = \lambda_j W_j / \Sigma_j \lambda_j W_j$$

نتایج محاسبات مربوط به اوزان با روش آنتروپی در جدول ۲ آورده شده است.

ب- روش مقایسات زوجی

ایده این روش، کمّی کردن مقایسات زوجی بین هر دو شاخص ممکن است. اگر a_{ij} میزان ترجیح شاخص I بر j باشد، میزان ترجیح شاخص j بر i ، یعنی a_{ji} برابر است با $a_{ji} = 1/a_{ij}$. همچنین در قطر ماتریس مقایسات زوجی که هر شاخصی با خودش مقایسه می‌شود، مقادیر برابر ۱ است.

پس از تعیین جدول مقایسات زوجی توسط تصمیم‌گیرنده - که اگر چند تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد میانگین هندسی نظرها محاسبه می‌شود - مراحل زیر طی گردد:

الف- مقادیر هر ستون بر جمع مقادیر ستون تقسیم می‌شود تا مقادیر بهنجار شده به‌دست آید.

ب- متوسط مقادیر هر سطر ماتریس بهنجار شده به عنوان اوزان محاسبه می‌شود.

ج- برای اتکا به نتایج لازم است نسبت سازگاری (CR) محاسبه شود. اگر این نسبت کوچکتر از ۰/۱ باشد سازگاری قابل قبولی در محاسبات وجود دارد [۵].

نتایج حاصل از این روش، بدون ذکر جزئیات محاسبات آن در جدول ۳ آورده شده است.

1. normalized

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۲ نتایج محاسبات مربوط به اوزان با مدل آنتروپی

شاخصها	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^-	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+	X_9^-	X_{10}^-	X_{11}^-	X_{12}^-
E_j	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۰/۹۴۹	۰/۹۶۱	۰/۹۸۹	۰/۹۱۵	۰/۹۶۳	۰/۹۹۸	۰/۸۳۲	۰/۹۳۷	۰/۶۸۲
$d_j = 1 \quad E_j$	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴	۰/۰۵۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۰/۰۸۵	۰/۰۳۷	۰/۰۰۲	۰/۱۶۸	۰/۰۶۳	۰/۳۱۸
W_j	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۴۷	۰/۰۱۳	۰/۱۰۱	۰/۰۴۴	۰/۰۰۳	۰/۱۹۹	۰/۰۷۵	۰/۳۷۸
قضاوت ذهنی	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۳
اوزان تعدیل شده W_j	۰/۰۱۴	۰/۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۳	۰/۰۰۴	۰/۱۳۱	۰/۰۵۲	۰/۰۰۱	۰/۴۹۸	۰/۰۹۷	۰/۱۱۳

جدول ۳ نتایج محاسبات مربوط به اوزان با روش مقایسات زوجی

شاخصها	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^-	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+	X_9^-	X_{10}^-	X_{11}^-	X_{12}^-
اوزان	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۵

Archive of SID

Archive of SID

پس از تعیین اوزان، سه مدل مهم تصمیم‌گیری چند شاخصه یعنی SAW ، TOPSIS و ELECTRE که دارای فرایندهای محاسباتی زیر هستند برای اولویت‌بندی گزینه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

SAW[1]: این مدل پس از بهنجارسازی مقادیر شاخصها، مجموع وزنی ساده $R(A_i)$ را برای هرگزینه به صورت زیر محاسبه و گزینه‌ای را انتخاب می‌کند که $R(A_i)$ آن حداکثر باشد[۷]:

$$R(A_i) = \Sigma_j \, W_j \, a_{ij}$$

TOPSIS[2]: این روش مبتنی بر میزان فاصله هر گزینه از ایدئال و ضد ایدئال است. الگوریتم این روش به صورت زیر است [۷]:

الف- مقادیر هر شاخص با استفاده از رابطه زیر بی مقیاس می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{[\Sigma_j x^{۲}_{ij}]^{۱/۲}}$$

ب- ماتریس تصمیم بهنجار شده موزون (V) به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$V = W[r_{ij}], \qquad W = [W_۱, W_۲, \ldots, W_n]$$

ج- مقادیر ایدئال و ضد ایدئال به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$A^{+} = (Max \;\; Vij \,|\, j \in J), (Min \;\; Vij \,|\, j \in j') = (V_{۱+}, V_{۲+}, \ldots, V_{m+})\}$$

$$A^{-} = (Min \;\; Vij \,|\, j \in J); (Max \;\; Vij \,|\, j \in j') = (V_{۱-}, V_{۲-}, \ldots, V_{m-})\}$$

که در آن j مجموعه شاخصهای مثبت و j' مجموعه شاخصهای منفی است.

د- میزان فاصله تا مقادیر ایدئال (S_{i+}) و ضد ایدئال (S_{i-}) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{i+} = [\Sigma_j (V_{ij} - V_{j+})^{۲}]^{۱/۲}$$

$$S_{i-} = [\Sigma_j (V_{ij} - V_{j-})^{۲}]^{۱/۲}$$

هـ - میزان نزدیکی نسبی به جواب ایدئال (C_{i+}) برای هر گزینه به صورت زیر محاسبه و

1. simple additive weighted (SAW)
2. technique for order preference by similarity to Ideal solution (TOPSIS)

www.SID.ir

Archive of SID

سپس گزینه‌ای که بیشترین مقدار نزدیکی نسبی را دارد به عنوان اولویت (رتبه) اول انتخاب می‌شود:

$$C_{i+} = (S_{i-})/(S_{i-} + S_{i+})$$

ELECTRE[1]: این مدل از مفهوم غیررتبه‌ای استفاده می‌کند و مراحل آن به صورت زیر است[۵]:

الف و ب- دقیقاً همانند مدل TOPSIS.

ج- مجموعه هماهنگ (S_{kl}) و مجموعه ناهماهنگ (D_{kl}) برای هر زوج گزینه k و l به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_{KL} = \{J \mid r_{kj} \geq r_{lj}\}$$

$$D_{KL} = \{J \mid r_{kj} < r_{lj}\}$$

د- محاسبه ماتریس هماهنگی (I_{kl}) به صورت زیر:

$$I_{kl} = \Sigma j \in S_{kl} W_j, \Sigma_j W_j = 1$$

هـ - محاسبه ماتریس ناهماهنگی (NI) به ازای مجموعه ناهماهنگ D_{kl} به صورت زیر:

$$NI = \{Max_j \in D_{kl} \mid V_{kj} - V_{lj}\} / \left|\{Max_j \in J \mid V_{kj} - V_{Lj}\ \}\right|$$

و- تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر (F) : میانگین مقادیر ماتریس هماهنگی محاسبه و با تک تک مقادیر ماتریس هماهنگی مقایسه می‌شود. اگر مقدار مورد نظر از میانگین بزرگتر یا مساوی آن باشد مقدار آن درایه ۱ و در غیر این صورت مقدار صفر می‌گیرد. به ماتریس حاصل ماتریس هماهنگ مؤثر (F) گفته می‌شود.

ز- تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G) : مقادیر این ماتریس همانند ماتریس F است، ولی براساس ماتریس ناهماهنگی محاسبه می‌شود.

ح- تشکیل ماتریس کلی و مؤثر (H) : عناصر این ماتریس از ضرب درایه های متناظر دو ماتریس F و G به دست می‌آیند.

ط- حذف گزینه‌های کم جاذبه: هر ستونی از H که حداقل دارای یک عنصر ۱ باشد قابل

1. elimination et choice translation reality

www.SID.ir

Archive of SID

حذف است، زیرا آن گزینه تحت تسلط گزینه‌های دیگر است.

به دلیل طولانی بودن محاسبات، جزئیات عملیات ذکر نشده و نتایج حل مسأله توسط سه مدل مذکور در جدول ۴ و ۵ آورده شده است.

چنانکه از جدول ۴ مشخص است، در هر سه مدل مورد استفاده، کانال بتنی درجه ۲ و لوله پلی اتیلن اولویتهای اول و دوم را به خود اختصاص داده‌اند، ولی در اولویتهای سوم و چهارم دو مدل ELECTRE TOPSIS، اولویت سوم به لوله فلزی و اولویت چهارم به لوله GRP داده شده است. در مدل SAW اولویت سوم و چهارم به ترتیب به لوله GRP و لوله فلزی اختصاص دارد.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد در صورتی که از روش مقایسه زوجی برای تعیین وزنها استفاده شود اولویت اول لوله پلی‌اتیلن و اولویت دوم کانال بتنی درجه ۲ است. لوله GRP و لوله فلزی برحسب نوع مدل در اولویتهای بعدی قرار می‌گیرند.

جدول ۴ اولویت‌بندی روشهای انتقال آب به مزارع نیشکر بر اساس مدلهای مختلف تصمیم‌گیری و وزنهای بدست آمده از روش آنتروپی

مدل	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم
SAW	کانال بتنی درجه ۲	لوله پلی‌اتیلن	لوله GRP	لوله فلزی
TOPSIS	کانال بتنی درجه ۲	لوله پلی‌اتیلن	لوله فلزی	لوله GRP
ELECTRE	کانال بتنی درجه ۲	لوله پلی‌اتیلن	لوله فلزی	لوله GRP

جدول ۵ اولویت‌بندی روشهای انتقال آب به مزارع نیشکر بر اساس مدلهای مختلف تصمیم‌گیری و وزنهای بدست آمده از روش مقایسه زوجی

مدل مورد استفاده	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم
SAW	لوله پلی‌اتیلن	کانال بتنی درجه ۲	لوله GRP	لوله فلزی
TOPSIS	لوله پلی‌اتیلن	کانال بتنی درجه ۲	لوله فلزی	لوله GRP
ELECTRE	لوله پلی‌اتیلن	کانال بتنی درجه ۲	لوله فلزی	لوله GRP

۶- نتیجه‌گیری و بحث

مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره به دلیل در نظر گرفتن شاخصهای مختلف کیفی و کمّی و همچنین مثبت و منفی از قابلیت بالایی برای حل مسائل تصمیم‌گیری برخوردارند [۹]. این

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیق یکی از کاربردهای مهم مدلهای تصمیم‌گیری چند معیاره را نشان می‌دهد. در این تحقیق با توجه به ۱۲ شاخص مختلف فنی و اقتصادی (۶ شاخص کیفی و ۶ شاخص کمی) روشهای مختلف انتقال آب به مزارع نیشکر استان خوزستان مورد ارزیابی قرار گرفته و اولویت بندی شده‌اند.

نتایج سه مدل مهم تصمیم‌گیری چند معیاره براساس وزنهای محاسبه شده با روش آنتروپی نشان می‌دهد که از بین روشهای مختلف آبرسانی به مزارع، کانال بتنی درجه ۲ ارجح بوده، با توجه به درنظرگرفتن جمیع شاخصها انتخاب شده است. این گزینه از نظر شاخص سطح تبخیر دارای ضعف مهمی‌است، ولی روش آنتروپی برای این شاخص ۲/۴ درصد اهمیت قائل شده که به نظر می‌رسد ناچیز باشد. علت ناچیز بودن این وزن آن است که پراکندگی مقادیر ماتریس تصمیم در مورد این شاخص کم است و بدین جهت روش آنتروپی وزن ناچیزی برای این شاخص قائل می‌شود. روش مقایسه زوجی براساس مقایسه دو به دو شاخصها، وزن شاخصها را محاسبه می‌کند. این روش براساس نظر کارشناسان استوار است . کارشناسان اهمیت زیادی برای شاخص سطح تبخیر قائل شده‌اند، به طوری که روش مقایسه زوجی وزن ۲۱ درصدی را برای آن به‌دست آورده است. این موضوع در مورد شاخص هزینه اقلام موردنیاز حالت معکوس دارد. روش آنتروپی وزن ۴۹/۸ درصد و روش مقایسات زوجی وزن ۱۹ درصد را برای این شاخص به‌دست آورده‌اند.

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت که چنانچه از روش آنتروپی برای محاسبه وزنها استفاده شود، طبق جدول ۲، اهمیت زیادی برای شاخصهای هزینه قائل شده، گزینه مطلوب کانال بتنی درجه ۲ است، ولی چنانچه از روش مقایسات زوجی برای محاسبهٔ وزنها استفاده شود، طبق جدول ۳، اهمیت زیادی برای سطح تبخیر قائل شده، گزینه مطلوب لوله پلی‌اتیلن خواهد بود.

۷- منابع

[۱] غفاری، شیروان، «مروری بر وضعیت بهره برداری از منابع آب»، مجموعه مقالات نهمین کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲۱، ۱۳۷۷.

[۲] وکیلی، علی، «سخنرانیهای کلیدی در گردهمایی اقتصاد آب»، مجله آب و توسعه، شماره ۱۵، ۱۳۷۵، صفحات ۱۳- ۸ .

[۳] مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۲۱، ۱۳۷۷، ص الف.

www.SID.ir

Archive of SID

[۴] گزارش عملکرد طرحهای تبصره ۷۶ برنامه دوم توسعه شبکه‌های آبیاری زهکشی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۱۳۷۷.

[۵] اصغرپور، محمد جواد، تصمیم‌گیریهای چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

[6] Ringuest J.L., Multiobjective Optimization: Behavioral and Computational Considerations, Kluwer Academic Publisher, 1992.

[7] Triantaphyllou, Evangelos, Multi–Criteria Decision Making Methods: A Compartive Study, Kluwer Academic Publishers, 2000.

[8] Pomerol J.C. and Romero S.B., Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice, Kluwer Academic Publishers, 2000.

[9] Agrel, Per J., Interactive Muti–Criteria Decision Making in Production, Economics, 1998.

www.SID.ir