2021, Vol.8, No.2, Pages 55 to 62
Journal of Water and Sustainable Development

سال هشتم، شماره ۲، ۱۴۰۰، صفحات ۵۵ تا ۶۲
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Technical paper/Applied

نوع مقاله: فنی ترویجی/ کاربردی

Locating the priority of implementing various types of pressurized irrigation systems using GIS software and AHP model, Case study: Dez plain

H. Poursamsam[1], E. Akbari[2*], H. Ghorbanizade-Kharazi[3], S. Boroomand Nasab[4]

1- Irrigation Expert, Agricultural Jahad Management of Dezful, Dezful, Iran. 2,4- Master of River Engineering and Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. 3- Assistant Professor, Department of Water, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Shushtar, Iran.
*(Corresponding Author Email: elliakbari@yahoo.com)

Received: 08-02-2021
Accepted: 11-05-2021

مکان‌یابی اولویت اجرای انواع سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار با استفاده از نرم‌افزار GIS و مدل AHP، مطالعه موردی: دشت دز

حامد پورصمصام[1]، الهام اکبری[۲*]، حسین قربانی‌زاده خرازی[۳]، سعید برومندنسب[۴]

۱- کارشناس آبیاری، مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دزفول، دزفول، ایران. ۲ و ٤- به ترتیب کارشناس‌ارشد مهندسی رودخانه و استاد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. ۳- استادیار، گروه آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران.
*(نویسنده مسئول E-Mail: elliakbari@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

Abstract

Efficient use of water, in addition to increasing production efficiency, can lead to a return on investment with an emphasis on conserving water resources and the environment. One of the ways to use water optimally in agriculture can be the application of technology of pressurized irrigation systems. In this study, using AHP hierarchical analysis process in GIS software environment, the priority of implementing different pressurized irrigation systems (classical fixed, Wheel Move, linear and localized mechanization) in Dez plain was investigated. This plain is the widest plain and one of the most important agricultural hubs of Khuzestan province. For this purpose, effective criteria in the implementation of each irrigation method, including two main criteria of socio-economic and field physics, each of which has several sub-criteria were considered. Then, the criteria and sub-criteria were scored from 1 to 9 according to the hierarchical scoring table, and after calculating the geometric mean of the final weight of the criteria and sub-criteria for each option, the final scores were entered into the GIS and graphic maps were obtained to prioritize the implementation of each irrigation method. The final maps were obtained to several levels of classification and the final score of each irrigation system by weighting the average percentage of area and the priority of each type of pressurized irrigation methods to be implemented in Dez plain was determined. The results showed that 80.46 and 18.54% of the total area of the plain are suitable for sprinkler and local irrigation, respectively, and the fixed classic irrigation system with the highest score was selected as a higher priority for this research.

Keywords: Pressure Irrigation, Plain, AHP Hierarchical Analysis, GIS Software, Fixed Classic Irrigation System.

چکیده

استفاده کارآمد از آب، علاوه بر افزایش عملکرد تولید، می‌تواند سبب بازگشت سرمایه با تأکید بر حفظ منابع آب و محیط‌زیست شود. یکی از راه‌های استفادۀ بهینه از آب در بخش کشاورزی، می‌تواند کاربرد فناوری سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار باشد. در این پژوهش با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در محیط نرم‌افزار GIS، اولویت اجرای سامانه‌های مختلف آبیاری تحت فشار (کلاسیک ثابت، آبفشان غلطان، مکانیزه خطی و موضعی) در دشت دز بررسی شد. این دشت، پهناورترین دشت و از مهمترین قطب‌های کشاورزی استان خوزستان است. بدین منظور معیارهای تأثیرگذار در اجرای هر یک از روش‌های آبیاری شامل دو معیار اصلی اقتصادی- اجتماعی و فیزیک مزرعه که هرکدام چند زیرمعیار دارند، در نظر گرفته شد. در ادامه، معیارها و زیرمعیارها با توجه به جدول امتیازبندی سلسه مراتبی از ۱ تا ۹ امتیازدهی شدند و پس از محاسبۀ میانگین هندسی وزن نهایی معیارها و زیرمعیارها برای هر گزینه، امتیازهای نهایی وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد و نقشه‌های گرافیکی برای اولویت اجرای هر روش آبیاری به‌دست آمد. نقشه‌های نهایی به چندین سطح امتیازی طبقه‌بندی و امتیاز نهایی هر سیستم آبیاری با میانگین‌گیری وزنی نسبت به درصد مساحت حاصل شد و اولویت هر یک از انواع روش‌های آبیاری تحت‌فشار جهت اجرا در دشت دز تعیین گردید. نتایج نشان داد که به‌ترتیب ۸۰/۴۶ و ۱۸/۵۴ درصد از مساحت کل دشت برای اجرای انواع آبیاری بارانی و موضعی مناسب است و سامانه آبیاری کلاسیک ثابت با بیشترین امتیاز، به‌عنوان اولویت بالاتر جهت اجرا در این تحقیق انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت‌فشار، دشت دز، تحلیل سلسله مراتبی AHP، نرم‌افزار GIS، سامانه آبیاری کلاسیک ثابت.

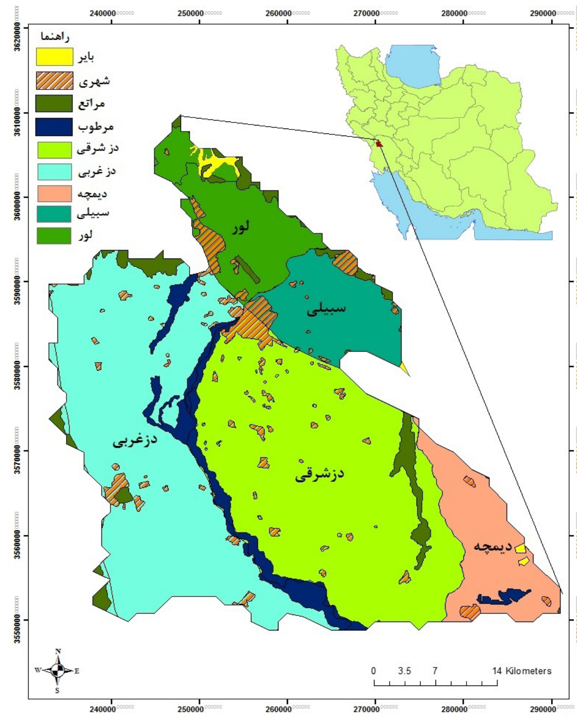
DOI: 10.22067/jwsd.v8i2.1017

مقدمه

شمال آفریقا و خاورمیانه با قرار گرفتن در مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین جزء کم‌آب‌ترین مناطق جهان می‌باشند. به‌طوری که ۱۲ کشور از ۱۵ کشور کم آب جهان در این منطقه واقع شده‌اند (Roudi-Fahimi و همکاران، ۲۰۰۲). ایران به‌عنوان یکی از این کشورها همواره با کم‌آبی و مشکلات همراه با آن مواجه بوده است. با این‌حال، تغییرات اقلیمی، خشکسالی‌های شدید و پیاپی، رشد جمعیت و افزایش فزاینده تقاضای آب، بحران کمبود آب را در این کشورها از جمله ایران وخیم و نگران‌کننده کرده است (Balali و همکاران، ۲۰۰۹؛ Kahil و همکاران، ۲۰۱۵). کشاورزی بیش از سایر بخش‌های اقتصادی از کمبود آب صدمه می‌بینند؛ زیرا کمبود این نهاده به‌شدت محدودکنندۀ توسعه و رشد کشاورزی است (Koundouri و همکاران، ۲۰۰۶) و در نهایت آسیب‌هایی همچون عدم امنیت غذایی، کاهش بهره‌وری اقتصادی، افزایش مهاجرت به شهرها و افزایش فقر و بیکاری را در بین کشاورزان در پی خواهد داشت (Khan و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این مسأله و اهمیت روز افزون آب در کشاورزی ایران، اصلاح راهبردها و فناوری‌ها در استفاده از منابع آب برای برطرف کردن مشکلات ناشی از کمبود و پایین بودن راندمان استفاده از آب، ضروری به نظر می‌رسد. براساس گزارش فائو بیش از یک دهه است که افزایش تولید غذا با حداقل استفاده از آب آبیاری، مهمترین هدف سیاسی مدیران مزرعه، مخصوصاً در کشورهایی است که با محدودیت آب و زمین مواجه‌اند (Michailidis و همکاران، ۲۰۱۱). استفادۀ کارآمد از آب نه تنها می‌تواند افزایش عملکرد تولید را افزایش دهد، بلکه می‌تواند باعث بازگشت سرمایه با تأکید بر حفظ منابع آب و محیطزیست شود یکی از راه‌های استفاده بهینه از آب در کشاورزی، پذیرش فناوری نوین سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار است (Khan و همکاران، ۲۰۰۹).
روش تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (saaty، ۱۹۷۷). زیرا امکان در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی را فراهم می‌کند.
در زمینه پتانسیل‌یابی امکان اجرای آبیاری تحت فشار، Anane و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله‌مراتبی، سیستم آبیاری بارانی مناسب برای آبیاری زمین‌های کشاورزی با استفاده از آب نامتعارف را ارزیابی کردند، نتایج تحقیقات آنها نشان داد که تنها ۳۱ درصد از کل اراضی حوضه، مناسب آبیاری بارانی با آب‌های نامتعارف بود، همچنین Neissi و همکاران (۲۰۲۰) در دشت ایذه چهار روش آبیاری مکانیزه خطی، مکانیزه دوار، ارابه‌ای و قطره‌ای را مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج نشان داد که سامانه آبیاری قطره‌ای امتیاز بالاتری دارند.
از آنجاییکه از مهمترین عوامل تأثیرگذار در صرفه‌جویی مصرف آب در بخش کشاورزی که بزرگترین مصرف‌کننده آب است، استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار است. هدف از انجام این تحقیق، تلفیق روش AHP و نرم‌افزار GIS برای اولویت‌بندی مکانی اجرای انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار در دشت دز است. در این دشت به‌دلیل توسعه و رونق کشاورزی و وجود منابع آب، استفاده درست از این منابع منوط به انتخاب بهترین سامانه آبیاری است. سامانه آبیاری سطحی، رایج‌ترین سامانه آبیاری مورد استفاده در این منطقه است. با توجه به اجرای موفق سامانه‌های آبیاری تحت فشار در سال‌های اخیر در منطقه، مکان‌یابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار با در نظر گرفتن زیرمعیارهای مختلف تأثیرگذار بر عملکرد آنها امری ضروری می‌باشد، که در این تحقیق به این مهم پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

دشت دز پهناورترین دشت و از مهمترین قطب‌های کشاورزی استان خوزستان است. این دشت در شمال استان خوزستان واقع است و نقش مهمی در کشاورزی استان دارد (شکل ۱). وسعت دشت ۲۰۷۳ کیلومترمربع می‌باشد و ارتفاع آن حداقل ۳۷ و حداکثر ۳۸۹ متر است. میانگین درجه حرارت متوسط دشت، ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین سرعت باد ۱/۳۶ متر بر ثانیه می‌باشد که حاکی از آرامش نسبی در منطقه است. میانگین بارندگی سالانه ۳۱۴ میلی‌متر می‌باشد، از این رو بر اساس طبقه‌بندی‌ها اقلیم دشت دز، در محدوده نیمه‌خشک قرار می‌گیرد (حسینی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). به جز قسمت شمالی دشت در دیگر قسمت‌های دشت، شبکه‌های آبیاری وجود دارد و علاوه بر استفاده از منابع چاه از آب‌های سطحی برای کشاورزی استفاده می‌شود.
نیازهای آبی در دشت‌های دز غربی، دز شرقی و سبیلی از دو منبع آب سطحی و زیرزمینی تأمین می‌شود. در دشت لور اکثر نیازها از آب زیرزمینی تأمین می‌شود و در دشت دیمچه آب کشاورزی از منبع آب سطحی و آب شرب از منبع آب زیرزمینی تأمین می‌شود (آذری و همکاران،۱۳۹۲). جهت بررسی پهنه‌بندی کیفی آب‌های زیرزمینی این دشت، از اطلاعات کیفی ۹۳ حلقه چاه برداشت شده توسط سازمان آب و برق خوزستان طی سال‌های ۱۳۸۸تا ۱۳۹۸ استفاده شده است. با توجه به نتایج تحلیل نمونه آب چاه‌ها و براساس دیاگرام ویلکاکس عمدۀ کیفیت آب زیرزمینی به‌ترتیب در کلاس c3-s1 و c2-s1 قرار دارد که برای کشاورزی مناسب می‌باشند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دشت دز و زیردشت‌های آن

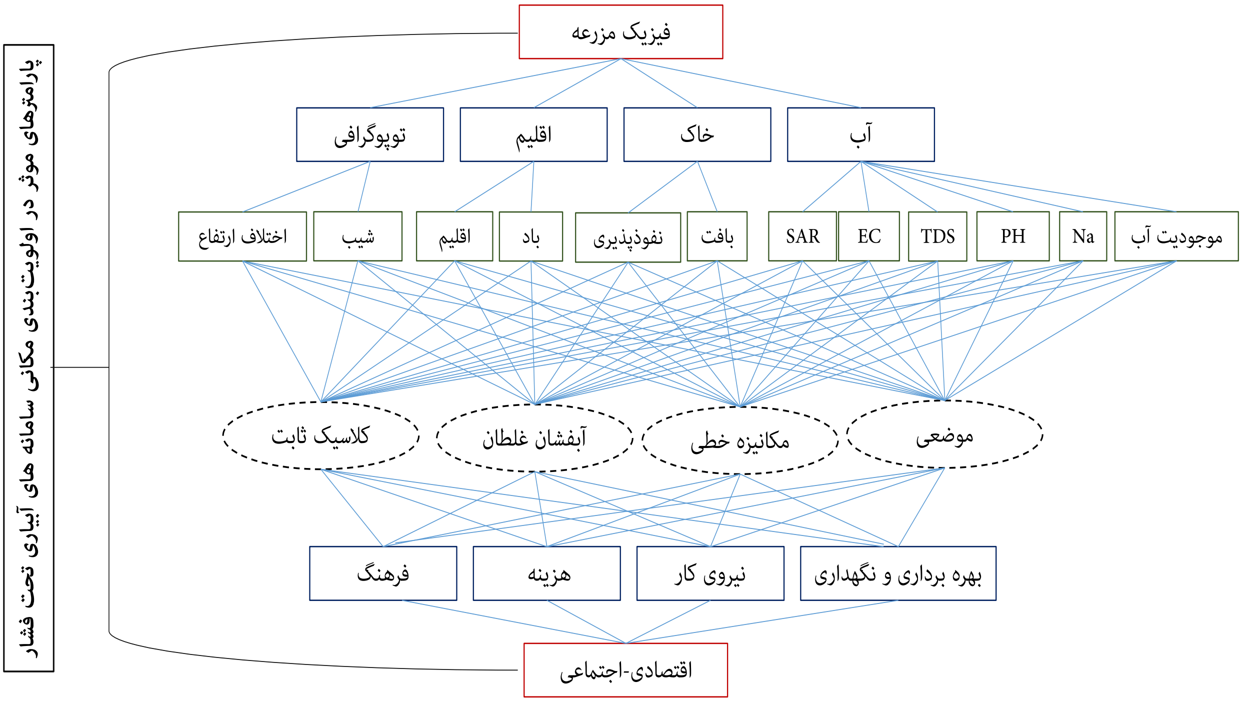
• روش تحلیل سلسله مراتبی برای مکان‌یابی سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در نرم‌افزار (GIS) است. زیرا امکان درنظرگرفتن معیارهای کمی و کیفی را فراهم می‌کند. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را امکان‌پذیر می‌سازد؛ علاوه بر این، بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده است که باعث می‌شود، قضاوت و محاسبات ساده شود. همچنین، میزان سازگاری و ناسازگاری سیستم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این فرآیند در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. مبنای تئوری این روش برای اولین بار توسط Saaty (۱۹۷۷) مطرح شده است. اولین گام، در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی است. این سلسله مراتب دارای چهار سطح هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌هاست. تبدیل موضوع یا مسأله مورد بررسی به یک ساختار سلسله مراتبی، مهمترین قسمت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌شود؛ زیرا در این قسمت، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مسائل پیچیده و مشکل را از طریق تجزیهٔ آن به عناصر جزئی (که به صورت سلسله مراتبی به هم مرتبط بوده و ارتباط هدف اصلی مسأله با پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی مشخص است) به شکل ساده تری در می‌آورد. در شکل (۲) نمودار سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارها در رابطه با مکان‌یابی انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار ارائه شده است. همانطور که از این شکل مشخص است، برای گریز از ناهمگنی قضاوت‌ها در مقایسهٔ دودویی، معیارها وزیرمعیارها طوری انتخاب شده‌اند که ابعاد ماتریس مقایسه، کوچک باشد و مقایسه به‌سهولت صورت گیرد. در این شکل، سطح هدف (انتخاب سامانه آبیاری مناسب تحت فشار) در بالاترین قسمت نمودار قرار گرفته است. معیارها که شامل دو معیار اقتصادی- اجتماعی و فیزیکی هستند، در سطح اول قرار گرفته‌اند و بعد از معیارها، زیرمعیارها قرار گرفته‌اند که به‌عنوان سطح دوم در این نمودار محسوب می‌شوند و این زیرمعیارها نیز خود به چندین زیرمعیار دیگر تقسیم می‌شوند که این معیارها در سطح سوم قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه امتیازدهی معیارها با مشورت متخصصان خبرهٔ این امر انجام شد، معیار اقتصادی- اجتماعی در منطقه مورد مطالعه دارای زیرمعیارهای واضحی است و وجود زیرمعیارهایی در سطح سوم در این معیار توصیه نمی‌شود؛ اما میزان مزیت زیرمعیارهای معیار اقتصادی- اجتماعی در هر سامانه آبیاری متفاوت است. زیرمعیارهای فیزیک مزرعه در سطح دوم به‌طور مشخصی جزئیات مد نظر را بیان نمی‌کند و لازم است زیرمعیارهایی در سطح سوم در نظر گرفته شوند که بیانگر جزئیات بیشتری باشند و دقت مطالعه افزایش یابد.

با استفاده از نمودار درخت سلسله‌مراتبی، به مقایسه معیارهای هر سطح در قالب ماتریس پرداخته شد. برای تعیین ضریب اهمیت (وزن) معیارها از مقایسه زوجی استفاده شد(Saaty، ۱۹۸۰). ارجحیت معیارها بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها برای انواع آبیاری تحت فشار مورد مطالعه و بر اساس نظرات علمی بدست آمده از اساتید گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز و کارشناس آب و خاک مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دزفول که آگاه به منطقه دشت دز می باشد، تعیین گردید. بدین صورت که به هر مقایسه زوجی یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده شد که مقصود از این ارقام در جدول (۱) ارائه شده است (Saaty، ۱۹۸۰).

جدول ۱- مقیاس ۹ کمیتی Saaty (۱۹۸۰) برای مقایسه زوجی معیارها

ردیف	ترجیحات	امتیاز
۱	اهمیت مساوی	۱
۲	اهمیت اندکی بیشتر	۳
۳	اهمیت بیشتر	۵
۴	اهمیت خیلی بیشتر	۷
۵	اهمیت مطلق	۹
۶	ترجیحات بین فواصل فوق	۲،۴،۶،۸



شکل ۲- نمودار سلسله‌مراتبی معیارها و زیرمعیارها در رابطه با اولویت‌بندی مکانی انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار

با توجه به اینکه امتیازدهی معیارها با مشورت اساتید دانشکده علوم آب شهید چمران اهواز انجام شد، وزن هر کدام از معیارها بدست آمد. سپس با ضرب کردن این وزن‌ها در امتیازهای کسب شده، وزن هر زیرمعیار به‌دست آمد و امتیاز نهایی هر زیرمعیار محاسبه گردید. با جمع جبری امتیازهای نهایی زیرمعیارها، امتیاز کل برای هر یک از مناطق محدودهٔ مورد مطالعه طرح در رابطه با هر یک از گزینه‌های سامانه‌های آبیاری به‌دست آمد. برای نمونه در جدول (۲) ماتریس دو معیار اصلی برای آبیاری موضعی بر اساس نظرات اساتید آبیاری و با استفاده از جدول شاخص وزن‌دهی (Saaty، ۱۹۸۰) به‌صورت مقایسه زوجی وزن‌دهی شد و در نهایت با استفاده ازروش AHP، مقدار اوزان مناسب برای هریک از معیارها طبق جدول (۱) محاسبه شد.

• بررسی سازگاری در قضاوت

یکی از مزیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، بررسی سازگاری ماتریس‌های مقایسه‌ای است. سازوکاری که Saaty (۱۹۸۰) برای بررسی ناسازگاری در قضاوت‌ها در نظر گرفته است، محاسبهٔ ضریبی به نام ضریب سازگاری (CR[۲]) است (رابطه ۲) که از تقسیم شاخص سازگاری (CI[۳]) به شاخص تصادفی‌بودن حاصل می‌شود (رابطه ۱). چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است. در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر شود. به عبارت دیگر ماتریس مقایسه دودویی معیارها باید مجدداً تشکیل شود.

$$CI=(I_{max}-n)/(n-1) \quad (۱)$$

$$CR=CI/RI \quad (۲)$$

I_{max} میانگین عناصر بردار ناسازگاری.

n: تعداد گزینه‌های موجود در تحقیق.

شاخص تصادفی‌بودن (RI) با توجه به تعداد معیارها (n) از جدول (۳) قابل استخراج است.

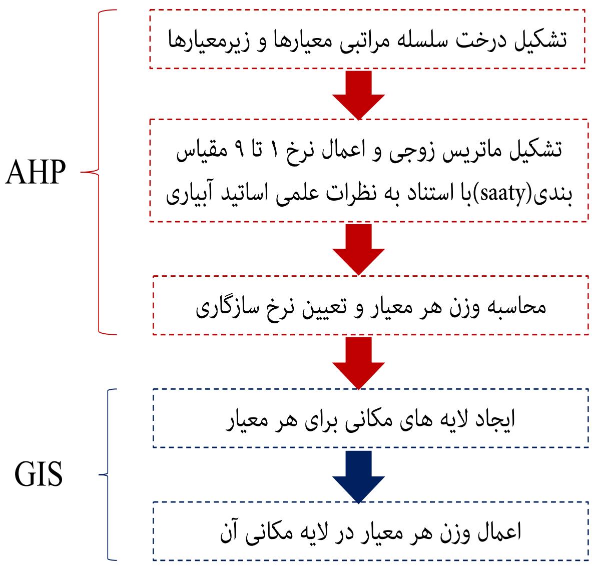
جدول ۲- ماتریس مقایسه معیارهای اصلی آبیاری موضعی

عوامل مؤثر	اقتصادی- اجتماعی	فیزیک مزرعه	وزن
اقتصادی- اجتماعی	۱	۰/۳۳۳	۰/۲۵
فیزیک مزرعه	۳	۱	۰/۷۵
			CR :۰/۰

جدول ۳- شاخص تصادفی بودن (RI)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

بررسی سازگاری قضاوت‌ها در ماتریس مقایسهٔ دودویی معیارها، حاکی از آن است که سازگاری در قضاوت‌ها رعایت شده است. هر ماتریس مقایسهٔ زوجی ممکن است سازگار یا ناسازگار باشد. در حالتی‌که این ماتریس سازگار باشد، محاسبهٔ وزن w_i ساده بوده و از نرمالیزه کردن عناصر هر ستون به دست می‌آید. اما در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد، محاسبهٔ وزن ساده نبوده و برای به دست آوردن آن از روش‌های دیگری استفاده می‌شود (قدسی‌پور، ۱۳۹۲).
پس از ایجاد نمودار سلسله‌مراتبی، مقایسه و محاسبهٔ وزن‌ها با استفاده از مدل AHP در محیط نرم‌افزار GIS انجام شد که به‌طور خودکار نسبت سازگاری نیز محاسبه گردید. مقدار ضریب سازگاری در سامانه‌های آبیاری موضعی بین صفر تا ۰/۰۱۰۷، آبفشان غلطان بین صفر تا ۰/۰۰۷، آبیاری بارانی مکانیزه خطی بین صفر تا ۰/۰۲۲۵ و در سامانه آبیاری کلاسیک ثابت، مقدار آن بین صفر تا ۰/۰۵۷ متغیر بود که نشان‌دهندهٔ سازگاری در مقایسه‌هاست.
درنهایت، جهت تعیین اولویت اجرای روش‌های آبیاری تحت فشار در هر مکان، تمامی لایه‌های مکانی(رستری) معیارها و زیرمعیارها در نرم‌افزار GIS ترسیم گردید و از طریق اعمال وزن‌های نهایی و براساس مدل Weight-overlay، لایه‌های وزن‌گذاری‌شده و هم‌پوشانی شد. شکل (۳) روند مربوط به مکان‌یابی انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار برای منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- روش‌شناسی مراحل مکان‌یابی اولویت اجرای هریک از روش‌های آبیاری تحت فشار

نتایج و بحث

در پژوهش حاضر با استفاده از مطالعات صورت گرفته، ارزیابی منابع و قابلیت اراضی دشت دز انجام گردید، ۱۶ عامل مؤثر در انتخاب سامانه‌های آبیاری تحت فشار تأثیر داده شد و مکان‌یابی مناطق دشت دز برای اولویت‌بندی چهار نوع سامانه آبیاری با تشکیل لایه‌های مکانی و تلفیق آنها در وزن‌های نهایی مربوطه برای هرکدام از سامانه‌ها براساس روش تحلیل سلسله مراتبی انجام گردید که نتایج محاسبات وزن نهایی برای هرکدام از سامانه‌های آبیاری تحت فشار در جدول (۴) ارائه شده است. لازم به ذکر است که تمامی وزن‌های نسبت داده شده برای گزینه‌ها و معیارها با توجه به نظرات اساتید آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز و مطالعه دقیق منابع، صورت گرفته و قابل اطمینان هستند.
پس از محاسبهٔ وزن هر معیار و زیرمعیار با استفاده از روش AHP، وزن‌های بدست آمده، به هر لایه مربوطه در محیط نرم‌افزار GIS اختصاص یافتند و در نهایت اولویت‌بندی مکان‌ها برای روش‌های آبیاری تحت فشار در قالب تصاویر خروجی گرافیکی به دست آمد و نتیجه‌گیری نهایی بر اساس بالاترین امتیاز به دست‌آمده توسط خروجی‌های گرافیکی تعیین شد.
نقشه‌های نهایی به چندین سطح امتیازی، طبقه‌بندی و امتیاز نهایی هر سیستم آبیاری با میانگین‌گیری وزنی نسبت به درصد مساحت حاصل شد. طبقه‌بندی از امتیاز ۳ که مربوط به اولویت پایین‌تر مناطق و به‌ترتیب تا امتیاز ۶ که اولویت بالاتر مناطق جهت اجرای آبیاری مربوطه است، انجام شد (جدول ۵).
مطابق جدول (۴) مشاهده می‌شود که سیستم آبیاری کلاسیک ثابت دارای امتیاز بالاتری است. نتایج خروجی نقشه‌های مکان‌یابی انواع آبیاری تحت فشار شامل آبیاری موضعی، آبفشان غلطان، کلاسیک ثابت و مکانیزه خطی در محیط GIS تهیه گردید و به‌ترتیب در شکل‌های (۴) تا (۷) آمده است. در این شکل‌ها، مناطق دارای اولویت عالی تا ضعیف برای هر نوع سامانه آبیاری به صورت گرافیکی ارائه شده به نحوی که امتیاز ۶مناطق دارای اولویت بالا و امتیاز ۳ مناطق با اولویت ضعیف برای روش آبیاری مورد نظر می‌باشند.
در نهایت نتایج هم‌پوشانی طبقه‌بندی اولویت‌های انواع سامانه‌های آبیاری مورد مطالعه بر اساس بیشترین امتیاز در نرم‌افزار GIS تهیه گردید که در شکل (۸) ارائه شده است. بر این اساس، درصد مساحتی که هر یک از چهار روش آبیاری امتیاز بیشتری داشته، برای دشت دز و به تفکیک زیر دشت‌های آن در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج محاسبات و وزن نهایی سامانه‌های آبیاری تحت فشار

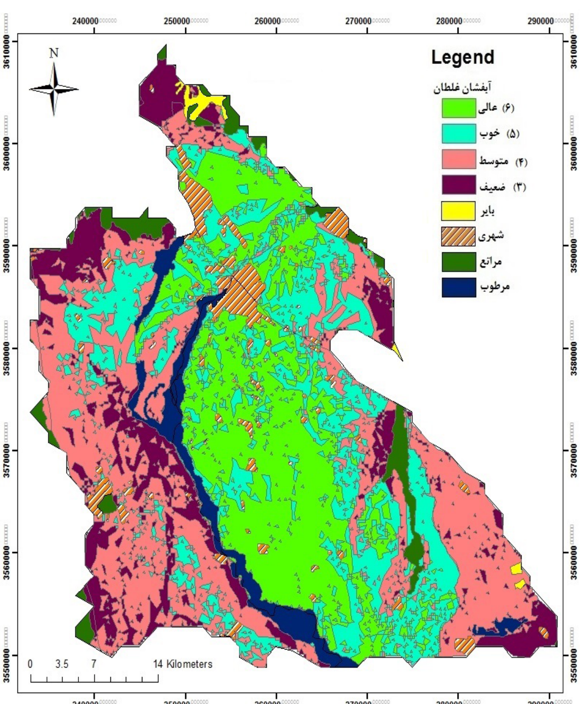
معیار اصلی	زیرمعیار در سطح اول	زیرمعیار در سطح دوم	وزن نهایی انواع سامانه آبیاری			
			مکانیزه خطی	آبفشان غلطان	کلاسیک ثابت	موضعی
اقتصادی-اجتماعی	نگهداری-بهره‌برداری		۰/۰۶۳	۰/۰۴۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۸
	نیروی کار		۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۸
	هزینه		۰/۰۶۳	۰/۰۴۲	۰/۰۹۴	۰/۱۶۷
	فرهنگی		۰/۰۲۱	۰/۰۴۲	۰/۰۳۸	۰/۰۲۸
فیزیک مزرعه	توپوگرافی	اختلاف ارتفاع	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۶۲	۰/۰۳۸
		شیب	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۱۸۷	۰/۰۳۸
	اقلیم	اقلیم منطقه	۰/۰۴۹	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۵۶
		باد	۰/۱۴۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۱۹
	خاک	نفوذپذیری	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۱۹
		آب قابل دسترس	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۰۵۶
	آب	غلظت سدیم	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۴۸	۰/۰۳۶
		موجودیت آب	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰,۰۰۶	۰/۰۱۷
		TDS	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰,۰۰۶	۰/۱۴۲
		SAR	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۸	۰/۰۴۵
		EC	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰,۰۱۸	۰/۱۴۲
		PH	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰,۰۱۸	۰/۱۴۲

جدول ۵- خلاصه نتایج بدست آمده برای سامانه‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از نقشه‌های GIS

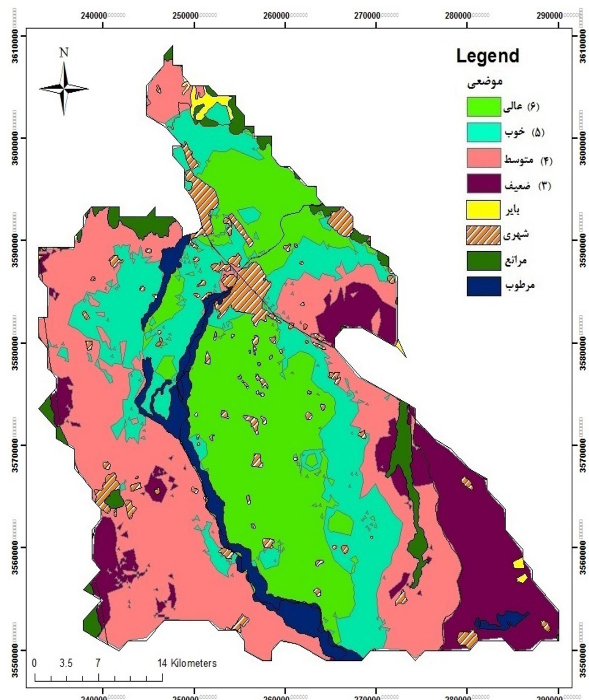
طبقات امتیازی	درصد مساحت کل دشت برای انواع سامانه آبیاری			
	موضعی	مکانیزه خطی	آبفشان غلطان	کلاسیک ثابت
۶	۲۱,۲۴	۲۵,۵۲	۲۷,۴۷	۲۴,۶۱
۵	۳۲,۸	۲۶,۳۸	۲۵,۶	۳۶,۳۵
۴	۲۷,۶۹	۳۳,۳۵	۳۳,۱۵	۲۸,۲۴
۳	۱۸,۲۸	۱۴,۷۵	۱۳,۷۹	۱۰,۸
امتیازنهایی	۴/۵۷	۴/۶۳	۴/۶۸	۴/۷۵

جدول۶- درصد مساحت‌های حاصل از همپوشانی طبقه‌بندی اولویت‌های اجرای انواع سامانه‌های آبیاری تحت فشار بر اساس بیشترین امتیاز

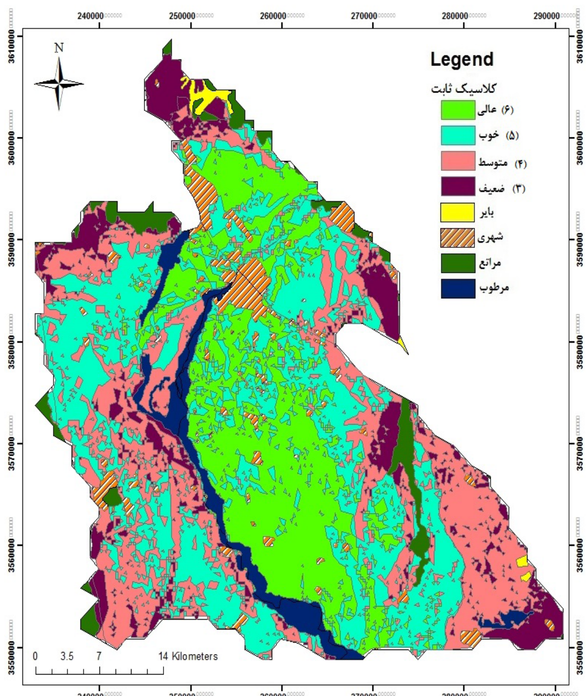
نوع سیستم آبیاری	درصد مساحت کل دشت	درصد مساحت به تفکیک زیردشت‌ها				
		دزشرقی	دزغربی	سبیلی	لور	دیمچه
کلاسیک ثابت	۲۷/۳	۵۳/۷۸	۳/۴	۲۱/۳۱	۴۱/۷۹	۰
آبفشان غلطان	۲۴/۲۹	۳۲/۸۴	۱۸/۱۵	۳۵/۶۱	۲۵/۴۲	۰/۲۸
مکانیزه خطی	۳۰/۵۴	۹/۳۵	۵۲/۴	۲۴/۷۷	۱۲/۴۳	۵۷/۷۴
موضعی	۱۸/۵۸	۴/۱۶	۲۷/۷۲	۱۸/۲۹	۲۱/۰۱	۴۱/۹۶



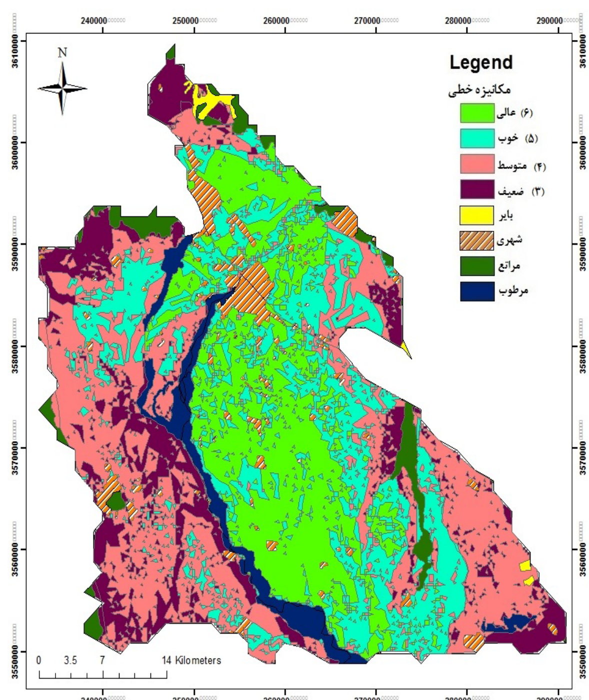
شکل ۴- طبقه‌بندی مکانی برای اولویت اجرای سامانه آبیاری آبفشان غلطان در دشت دز



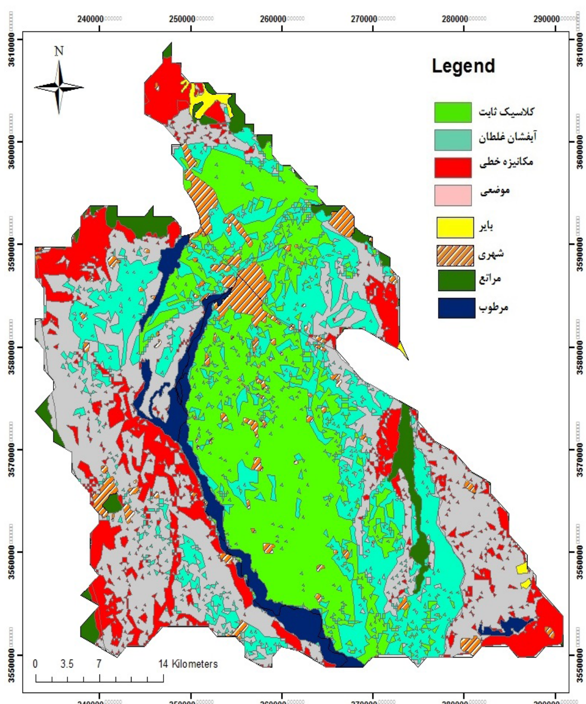
شکل ۵- طبقه‌بندی مکانی برای اولویت اجرای سامانه آبیاری موضعی در دشت دز



شکل ۷- طبقه‌بندی مکانی برای برای اولویت اجرای سامانه آبیاری کلاسیک ثابت در دشت دز



شکل ۶- طبقه‌بندی مکانی برای برای اولویت اجرای سامانه آبیاری مکانیزه خطی در دشت دز



شکل ۸- نقشه همپوشانی طبقه‌بندی اولویت‌های اجرای انواع سامانه‌های آبیاری مورد مطالعه براساس بیشترین امتیاز

نتیجه گیری

مدیریت اصولی و برنامه‌ریزی درست و بهره‌وری بهینه از منابع، نیازمند اطلاعات دقیق و به‌روز از عرصه مورد نظر می‌باشد. در این راستا، سامانۀ اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توانایی تجزیه و تحلیل‌های مکانی، تحلیل و تلفیق اطلاعات نقشه‌ای، جدولی و گزارش‌گیری، مطابق با روش‌های شناخته شدۀ مورد تأیید، می‌تواند نقش به‌سزایی در رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده، از جمله کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری ایفا نماید. مکان‌یابی مناطق جهت اولویت‌بندی اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار از طریق بررسی کلیۀ عوامل کمی و کیفی آب، خاک، اقلیم و پستی و بلندی در کنار عوامل اقتصادی – اجتماعی منطقه با کاربرد سامانۀ اطلاعات جغرافیایی، امری ضروری است؛ زیرا با محدودیت‌های منابع موجود در بخش کشاورزی می‌بایست مناطقی که انطباق منطقی بیشتری برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار دارند، تعیین گردند تا منابع آب و خاک موثرتر بکار گرفته شود. در این تحقیق با استفاده از سامانۀ اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با بکارگیری تحلیل سلسله مراتبی AHP، اولویت بالاتر جهت انتخاب و اجرای هر یک از طرح‌های آبیاری تحت فشار در دشت دز شناسایی شد. با توجه به نقشه خروجی حاصل از هم‌پوشانی لایه‌های امتیازبندی مکانی روش‌های آبیاری مورد مطالعه در دشت دز، نتیجه گردید که ۵۳/۷۸ درصد دشت دز شرقی دارای اولویت برای آبیاری کلاسیک ثابت، ۳۵/۶۱ درصد دشت سبیلی برای آبیاری آبفشان غلطان، به‌ترتیب ۵۷/۷۴ و ۵۲/۴ درصد از مساحت دشت دیمچه و دز غربی برای آبیاری مکانیزه خطی و ۴۱/۹۶ درصد از مساحت دشت دیمچه با اولویت بیشتر جهت اجرای آبیاری موضعی می‌باشد. وجود شبکه بزرگ آبیاری دز در مرکز دشت و دیگر رودخانه‌های بزرگ در سطح دشت در کنار دیگر عوامل اقتصادی- اجتماعی و فیزیکی مناسب، سبب شده است که ۸۱/۴۶ درصد از مساحت کل دشت دز جهت اجرای انواع آبیاری بارانی(شامل: بارانی آبفشان غلطان، مکانیزه خطی و کلاسیک ثابت) مناسب باشد. لذا پیشنهاد می‌شود مسائل بهره‌برداری شامل مناسب‌ترین فشار طراحی به لحاظ فنی و اقتصادی، نوع و تعداد آب پاش‌ها برای این منطقه تعیین شود. زیرا در صورت طراحی و استفادۀ مناسب از سامانه‌های آبیاری بارانی با افزایش راندمان، میزان تولید و درآمد بهره‌برداران و همچنین بهره‌وری منابع آب افزایش خواهد یافت و با به‌کارگیری این سامانه‌ها، تخصیص بهینه منابع آب بهتر صورت خواهد گرفت.

پی‌نوشت

1-Consistency Ratio

2-Consistency Index

منابع

آذری، الف.، آخوندعلی، ع.م.، رادمنش، ف. و حقیقی، ع. ۱۳۹۴. شبیه‌سازی اندرکنش آب سطحی و زیرزمینی در شرایط بهره‌برداری تلفیقی (مطالعه موردی: دشت دز). فصلنامه علوم و مهندسی آبیاری، دوره: ۳۸(۲): ۳۳-۴۷.

حسینی‌زاده، ع.، کابلی، ح.، زارعی، ح. و آخوندعلی، ع.م. ۱۳۹۵. تحلیل شدت و دوره بازگشت خشکسالی در شرایط تغییر اقلیم آتی (مطالعه موردی: دشت دزفول- اندیمشک). فصلنامه علوم و مهندسی آبیاری، ۱: ۳۳-۴۳ .

قدسی‌پور، ح. ۱۳۹۲. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، چاپ یازدهم.

Anane M., Bouziri L., Limam A. and Jellali S. 2012. Ranking suitable sites for irrigation with reclaimed water in the Nabeul- Hammamet region (Tunisia) using GIS and AHP-multicriteria decision analysis.Resources. Conservation and Recycling, 65: 36-46.

Balali M.R., Keulartz J. and Korthals M. 2009. Reflexive water management in arid regions: The case of Iran. Journal of Environmental, 18(1): 91-112.

Kahil M.T., Dinar A. and Albiac J. 2015. Modeling water scarcity and droughts for policy adaptation to climate change in arid and semiarid regions. Journal of Hydrology, 522: 95-109.

Khan S., Hanjra M.A. and Mu J. 2009. Water management and crop production for food security in China:A review. Agricultural Water Management, 96(3): 349-360.

Koundouri P., Nauges C. and Tzouvelekas V .2006. Technology adoption under production uncertainty: Theory and application to irrigation technology. American Journal of Agricultural Economics, 88(3): 657-670.

Michailidis A., Koutsouris A. and Nastis S. 2011. Adoption of sustainable irrigation practices in waterscarce areas. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17(5): 579-591.

Neissi L. Albaji M. and Boroomand Nasab S. 2020. Combination of GIS and AHP for site selection of pressurized irrigation systems in the Izeh plain, Iran. Agricultural Water Management, 231: 1-8.

Roudi-Fahimi F., Creel L. and De Souza R.M. 2002. Finding the balance: Population and water scarcity inthe Middle East and North Africa. Population Reference Bureau Policy Brief.

Saaty T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structure. J. Math.Psychol, 15: 228–234.

Saaty T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York.