

## انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری بارانی و سنتی در استان خراسان رضوی

محمد رضا کهنسال\* - هادی رفیعی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۱۷

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۲۵

### چکیده

یکی از مسائل مهم در ورود تکنولوژی‌های آبیاری تحت فشار، انتخاب سیستم مناسب با توجه به شرایط کشاورزی منطقه می‌باشد. هدف اصلی این مطالعه انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری بارانی و سنتی در مزارع استان خراسان رضوی می‌باشد. آمار و اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از طریق تکمیل ۱۸۶ پرسشنامه از کشاورزان و مزارع استان خراسان رضوی در دو منطقه سبزوار و مشهد در سال ۱۳۸۶ بدست آمده است. برای دستیابی به اهداف مورد نظر، از روش‌های برنامه‌ریزی توافقی و تاپسیس استفاده شده است. نتایج بدست آمده در رابطه با چهار گروه کشاورزان و مزارع مورد مطالعه نشان داد که در مورد دو گروه از کشاورزان منطقه، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت و متحرک) و در مورد دو گروه دیگر از کشاورزان، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری سنتی می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه حاکی از آن است که سیستم آبیاری بارانی خطی و دورانی از نامناسب‌ترین سیستم‌های آبیاری منطقه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری بارانی، آبیاری سنتی، انتخاب تکنولوژی، برنامه‌ریزی توافقی، تاپسیس

### مقدمه

را به عنوان یک بحران در بخش‌های مختلف اقتصادی استان، بخصوص بخش کشاورزی مطرح کرده است. به گونه‌ای که از ۱۱/۹ میلیارد مترمکعب آب در استان حدود ۸ میلیارد آن صرف تغذیه آبخوان‌های زیرزمینی شده و ۳/۹ میلیارد متر مکعب آن به صورت جریان‌های سطحی در استان جاری می‌گردد و از آنجایی که ۹/۷ میلیارد متر مکعب آن از منابع آب زیرزمینی استحصال می‌گردد مخازن آب‌های زیرزمینی استان با کسری ۱/۷ میلیارد مترمکعب در سال مواجه می‌باشند (۲). بر اساس آمار موجود، بخش کشاورزی استان خراسان رضوی

استان خراسان رضوی از جمله استان‌هایی است که در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و مشکل آب در این استان به عنوان اساسی‌ترین معضل کشاورزان می‌باشد. در این استان آب، مهم‌ترین و از طرفی محدودکننده‌ترین عامل اصلی در توسعه استان می‌باشد. کاهش شدید منابع آب ناشی از بهره‌برداری‌های غیر مجاز و بی‌رویه از آنها از یک طرف و از طرفی رشد جمعیت و افزایش تقاضا در بخش‌های مختلف کشاورزی، مصرف و صنعت، کمبود آب

سهم بسزایی در مصرف کل آب قابل دسترس استان دارد و سالانه حدود ۹۱/۲ درصد آب مصرفی در این بخش

۱- به ترتیب استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی گروه پژوهش‌های اقتصادی جهاد دانشگاهی واحد مشهد

سیستم‌ها به لحاظ کارایی و کارکرد در منطقه از جمله مسائلی است که می‌تواند راهگشای سیاستگذاران در زمینه توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار باشد.

در این زمینه، از جمله مسائلی که در رابطه با سیستم‌ها در اکثر مناطق وجود دارد این است که سیستم‌هایی که وارد منطقه شده و توسط شرکتها، نصب و راه اندازی می‌شود (همچون: کلاسیک ثابت، کلاسیک متحرک، غلطان، تفنگی، خطی و دورانی) آیا مناسب و مطابق با منطقه می‌باشد و در مجموع کدامیک از سیستم‌های آبیاری بارانی مناسب و قابل کارکرد می‌باشند؟ در این زمینه مطالعات مختلفی در رابطه با انتخاب سیستم‌های آبیاری و رتبه‌بندی آنها در داخل و خارج صورت گرفته که می‌توان به مطالعه کرمی (۱۴)، جوندی (۱۳)، تکل و یتایو (۱۸)، رفیعی (۵)، ضیایی (۸)، جعفری (۳) و خلیلی (۴) اشاره کرد که در مورد بعضی از مطالعات مذکور، علاوه بر انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری قابل کارکرد در منطقه مورد مطالعه، به ارزیابی اقتصادی سیستم‌ها و همچنین عوامل مؤثر بر پذیرش آنها نیز پرداخته شده است.

هدف اصلی این مطالعه رتبه‌بندی سیستم‌های مختلف آبیاری سنتی و بارانی در استان خراسان رضوی و تعیین بهترین سیستم آبیاری در مناطق و مزارع مختلف استان می‌باشد که اهداف تخصصی ذیل نیز دنبال می‌شود.

۱- بررسی وضعیت سیستم‌های آبیاری بارانی در استان خراسان رضوی.

۲- تعیین سیستم‌های مناسب و قابل کارکرد در استان خراسان رضوی با توجه به شاخصهای اقتصادی، محیطی، فیزیکی و فنی مزارع و سیستم‌ها.

۳- رتبه‌بندی سیستم‌های مختلف آبیاری به لحاظ تناسب و تطابق با خراسان رضوی.

۴- تعیین تکنولوژی مناسب آبیاری با تغییر در وزن شاخص‌های مورد نظر.

استفاده می‌شود (در سایر بخشها: شرب: ۶/۷ درصد و صنعت و خدمات: ۲/۱ درصد) لذا هر گونه سیاستگذاری در کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی و افزایش راندمان آن، نقش بسزایی در پایداری منابع آبی و مقابله با کمبود آب دارد (۲).

سیستم‌های آبیاری تحت فشار (آبیاری بارانی<sup>۱</sup> و قطره‌ای<sup>۲</sup>) یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با کم آبی و مدیریت عرضه آب می‌باشد. این سیستم‌ها به لحاظ بالا بودن راندمان آبیاری (حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد در مورد آبیاری بارانی و حدود ۹۰ درصد در مورد آبیاری قطره‌ای) در مقایسه با سیستم‌های آبیاری سنتی (حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد) از جایگاه قابل ملاحظه‌ای در سیاستگذارهای کشاورزی و بخصوص در مناطق کم‌آب برخوردار می‌باشند (۱۰). در استان خراسان رضوی، کل سطح زیر کشت اختصاص داده شده به آبیاری تحت فشار حدود ۱۵۰۴۸ هکتار می‌باشد که در مقایسه با کل سطح زیر کشت فعلی که حدود ۱۳۸۰۹۲۲ هکتار می‌باشد تنها حدود ۱/۱ درصد آن تحت پوشش آبیاری تحت فشار است (۶). با مقایسه نسبت سطح زیر کشت آبیاری تحت فشار به کل سطح زیر کشت در استان خراسان رضوی (۱/۱ درصد) با متوسط کشوری که حدود ۵ درصد است می‌توان گفت که توسعه این سیستم‌ها در استان خراسان رضوی در سطح بسیار پایینی قرار دارد و به نظر می‌رسد که گسترش آن با مسائل و مشکلات مختلفی مواجه می‌باشد. هرچند که وضعیت ایران و درصد سطح زیر کشت آبیاری تحت فشار در مقایسه با کشورهای همچون اسلواکی، جمهوری چک، لیتوانی، اسرائیل و انگلیس که حدود ۱۰۰ درصد اراضی آنها تحت پوشش آبیاری تحت فشار است، حاکی از جایگاه پایین ایران نسبت به کشورهای دیگر به لحاظ اراضی تحت پوشش آبیاری تحت فشار است (۱۰). بنابراین بررسی نوع

1 . Sprinkler Irrigation  
2 . Drip Irrigation

روش برنامه ریزی توافقی و تاپسیس از جمله روش های زیر مجموعه MADM می باشند. مدل های MADM شامل دو زیرگروه کلی مدل های جبرانی<sup>۱۲</sup> و غیر جبرانی<sup>۱۳</sup> می باشند. روش های غیر جبرانی شامل آن روش هایی هستند که در آنها مبادله بین شاخص ها مجاز نیست. بدین معنی که نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت در شاخص دیگر جبران نمی شود. ولی مدل های جبرانی شامل روش هایی هستند که مبادله بین شاخص ها مجاز می باشد. بدین معنی که تغییر کوچک در یک شاخص می تواند توسط تغییر کوچک در شاخص دیگر جبران شود و شاخص ها قادر به همپوشانی نقاط قوت و ضعف خود می باشند (۱). روش های برنامه ریزی توافقی و تاپسیس از جمله روش های زیر مجموعه جبرانی می باشند که بدلیل همپوشانی شاخص ها در نقاط قوت و ضعف خود، توانایی بالایی در حل مسائل چندگزینه ای دارند. در ذیل به توضیح زیربنای تئوریک آنها اشاره شده است.

### برنامه ریزی توافقی

روش برنامه ریزی توافقی که زیربنای تئوریک آن در مطالعاتی همچون تکه و یتایو (۱۸)، دوال و فیدستون (۱۲) و استکس و تزر (۱۶ و ۱۷) ارائه شده بر تخصیص دادن یک مجموعه از توابع فاصله و سپس جستجوی راه حل های چند هدفی با استفاده از حداقل کردن فاصله از نقطه ایده آل استوار است.

در این روش انتخاب سیستم آبیاری بر اساس تعیین حداقل فاصله نسبت به یک جواب ایده آل انجام می شود. جواب ایده آل بصورت  $f^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_n^*)$  می باشد که در آن مقادیر  $f_i^*$  جواب معادله (۱) هستند:

$$f_i^* = \max_j (f_{ij}) \quad i=1,2,\dots,n \text{ and } j=1,2,\dots,m \quad (1)$$

۵- بررسی و مقایسه تکنولوژی بهینه آبیاری با وضعیت موجود در منطقه.

### مواد و روش ها

روش های تصمیم گیری چندمعیاری<sup>۱</sup> (MCDM) شامل طیف وسیعی از تکنیک های ریاضی است که بسته به اهداف مطالعه، روش های مختلف آن مورد استفاده قرار می گیرد و بطور کلی شامل دو گروه اصلی برنامه ریزی می باشد. یکی برنامه ریزی چند هدفه<sup>۲</sup> (MODM) که بطور کلی این نوع برنامه ریزی به منظور طراحی بکار گرفته می شود. دوم برنامه ریزی چندشاخصه<sup>۳</sup> (MADM) که هدف اصلی در این نوع برنامه ریزی، رتبه بندی و انتخاب گزینه برتر می باشد. در این مطالعه با توجه به وجود اهداف و شاخص های مختلف در رابطه با سیستم های آبیاری و همچنین وجود سیستم های مختلف آبیاری، از برنامه ریزی های چندشاخصه برای رتبه بندی و تعیین بهترین سیستم آبیاری استفاده شده است. برنامه ریزی چندشاخصه شامل تکنیک های مختلف برنامه ریزی همچون: روش تسلط<sup>۴</sup>، متد حذف<sup>۵</sup>، روش پرموتاسیون<sup>۶</sup>، روش الکترا<sup>۷</sup> (I, II, III)، برنامه ریزی پویا<sup>۸</sup>، برنامه ریزی توافقی<sup>۹</sup> (CP)، تاپسیس<sup>۱۰</sup> (TOPSIS) و فرآیند سلسله مراتب تحلیل<sup>۱۱</sup> (AHP) می باشد که در این مطالعه، از زیربنای تئوری برنامه ریزی توافقی و تاپسیس که از جمله روش های انتخاب هستند و در پیشینه مطالعات نیز از آنها در انتخاب تکنولوژی استفاده شده برای انتخاب و رتبه بندی سیستم های آبیاری بکار گرفته شده است.

- 1 . Multiple Criteria Decision Making
- 2 . Multiple Objective Decision Making
- 3 . Multiple Attribute Decision Making
- 4 . Dominance Method
- 5 . Elimination Method
- 6 . Permutation
- 7 . ELECTRE
- 8 . Dynamic Programming
- 9 . Compromise Programming
- 10 . Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution
- 11 . Analytic Hierarchy Process

12 . Compensatory Model

13 . Non-Compensatory Model

مقادیر ارزیابی شده سیستم زام ( $A_j$ ) در رابطه با معیار  $i$  ام است. در مرحله بعد فاصله مقادیر ارزیابی شده (ماتریس معیارها و گزینه‌ها) نسبت به جواب ایده‌آل با استفاده از رابطه ذیل بدست خواهند آمد.

$$L_p(A_j) = \left\{ u_1 \left[ \frac{(f_{1j}^* - f_{1j})}{f_{1j}^* - f_{1j}^{**}} \right]^p + u_2 \left[ \frac{(f_{2j}^* - f_{2j})}{f_{2j}^* - f_{2j}^{**}} \right]^p + u_3 \left[ \frac{(f_{3j}^* - f_{3j})}{f_{3j}^* - f_{3j}^{**}} \right]^p + \dots + u_n \left[ \frac{(f_{nj}^* - f_{nj})}{f_{nj}^* - f_{nj}^{**}} \right]^p \right\} = \left\{ \sum_{i=1}^n u_i \left[ \frac{(f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f_i^{**}} \right]^p \right\}^{\frac{1}{p}} \quad (۲)$$

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m r_{ij}^2}} \quad (۶)$$

در گام بعد، ماتریس بی‌مقیاس وزین با مفروض بودن بردار  $W$  تشکیل شود:

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \quad (۷)$$

ماتریس بی‌مقیاس وزین:

$$V = N_D \cdot W_{n \times n} = \begin{vmatrix} V_{11}, \dots, V_{1j}, \dots, V_{1n} \\ \vdots \\ V_{m1}, \dots, V_{mj}, \dots, V_{mn} \end{vmatrix} \quad (۸)$$

به طوری که  $N_D$  ماتریسی است که امتیازات شاخص‌ها در آن بی‌مقیاس و قابل مقایسه شده و  $W_{n \times n}$  ماتریسی است قطری که فقط عناصر قطر اصلی آن غیر صفر می‌باشد. در گام بعد راه حل ایده‌آل ( $A^+$ ) و راه حل ایده‌آل منفی ( $A^-$ ) بصورت ذیل بدست می‌آید:

گزینه ایده‌آل:

$$A^+ = \{(\max_i V_{ij} | j \in J), (\min_i V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\} \\ = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\} \quad (۹)$$

گزینه ایده‌آل منفی:

$$A^- = \{(\min_i V_{ij} | j \in J), (\max_i V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\} \\ = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\} \quad (۱۰)$$

به طوری که:

$$J = \{j=1, 2, \dots, n \mid \text{مطلوب}\}$$

$$J' = \{j=1, 2, \dots, n \mid \text{نامطلوب}\}$$

در گام بعد، فواصل هر گزینه با ایده‌آل‌ها به روش اقلیدسی محاسبه می‌گردد:

در معادله فوق  $L_p(A_j)$  فاصله ماتریس است و  $u_i$  مقدار استاندارد شده  $w_i$  (میزان وزنی معیار  $i$ ) است به گونه‌ای که:

$$u_i = \frac{w_i}{\sum w_i} \quad (۳)$$

و

$$\sum_{i=1}^n u_i = 1 \quad (۴)$$

$f_i^*$  جواب ایده‌آل برای معیار  $i$  و  $f_i^{**}$  حداقل جواب برای معیار  $i$  است که از رابطه ذیل بدست می‌آید:

$$f_i^{**} = \min_j (f_{ij}) \quad i = 1, \dots, n \text{ and } j = 1, \dots, m \quad (۵)$$

در معادله (۲) پارامتر  $p$  می‌تواند مقادیری در محدوده  $1 < p < \infty$  را داشته باشد که نشان‌دهنده حساسیت تصمیم‌گیرنده به حداکثر انحراف قابل قبول در محاسبات است. هر چه که  $p$  بزرگتر باشد این حساسیت بیشتر است.

## روش تاپسیس

در روش تاپسیس علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده‌آل، فاصله آن از ایده‌آل منفی<sup>۱۷</sup> هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی باشد.

در این روش ابتدا باید ماتریس تصمیم‌گیری به یک ماتریس "بی‌مقیاس شده" با استفاده از فرمول ذیل تبدیل شود.

۱. منظور از ایده‌آل منفی، نقطه مقابل ایده‌آل مثبت و در واقع پایین‌ترین مقدار شاخص می‌باشد.

واحد نزدیکتر خواهد بود و هر اندازه گزینه  $A_i$  به ایده آل منفی ( $A^-$ ) نزدیکتر باشد ارزش  $cl_{i+}$  به صفر نزدیکتر می باشد. بنابراین می توان گزینه های موجود از مسأله مفروض را بر اساس ترتیب نزولی  $cl_{i+}$  رتبه بندی نمود.

زیربنای تئوریک روش تاپسیس در مطالعاتی همچون وانگ و همکاران (۱۹)، رن و همکاران (۱۵)، یو و دینگ (۲۰)، چو و لین (۱۱) و اصغرپور (۱) ارائه شده که در این مطالعه، روش تاپسیس برای اولین بار در تعیین و رتبه بندی سیستم های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته شده است.

در این مطالعه برای ارزیابی و انتخاب سیستم های آبیاری از معیارهای مختلف فیزیکی، محلی، فنی و اقتصادی استفاده شده که در جدول ۱ نشان داده شده است.

$$d_{i+} = \text{فاصله گزینه } i \text{ ام از ایده آل} \\ \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{0.5}; \quad i=1,2,\dots,m \quad (11)$$

$$d_{i-} = \text{فاصله گزینه } i \text{ ام از ایده آل منفی} \\ \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{0.5}; \quad i=1,2,\dots,m \quad (12)$$

در گام بعد، نزدیکی نسبی  $A_i$  به راه حل ایده آل  $cl_{i+}$  بصورت ذیل محاسبه می گردد:

$$cl_{i+} = \frac{d_{i-}}{(d_{i+} + d_{i-})}; \quad 0 \leq cl_{i+} \leq 1; \quad i=1,2,\dots,m \quad (13)$$

همانگونه که در رابطه (۱۳) نشان داده شده چنانچه  $A_i = A^+$  باشد آنگاه  $d_{i+} = 0$  و بنابراین  $cl_{i+} = 1$  و در صورتی که  $A_i = A^-$  آنگاه  $d_{i-} = 0$  و  $cl_{i+} = 0$  خواهد شد. بنابراین هر اندازه گزینه  $A_i$  به راه حل ایده آل ( $A^+$ ) نزدیکتر باشد ارزش  $cl_{i+}$  به

جدول (۱) معیارهای ارزیابی سیستم های آبیاری

| شماره معیار | نام معیارها       | شماره معیار | نام معیارها        |
|-------------|-------------------|-------------|--------------------|
| ۱           | درصد راندمان      | ۱۰          | مساحت مزرعه        |
| ۲           | دبی آب            | ۱۱          | شکل هندسی مزرعه    |
| ۳           | کیفیت شیمیایی آب  | ۱۲          | شیب مزرعه          |
| ۴           | بار رسوبی         | ۱۳          | پستی و بلندی مزرعه |
| ۵           | هزینه اولیه       | ۱۴          | موانع مزرعه        |
| ۶           | جنس خاک           | ۱۵          | تعداد قطعات زمین   |
| ۷           | کیفیت شیمیایی خاک | ۱۶          | سرعت باد           |
| ۸           | غیر یکنواختی خاک  | ۱۷          | درجه حرارت         |
| ۹           | سنگلاخ بودن خاک   |             |                    |

مأخذ: داده های بررسی

سیستم) از نمونه حذف شدند و از بقیه روستاها حدود ۱۸۶ پرسشنامه بصورت تصادفی از کشاورزانی که آبیاری بارانی نصب کرده بودند و کشاورزانی که دارای سیستم آبیاری سنتی بودند تکمیل شد. همچنین با توجه به وضعیت هر کدام از مناطق، اقدام به جمع آوری آمار و اطلاعات مربوط به وضعیت فنی و اقتصادی سیستم‌ها، وضعیت فیزیکی و اقلیمی هر مزرعه و همچنین تکمیل پرسشنامه فنی توسط کارشناسان مربوطه شد.

### نتایج و بحث

معمولاً در استفاده از برنامه‌ریزی‌های ریاضی در رابطه با مسائل کشاورزی از مزارع نماینده استفاده می‌شود. این مزارع بطور کلی نماینده زارعین یک منطقه و یا نماینده قشر خاصی از کشاورزان با خصوصیات ویژه‌ای از لحاظ خصوصیات فردی، اجتماعی و اقتصادی و یا خصوصیات مزارع آنها (سطح زیر کشت، شیب مزرعه نوع خاک و ...) می‌باشند. در این مطالعه بدلیل وجود پراکندگی زیاد بین خصوصیات مزارع کشاورزان مورد مطالعه، اقدام به انتخاب مزارع نماینده برای گروه‌های مختلف کشاورزان شد. برای این منظور، ابتدا با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و بر مبنای اندازه مزرعه و وضعیت شیب مزارع، اقدام به همگن‌سازی مزارع شد که در مجموع مزارع کشاورزان مورد مطالعه به ۴ گروه کلی با ویژگی‌های مختلف تقسیم‌بندی شدند. دلیل انتخاب دو متغیر اندازه مزرعه و وضعیت شیب آنها برای تقسیم‌بندی مزارع، بیشتر به تأثیر این دو شاخص در انتخاب نوع سیستم برمی‌گردد. در ادامه و با متوسط‌گیری از مزارع مربوط به گروه‌های مختلف در رابطه با شاخص‌های مختلف، ماتریس معیارها و کارایی گزینه‌ها تشکیل شد. این ماتریس در واقع از میانگین خصوصیات کشاورزان و مزارع هر گروه در رابطه با هر شاخص بدست آمده است که در

همچنین در این مطالعه کلیه سیستم‌های سنتی قابل کارکرد همچون: نواری، جویچه‌ای و کرتی و همچنین سیستم‌های آبیاری بارانی همچون: خطی، دورانی، کلاسیک ثابت، کلاسیک متحرک، غلطان و تفنگی مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار گرفته شده است که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول (۲) سیستم‌های آبیاری مورد مطالعه

| شخص   | نوع سیستم    | شاخص          |
|-------|--------------|---------------|
| $A_1$ | جویچه‌ای     |               |
| $A_2$ | نواری        | آبیاری سطحی   |
| $A_3$ | کرتی         |               |
| $A_4$ | خطی          |               |
| $A_5$ | دورانی       |               |
| $A_6$ | تفنگی        | آبیاری بارانی |
| $A_7$ | غلطان        |               |
| $A_8$ | کلاسیک ثابت  |               |
| $A_9$ | کلاسیک متحرک |               |

مأخذ: داده‌های بررسی

### نحوه جمع‌آوری آمار و اطلاعات

آمار و اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه از زارعین و نیز ادارات و سازمان‌های مربوطه همچون معاونت آب و خاک جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی و جهاد کشاورزی شهرستان‌های مورد مطالعه و همچنین مطالعات کتابخانه‌ای بدست آمده است. در این مطالعه برای تکمیل پرسشنامه از روش نمونه‌گیری دو مرحله‌ای استفاده شد. بدین صورت که ابتدا شهرستان‌هایی که سطح زیر کشت آبیاری بارانی در آنها نسبت به دیگر شهرستان‌ها بالا بود انتخاب شدند که شهرستان‌های سبزوار و مشهد، به لحاظ برخوردار بودن از سطح تحت پوشش بالای آبیاری تحت فشار، انتخاب شدند. در گام بعد روستاهایی که دارای تعداد کمی سیستم آبیاری بارانی بودند (یک یا دو

رابطه با هر شاخص به لحاظ کمی و یا کیفی نشان داده شده است که در رابطه با دو شاخص راندمان آبیاری و هزینه اولیه، کارایی آنها بصورت کمی بوده و در مورد بقیه شاخص ها، بصورت کیفی می باشد.

جدول (۳)، این ماتریس برای گروه اول کشاورزان نشان داده شده است. در مورد گروه های دیگر کشاورزان، ماتریسی همچون ماتریس گروه اول کشاورزان بدست آمد که کارایی سیستم های آبیاری در آنها با توجه به معیارها متفاوت بود. در جدول مذکور، کارایی هر گزینه آبیاری در

جدول (۳) ماتریس معیارها و کارایی کمی و کیفی گزینه ها برای گروه اول

| شماره معیارها | جوبچه ای | نواری | کرتی | خطی  | دورانی | تفنگی | غلطان | کلاسیک ثابت | کلاسیک متحرک |
|---------------|----------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------------|--------------|
| A1            | A2       | A3    | A4   | A5   | A6     | A7    | A8    | A9          |              |
| ۱             | ۳۵       | ۳۵    | ۳۵   | ۸۵   | ۸۰     | ۵۵    | ۶۵    | ۶۷          | A9           |
| ۲             | A        | A     | A    | A    | A      | A     | A     | A           | A8           |
| ۳             | NP       | NP    | NP   | NP   | NP     | NP    | NP    | NP          | A7           |
| ۴             | NP       | NP    | NP   | NP   | NP     | NP    | NP    | NP          | A6           |
| ۵             | ۳۵۰      | ۳۵۰   | ۲۵۰  | ۱۷۰۰ | ۱۹۰۰   | ۸۰۰   | ۹۰۰   | ۱۰۰۰        | A5           |
| ۶             | HA       | HA    | A    | VHA  | VHA    | VHA   | VHA   | VHA         | A4           |
| ۷             | NP       | NP    | NP   | NP   | NP     | NP    | NP    | NP          | A3           |
| ۸             | SA       | SA    | SA   | A    | A      | A     | A     | A           | A2           |
| ۹             | SA       | SA    | SA   | A    | A      | A     | VHA   | A           | A1           |
| ۱۰            | A        | A     | A    | SA   | SA     | A     | HA    | HA          |              |
| ۱۱            | A        | A     | A    | SA   | SA     | A     | A     | A           |              |
| ۱۲            | A        | A     | SA   | SA   | SA     | A     | A     | A           |              |
| ۱۳            | SA       | SA    | SA   | A    | SA     | A     | SA    | HA          |              |
| ۱۴            | A        | A     | A    | SA   | SA     | A     | SA    | A           |              |
| ۱۵            | A        | A     | A    | A    | A      | A     | A     | A           |              |
| ۱۶            | A        | A     | A    | SA   | SA     | SA    | SA    | SA          |              |
| ۱۷            | A        | A     | A    | A    | A      | A     | A     | A           |              |

A = adaptable, P = problematic, H = highly, N = not, S = slightly, V = very

منبع: نتایج تحقیق

برنامه ریزی توافقی و تاپسیس در رابطه با هر کدام از ماتریس ها، لازم است که ماتریس معیارها و کارایی گزینه ها که متشکل از کارایی کمی و کیفی است به یک ماتریس کمی تبدیل گردد. برای این منظور، با استفاده از جدول ۴ اقدام به تبدیل هر کدام از معیارهای کیفی به کمی شد.

حروف نشان داده شده در جدول ۳ نشان دهنده کارایی کمی و کیفی هر سیستم در رابطه با معیار مربوطه است که در پایین جدول، توضیح هر کدام از آنها نشان داده شده است. به عنوان مثال SA نشان دهنده Slightly Adoptable (تا حدودی مناسب) است. برای ارزیابی و بکارگیری

جدول (۴) تبدیل معیارهای کیفی به کمی

| معیار کیفی                | تبدیل به معیار کمی    |
|---------------------------|-----------------------|
| Very Problematic          | ۲ نا مناسب            |
| Problematic               | ۴ تا حدودی مناسب      |
| Slightly Problematic      | ۶ مناسب               |
| Very Slightly Problematic | ۸ خیلی مناسب          |
| Not Problematic           | ۱۰ کاملاً مناسب       |
| خیلی مشکل دار             | Not Adoptable         |
| مشکل دار                  | Slightly Adoptable    |
| دارای مشکل کم             | Adoptable             |
| دارای مشکل ناچیز          | Highly Adoptable      |
| بدون مشکل                 | Very Highly Adoptable |

مأخذ: تکل و یتایو (۱۸)

در این مطالعه، برای بررسی دقیق تر و تحلیل بهتر نتایج، اقدام به وزن دهی به شاخص ها و معیارهای مورد استفاده شد. برای این منظور، سه گروه وزنی در نظر گرفته شد. در گروه وزنی اول، تمام شاخص ها از ارزش برابر برخوردار بودند. در گروه وزنی دوم و سوم، شاخص های ۵، ۶، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۶ با ۲۰ درصد و ۵۰ درصد افزایش نسبت به دیگر شاخص ها از اهمیت نسبی بیشتری برخوردار شدند. دلیل

انتخاب این شاخص ها در وزن دهی، بر اساس نظریات کارشناسان خبره آبیاری در تأثیر بسزایی که بر انتخاب سیستم های آبیاری دارند می باشد. نتایج حاصل از برآورد فاصله و تعیین رتبه سیستم های آبیاری با استفاده از دو روش برنامه ریزی توافقی و تاپسیس در جدول های (۵ تا ۱۰) نشان داده شده است.

جدول (۵) رتبه بندی سیستم های آبیاری در گروه اول کشاورزان با استفاده از برنامه ریزی توافقی

| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|           | P=1           |       | P=2           |       | P=1           |       |
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۳             | ۰.۲۹۸ | ۴             | ۰.۵۱۵ | ۳             | ۰.۳۰۱ |
| A2        | ۶             | ۰.۴۱۵ | ۶             | ۰.۶۱۹ | ۶             | ۰.۴۱۱ |
| A3        | ۷             | ۰.۵۰۰ | ۷             | ۰.۶۹۷ | ۷             | ۰.۵۰۵ |
| A4        | ۸             | ۰.۵۳۲ | ۸             | ۰.۷۰۶ | ۸             | ۰.۵۴۵ |
| A5        | ۹             | ۰.۵۷۵ | ۹             | ۰.۷۴۶ | ۹             | ۰.۷۵۸ |
| A6        | ۴             | ۰.۳۲۹ | ۳             | ۰.۵۱۰ | ۴             | ۰.۳۳۳ |
| A7        | ۵             | ۰.۳۶۰ | ۵             | ۰.۵۶۵ | ۵             | ۰.۳۶۳ |
| A8        | ۱             | ۰.۲۳۹ | ۱             | ۰.۴۶۴ | ۱             | ۰.۲۴۲ |
| A9        | ۲             | ۰.۲۶۴ | ۲             | ۰.۴۷۲ | ۲             | ۰.۲۶۲ |

مأخذ: داده های مورد بررسی

جدول (۶) رتبه بندی سیستم های آبیاری در گروه دوم کشاورزان با استفاده از برنامه ریزی توافقی

| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|           | P=1           |       | P=2           |       | P=1           |       |
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۱             | ۰.۲۳۹ | ۱             | ۰.۴۵۴ | ۱             | ۰.۲۴۶ |
| A2        | ۳             | ۰.۴۱۵ | ۳             | ۰.۶۱۹ | ۳             | ۰.۴۲۲ |
| A3        | ۲             | ۰.۳۵۳ | ۲             | ۰.۵۹۴ | ۲             | ۰.۳۵۲ |
| A4        | ۷             | ۰.۵۲۲ | ۷             | ۰.۶۹۸ | ۶             | ۰.۵۳۰ |
| A5        | ۹             | ۰.۵۹۴ | ۹             | ۰.۷۶۷ | ۸             | ۰.۶۱۰ |
| A6        | ۵             | ۰.۴۹۶ | ۵             | ۰.۶۵۲ | ۵             | ۰.۵۰۰ |
| A7        | ۸             | ۰.۵۷۶ | ۸             | ۰.۷۴۰ | ۷             | ۰.۵۸۶ |
| A8        | ۶             | ۰.۵۰۳ | ۶             | ۰.۷۲۴ | ۵             | ۰.۵۰۰ |
| A9        | ۴             | ۰.۴۶۰ | ۴             | ۰.۶۳۴ | ۴             | ۰.۴۵۱ |

مأخذ: داده های مورد بررسی

جدول (۷) رتبه بندی سیستم های آبیاری در گروه سوم کشاورزان با استفاده از برنامه ریزی توافقی



| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|           | P=1           |       | P=2           |       | P=1           |       |
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۵             | ۰.۲۷۸ | ۵             | ۰.۴۸۲ | ۵             | ۰.۴۷۰ |
| A2        | ۶             | ۰.۳۳۷ | ۶             | ۰.۵۴۰ | ۶             | ۰.۵۲۱ |
| A3        | ۷             | ۰.۳۴۳ | ۷             | ۰.۵۶۲ | ۷             | ۰.۵۵۰ |
| A4        | ۸             | ۰.۳۶۵ | ۸             | ۰.۵۷۷ | ۸             | ۰.۵۸۲ |
| A5        | ۹             | ۰.۵۱۶ | ۹             | ۰.۷۰۵ | ۹             | ۰.۷۲۳ |
| A6        | ۴             | ۰.۲۶۱ | ۴             | ۰.۴۳۹ | ۴             | ۰.۴۴۸ |
| A7        | ۳             | ۰.۲۳۳ | ۳             | ۰.۴۲۱ | ۳             | ۰.۴۱۴ |
| A8        | ۱             | ۰.۱۸۰ | ۱             | ۰.۳۹۶ | ۱             | ۰.۴۱۵ |
| A9        | ۲             | ۰.۲۲۴ | ۲             | ۰.۴۱۲ | ۲             | ۰.۴۲۱ |

مأخذ: داده‌های مورد بررسی

جدول ۸: رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری در گروه چهارم کشاورزان با استفاده از برنامه ریزی توافقی

| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|           | P=1           |       | P=2           |       | P=1           |       |
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۲             | ۰.۱۷۰ | ۲             | ۰.۳۶۴ | ۲             | ۰.۳۵۳ |
| A2        | ۲             | ۰.۱۷۰ | ۲             | ۰.۳۶۴ | ۲             | ۰.۳۵۳ |
| A3        | ۱             | ۰.۱۱۸ | ۱             | ۰.۳۳۱ | ۱             | ۰.۳۱۶ |
| A4        | ۷             | ۰.۵۸۱ | ۷             | ۰.۷۶۱ | ۷             | ۰.۷۶۳ |
| A5        | ۸             | ۰.۶۵۳ | ۸             | ۰.۸۱۲ | ۸             | ۰.۸۲۲ |
| A6        | ۶             | ۰.۴۶۷ | ۶             | ۰.۶۴۰ | ۶             | ۰.۶۳۸ |
| A7        | ۵             | ۰.۴۵۸ | ۵             | ۰.۶۵۲ | ۵             | ۰.۶۴۸ |
| A8        | ۴             | ۰.۳۵۶ | ۴             | ۰.۵۷۳ | ۴             | ۰.۵۶۸ |
| A9        | ۳             | ۰.۳۴۲ | ۳             | ۰.۵۵۴ | ۳             | ۰.۵۴۵ |

مأخذ: داده‌های مورد بررسی

جدول (۹) رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از برنامه ریزی تاپسیس برای گروه‌های اول و دوم کشاورزان

| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
|           | گروه اول      |       | گروه دوم      |       | گروه سوم      |       |
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۲             | ۰.۵۴۳ | ۱             | ۰.۷۱۲ | ۱             | ۰.۷۱۶ |
| A2        | ۶             | ۰.۴۷۷ | ۳             | ۰.۶۲۹ | ۳             | ۰.۶۳۵ |
| A3        | ۷             | ۰.۴۷۰ | ۲             | ۰.۶۸۳ | ۲             | ۰.۷۰۱ |
| A4        | ۸             | ۰.۳۶۲ | ۷             | ۰.۳۲۴ | ۸             | ۰.۳۱۵ |
| A5        | ۹             | ۰.۳۱۰ | ۹             | ۰.۲۴۰ | ۹             | ۰.۲۱۵ |
| A6        | ۵             | ۰.۵۰۵ | ۵             | ۰.۴۴۳ | ۵             | ۰.۴۴۸ |
| A7        | ۴             | ۰.۵۱۷ | ۸             | ۰.۳۲۸ | ۷             | ۰.۳۳۱ |
| A8        | ۳             | ۰.۵۳۸ | ۶             | ۰.۳۸۸ | ۶             | ۰.۴۰۷ |
| A9        | ۱             | ۰.۵۴۴ | ۴             | ۰.۵۲۷ | ۴             | ۰.۵۴۷ |

مأخذ: داده‌های مورد بررسی

جدول (۱۰) رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری با استفاده از برنامه ریزی تاپسیس برای گروه‌های سوم و چهارم کشاورزان

| نام سیستم | گروه وزنی اول |       | گروه وزنی دوم |       | گروه سوم |       | گروه چهارم |       | گروه وزنی سوم |       |
|-----------|---------------|-------|---------------|-------|----------|-------|------------|-------|---------------|-------|
|           | رتبه          | فاصله | رتبه          | فاصله | رتبه     | فاصله | رتبه       | فاصله | رتبه          | فاصله |
| A1        | ۵             | ۰.۵۲۸ | ۵             | ۰.۵۴۸ | ۵        | ۰.۵۷۲ | ۵          | ۰.۶۶۱ | ۲             | ۰.۶۹۸ |
| A2        | ۶             | ۰.۴۹۵ | ۶             | ۰.۵۲۲ | ۶        | ۰.۵۵۲ | ۲          | ۰.۶۶۱ | ۲             | ۰.۶۹۸ |
| A3        | ۴             | ۰.۵۳۶ | ۴             | ۰.۵۶۸ | ۴        | ۰.۶۰۴ | ۱          | ۰.۷۳۲ | ۱             | ۰.۷۸۵ |
| A4        | ۸             | ۰.۳۹۴ | ۸             | ۰.۳۸۱ | ۸        | ۰.۳۶۷ | ۷          | ۰.۳۰۱ | ۷             | ۰.۲۶۷ |
| A5        | ۹             | ۰.۳۰۹ | ۹             | ۰.۲۹۲ | ۹        | ۰.۲۷۴ | ۸          | ۰.۲۵۰ | ۸             | ۰.۲۰۰ |
| A6        | ۳             | ۰.۵۵۴ | ۳             | ۰.۵۷۰ | ۳        | ۰.۵۸۸ | ۵          | ۰.۴۶۰ | ۵             | ۰.۵۰۰ |
| A7        | ۷             | ۰.۴۷۹ | ۷             | ۰.۴۹۱ | ۷        | ۰.۵۰۵ | ۶          | ۰.۴۰۰ | ۶             | ۰.۴۲۹ |
| A8        | ۱             | ۰.۶۰۰ | ۱             | ۰.۵۹۱ | ۱        | ۰.۵۸۲ | ۴          | ۰.۴۸۷ | ۴             | ۰.۴۸۷ |
| A9        | ۲             | ۰.۵۶۶ | ۲             | ۰.۵۷۷ | ۲        | ۰.۵۸۹ | ۳          | ۰.۵۴۹ | ۳             | ۰.۵۷۸ |

مأخذ: داده‌های مورد بررسی

مقایسه نتایج جدول ۵ با جدول ۹ نشان دهنده آن است که در برنامه ریزی تاپسیس، اگرچه رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری تا حدودی تغییر کرده ولی این تغییرات که ناشی از مقادیر فاصله می‌باشد، ناچیز است. به عبارت دیگر، مقادیر فاصله محاسبه شده در روش تاپسیس در مورد سه سیستم اول، تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. از دیگر نتایج حاصل از مقایسه دو جدول مذکور در گروه اول، حساسیت بالای برنامه ریزی تاپسیس به افزایش وزن معیارها و تغییرات نسبتاً زیاد در رتبه‌بندی سیستم‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از جدول (۶) در گروه دوم کشاورزان حاکی از آن است که در این گروه از کشاورزان، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری سنتی (جویچه‌ای، کرتی و نواری) می‌باشد و سیستم‌های پیشرفته آبیاری تحت فشار در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این امر بدلیل کوچک بودن مزارع، شکل نامناسب مزارع و بالا بودن تعداد قطعات زمین می‌باشد. همچنین بهترین سیستم آبیاری تحت فشار در این گروه نیز آبیاری کلاسیک نیمه متحرک است که نسبت به دیگر سیستم‌های آبیاری تحت فشار از رتبه بالاتری برخوردار است، ولی در مقایسه با سیستم‌های سنتی، در مجموع از رتبه پایین‌تری برخوردار می‌باشد. مقایسه نتایج جدول ۶ با جدول ۹ حاکی از نزدیکی بالای نتایج هر دو روش توافقی و تپسیس در رتبه‌بندی سیستم‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از جدول ۵ حاکی از آن است که در گروه اول، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک است. در رتبه‌های بعدی نیز آبیاری سنتی جویچه‌ای و تفنگی قرار دارد که بسته به مقادیر P و همچنین نوع وزن‌های اعمال شده متفاوت است. همچنین نتایج جدول مذکور نشان می‌دهد که بدترین سیستم در مورد گروه اول زارعین، سیستم‌های آبیاری بارانی خطی و دورانی می‌باشد. از جمله مسائلی که در رابطه با گروه اول کشاورزان وجود دارد (با توجه به جدول ۳)، نامناسب بودن شاخص‌های اندازه مزرعه، شکل هندسی مزرعه، شیب مزرعه و همچنین وجود موانع در مزرعه برای سیستم‌های آبیاری بارانی خطی و دورانی می‌باشد. این در حالی است که شاخص‌های مساحت و پستی و بلندی بالاترین کارایی و عملکرد را برای سیستم‌های کلاسیک ثابت و متحرک دارند. از دیگر نکات حائز اهمیت جدول ۵، بالا بودن نسبی رتبه سیستم آبیاری جویچه‌ای نسبت به بعضی از سیستم‌های آبیاری بارانی همچون خطی و دورانی می‌باشد که این امر نشان دهنده کارا بودن سیستم جویچه‌ای نسبت به بعضی از سیستم‌های آبیاری بارانی در ارتباط با این گروه کشاورزان می‌باشد. هر چند که در مجموع دو سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و متحرک از کارایی بالایی نسبت به سیستم‌های سنتی و بقیه سیستم‌های تحت فشار برخوردارند.

مذکور برای کشاورزان استان مدنظر قرار گیرد.

### نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مطالعه، تناسب سیستم های مختلف آبیاری اعم از سنتی و بارانی برای زارعین استان خراسان رضوی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از دو روش برنامه ریزی توافقی و تاپسیس استفاده شد. با جمع بندی کلی از رتبه بندی سیستم های آبیاری با استفاده از دو روش مذکور، نتایج حاصل از آنها در مورد چهار گروه کشاورزان با ویژگی های مختلف حاکی از آن بود که در مورد گروه اول بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک و بدترین سیستم نیز آبیاری بارانی خطی و دورانی می باشد. در مورد گروه دوم بهترین سیستم آبیاری، آبیاری جویچه ای و بعد از آن کرتی و نواری بوده و بدترین سیستم نیز آبیاری بارانی دورانی و غلطان می باشد. در مورد گروه سوم، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت و بعد از آن متحرک و بدترین سیستم نیز آبیاری بارانی خطی و دورانی می باشد. در مورد گروه چهارم، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری کرتی و بعد از آن، جویچه ای و نواری می باشد و بدترین سیستم نیز سیستم های آبیاری بارانی خطی و دورانی می باشد.

با توجه به نتایج حاصله پیشنهادات ذیل ارائه می گردد:

۱- نتایج این مطالعه نشان داد که در همه مزارع و تمام کشاورزان، سیستم های آبیاری تحت فشار الزاماً متناسب با مزارع نیست. به گونه ای که در مورد گروه های دوم و چهارم کشاورزان، بهترین سیستم آنها، سیستم های سنتی می باشند. لذا با توجه به سرمایه هنگفت که در نصب سیستم های آبیاری تحت فشار مورد نیاز است لازم است که در پیشنهاد دادن آبیاری تحت فشار به کشاورزان، ویژگی های مختلف مزارع از جنبه های مختلف مدنظر قرار گیرد و مطالعات پایه ای در مورد آنها صورت

نتایج جدول ۷ در رابطه با تعیین و رتبه بندی بهترین سیستم آبیاری در مورد گروه سوم زارعین، با استفاده از برنامه ریزی توافقی نشان دهنده بالا بودن رتبه آبیاری کلاسیک ثابت در اکثر وزن ها و Pها می باشد. لذا در مورد این گروه، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری کلاسیک ثابت و بعد از آن کلاسیک متحرک، غلطان و تفنگی می باشد. با مقایسه نتایج جدول ۷ با جدول ۱۰ می توان گفت که تغییرات چندانی در رتبه بندی سیستم ها از طریق دو روش مذکور رخ نداده و تنها تفاوت آن در مورد سیستم غلطان می باشد که در برنامه ریزی تاپسیس، رتبه آن کاهش یافته است.

در جدول ۸، رتبه بندی سیستم های آبیاری در مورد کشاورزان گروه چهارم نشان داده شده است. نتایج جدول مذکور حاکی از برتری سیستم های کرتی، نواری و جویچه ای نسبت به دیگر سیستم های آبیاری است. از جمله نکات حائز اهمیت در جدول ۸ بالا بودن رتبه سیستم های آبیاری سنتی نسبت به سیستم های بارانی است که این مسأله در رابطه با گروه دوم کشاورزان نیز دیده شد. با مقایسه جدول ۸ با جدول ۱۰ می توان گفت که تفاوت چندانی در رتبه بندی سیستم ها از طریق دو روش مذکور وجود ندارد. با مقایسه جدول های (۵ تا ۱۰) در رابطه با وزن های اعمال شده می توان گفت که اعمال این وزن ها، باعث تغییرات زیادی در رتبه بندی سیستم ها نشده است.

از دیگر نکات حائز اهمیت در رتبه بندی سیستم های آبیاری، پایین بودن رتبه سیستم های آبیاری تحت فشار خطی و دورانی در همه گروه ها و همه وزن ها می باشد. این امر بدلیل عدم تناسب مزارع استان با اینگونه سیستم ها از جنبه های مختلف می باشد. لذا لازم است که در ورود و معرفی سیستم های آبیاری، اینگونه سیستم ها مدنظر قرار نگیرد و با توجه به بالا بودن رتبه سیستم های بارانی کلاسیک ثابت و متحرک نسبت به دیگر سیستم های بارانی، دو سیستم

گیرد.

ثابت و متحرک می‌باشد که در عمل، تعداد کمی از این سیستم‌ها نصب شده و بیشتر سیستم‌های غلطان نصب شده که در رتبه‌های بعدی قرار دارد. لذا پیشنهاد می‌شود که تأکید اصلی سیاستگذاران، مسؤولان و شرکتهای فعال در زمینه نصب سیستم‌های آبیاری بر استفاده و ترویج دو سیستم کلاسیک ثابت و متحرک باشد.

۴- پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابهی در رابطه با انتخاب سیستم‌های مناسب آبیاری در مورد باغات استان خراسان رضوی و همچنین مطالعات مشابهی در استان‌های دیگر در مورد مزارع و باغات صورت گیرد.

#### تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از حوزه محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی و دانشگاه فردوسی مشهد تقدیم و تشکر می‌شود.

۲- در مورد برخی از کشاورزان و بخصوص در مناطقی که مشکلات اقلیمی (همچون بالا بودن تبخیر و تعرق) و یا نهادی (همچون بالا بودن شوری آب و یا خاک) وجود دارد و با توجه به اینکه بهترین سیستم‌های آبیاری سنتی می‌باشد (در مورد گروه دوم و چهارم) لذا لازم است که روش‌های نوین آبیاری سنتی که تأثیر بسزایی بر افزایش راندمان آنها دارد مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاستگذاران قرار گیرد. لذا پیشنهاد می‌شود در مناطقی که سیستم‌های آبیاری تحت فشار مناسب با آن مناطق نیست، تأکید اصلی سیاستگذاران به افزایش راندمان سیستم‌های آبیاری سنتی و استفاده از روش‌های نوین و بهینه سنتی باشد.

۳- در استان خراسان رضوی، در مناطق و مزارعی که سیستم آبیاری تحت فشار مناسب و متناسب با آنها می‌باشد، بهترین سیستم آبیاری، آبیاری بارانی کلاسیک

#### منابع

۱. اصغریور، م.ج. ۱۳۷۷. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.
۲. پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان رضوی. <http://www.khrw.ir>
۳. جعفری، ع.م. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه‌گذاری در تکنولوژی آب‌اندوز، مطالعه موردی در استان همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. شیراز.
۴. خلیلی، د. ۱۳۷۵. مقیسه دو روش تصمیم‌گیری چندمعیاری در ارزیابی تکنولوژی‌های آبیاری. نخستین گردهمایی علمی-کاربردی اقتصاد آب. تهران.
۵. رفیعی، ه. ۱۳۸۴. بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب و پذیرش آبیاری بارانی در استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. شیراز.
۶. سالنامه آماری استان خراسان رضوی. ۱۳۸۲ و ۱۳۸۴. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی. معاونت آمار و اطلاعات. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.
۷. سلامی، ح. م، خالدی. ۱۳۸۰. تأثیر فناوری مبارزه بیولوژیکی با آفت کرم ساقه‌خوار برنج. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. شماره ۳۳. ۲۴۶-۲۵۳.
۸. ضیائی، س. ۱۳۷۹. ارزیابی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کاربرد متد برنامه‌ریزی توافقی در انتخاب روش مناسب

- آبیاری، مطالعه موردی شهرستانهای داراب و فسا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. شیراز.
۹. علیزاده، ا. ۱۳۷۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه امام رضا. مشهد.
۱۰. ولیزاده، ن. ۱۳۸۲. روند توسعه و چشم انداز آبیاری تحت فشار در ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران.
11. Chu, T.C. and Y.C. Lin. 2003. A fuzzy TOPSIS method for robot selection, *International Journal of Manufacturing Technology*, 21: 284-290.
12. Duval, Y. and A.M. Featherstone. 1999. Fuzzy logic and compromise programming in portfolio management, Presented at Western Agricultural Economics Association Annual Meeting, July.
13. Junedi, H. 1998. Selection algorithm for irrigation technologies: Sustainable land and water resources development and management in the wetlands, Young Professional Forum Seminar at the Tenth ICID Afro-Asian Regional Conference on Irrigation and Drainage, Indonesia.
14. Karami, E. 2006. Appropriateness of farmers adoption of irrigation methods: The application of the AHP model, *Agricultural Systems*. 87(1): 101-119.
15. Ren, L., Z. Yanqiong, Y. Wang and Z. Sun. 2007. Comparative analysis of a Novel M-TOPSIS method and TOPSIS. Lifeng Ren, Institute of Biomedical Engineering of Central South University, Changsha, China.
16. Stokes, J.R. and P.R. Tozer. (a) 2002. Cost minimization and managing soil nutrient loading: Conflict or compromise. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 50: 151-169.
17. Stokes, J.R. and P.R. Tozer. (b) 2002. Sire selection with multiple objectives, *Agricultural Systems*, 73: 147-164.
18. Teclé, A. and M. Yitayew. 1990. Preference ranking of alternative irrigation technologies via a multicriterion decision-making procedure, *Transaction of ASAE*, 33: 1509- 1517.
19. WANG, T., H. LEE, and C. WU. 2007. A Fuzzy TOPSIS approach with subjective weights and objective weights. Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Applied Computer Science, Hangzhou, China, April.
20. You, Q. H., and R.H. Ding. 2005. Negative problem of TOPSIS. *Technology Groud* 5: 25-27.

## Choicing and ranking of sprinkler irrigation and traditional irrigation in Khorasan Razavi province

M. R. Kohansal\* – H. Rafiei<sup>1</sup>

### Abstract

An important subject in introduction of sprinkler and drip irrigation technology is choicing system based on agricultural condition in the region. The main object of this study is choicing and ranking of sprinkler and traditional systems of irrigation in Khorasan Razavi province farms. Necessary information obtained from collecting 186 questionaries from farmers of two regions of Khorasan Razavi province: Mashad and Sabzewar, in 1386. For this purpose, compromise and TOPSIS programming methods were used. The results of four grups of farmers and farms showed that in two groups of farmers, the best irrigation system is sprinkler irrigation (fixed and move classic) and in other groups, best irrigation system is traditional irrigation. The results of this study also showed that liniear and centerpivot of sprinkler irrigation are the worse irrigation systems in the region.

**Key word:** Sprinkler Irrigation, Traditional Iriigation, Choice of Technology, Compromise Programming, TOPSIS

---

\* Corresponding author Email: kohansal @ um.ac.ir

1. Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, & Instructor, Economic Department of Jihad Daneshgahi Mashhad, Iran.