**Research Paper**

# Evaluation of Hydraulic Performance and Operation of Sluice and Neyrpic Modules in Water Distribution Canals (Case Study: Moghan Irrigation Network, Ardabil)

Karamat Akhavan[1*], Milad Kheiry[2], Salim Abbasi[3], Rasoul Daneshfaraz[4], Farhoud Kalateh[5]

[1] Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran. Akhavang120@gmail.com
[2] Ph.D. Candidate of Hydraulic Structures and Water Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran. M.kheyri@tabrizu.ac.ir
[3] M.Sc., Graduated, Department of Civil Eng., Univ. of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, salimabbasi24@gmail.com
[4] Professor, Department of Civil Engineering, University of Maragheh, Maragheh, Iran, daneshfaraz@yahoo.com
[5] Associate Professor, Department of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran, fkalateh@tabrizu.ac.ir

10.22125/IWE.2023.168163

Received:
**August 20, 2021**
Accepted:
**January 20, 2021**
Available online:
April 18, 2023

**Keywords:**
**Moghan irrigation network,**
**Neyrpic-Modules,**
**Performance evaluation,**
**Sluice gates,**
**Structural operation.**

## Abstract

In the present study, the evaluation of hydraulic performance and operation of water flow measuring structures in the Moghan irrigation network has been reviewed and presented. In the Moghan irrigation network, 1246 intake gates have been installed to control and regulate the water level, except for the inlet gates at the dam site, Sluice gates have been used as flow measuring structures. Like other irrigation networks in the country, this network is facing the problem of imprecise flow measuring structures. For this reason, in the implementation of network improvement, about half of the structures were replaced with Neyrpic-Modules. In this research, by visiting the network and reviewing the available maps and information, four canals of the network were randomly selected, in each of the canals, water flow measure1ment tests and necessary surveys were performed on the structures. To measure the desired location, the actual discharge rate was measured at different discharge rates and in at least three replications by an ultrasonic flowmeter. In each structure, the actual discharge rate was compared with the nominal discharge rate of the structure used in its operation, and the relative error of the structures was obtained. The results of this study show that the average relative error of actual discharge and nominal discharge was between 7.11 to 34.38%. In the field of operation evaluation, improper sealing, destruction, and inefficiency of water level determination gates and opening of gates, decay, and manipulation of gates were some of the problems of operation of structures.

## 1. Introduction

Gates are used to regulate the discharge and upstream water level in irrigation canals. Several analytical and experimental studies have been performed to determine the hydraulic and geometric parameters of sluice gates (Daneshfaraz et al., 2016). However, the evaluation of hydraulic performance and operation of sluice and neyrpic gates in-field water distribution canals have been less studied due to the difficulty and lack of sufficient information. Therefore, the main purpose of this study is to accurately evaluate the sluice and neyrpic gates for a case study of the Moghan plain irrigation network. Akhavan and Mousavi (2007) while examining the performance of a number of flow control structures in Moghan

Irrigation Network, concluded that it is better to use modular gates such as neyrpic instead of sluice gates. Salmasi and Norouzi (2018) investigated the effect of different sill's geometric shapes on the flow coefficient of vertical sluice gate flow. Based on the results, the circular sills are the most effective shape and the triangular threshold is one of the best polygonal sills. The circular sill increases the discharge coefficient by at least 23% and at most 31%.

The main purpose of this research is to evaluate the performance of sluice and Neyrpic gates, which includes the following minor objectives: 1- Comparing the actual discharge with the nominal discharge of the structure that is used in its operation. 2- Investigating hydraulic performance and comparing the accuracy of measuring sluice and neyrpic gates. 3- Providing technical recommendations and practical suggestions based on visits and field research for the problems of operation, improvement, and upgrading of the irrigation network.

## 2. Materials and Methods

In this study, by visiting the network, reviewing the maps and available information randomly, four canals of the network, including two canals of the large network (one canal before the lake and one canal after the lake), one canal of network A and one canal of A recursive was selected and the necessary investigations were performed in the intake gate of the measured sample canals.

To measure the discharge downstream of the structure, the nearest place that the necessary conditions for measurement include: A) Minimum losses from the structure, B) minimum water level fluctuation, C) It is easy to calculate the cross-sectional area of the current at that location and select the actual discharge at the desired location in different discharges and at least in three repetitions by the ultrasonic flowmeter. In Moghan irrigation network, 1246 intake gates have been designed and installed to control and regulate the water level, Except for the inlet gates at the junction, which are gates arched, Sluice gates have been used as flow measuring structures. This network, like other irrigation networks in the country, faces the problem of inaccurate structures. For this reason, in implementing the network improvement plan, about half of the structures were replaced with the neyrpic gates. Considering the existence and use of two types of structures for measuring water flow, the need to determine the accuracy of measuring structures, especially in the case of practical implementation of the volumetric water delivery plan, it seems necessary that this research has been done in this regard.

## 3. Results

In this research, the evaluation of hydraulic performance and operation of water flow measuring structures in the Moghan irrigation network has been reviewed and presented.

In order to improve and increase the efficiency of water distribution and proper operation of flow control structures in the Moghan irrigation network, the results of the present study are presented as follows and some recommendations are proposed: The percentage of flow measurement error in sluice gates was between 0.63 to 42.57 and for neyrpic gates was 17 to 47.32. Due to the significant flow measurement error, the structures should be reconstructed and serviced. Calibration operations should be performed on sluice gates to accurately determine hydraulic relationships in structures. Lack of proper sealing of gates was observed in some cases in the network, which leads to leakage of large amounts of water even in completely closed gates.

## 4. Discussion and Conclusion

The failure of water regulating gates in the sub-canals of network A has caused the manipulation and destruction of these gates and reservoirs by farmers, which leads to a lack of fair distribution of water among applicants. Degradation and inefficiency of the upstream and downstream opening measurement scales were observed in large numbers, especially in grade 2 canals. This makes it difficult to accurately measure water inflow control structures. All non-scaled gates should be equipped with upstream and downstream openings to allow accurate water measurement. The increase of irrigated lands in some reservoirs, the high level of some agricultural plots about the mouth of the reservoir, and the destruction and manipulation of buildings have caused improper distribution, disruption of the intake process, or inefficiency of water transmission and distribution systems in the network.

## 5. Six important references

1) Akhavan, K. Mousavi, A. 2007. Evaluation of the hydraulic performance of water structures in connection with Moghan irrigation network management, the first national seminar on irrigation and drainage network management, Ahvaz.
2) Akhavan, K., Kheiry, M., Ahmadpari, H., Abbasi, S., & Kalateh, F. 2023. Investigating virtual water content and physical and economic water productivity indicators in crops (Case study: Moghan irrigation network, Ardabil province). Water and Soil Management and Modelling, (), -. doi: 10.22098/mmws.2023.11899.1186 (In Farsi)
3) Akhavan, K., Abbassi, N., kheiry Ghoujeh biglou, M., & Ahmadpari, H. 2021. Investigation on Conveyance Efficiency and Operation Issues of Precast Concrete Channels (Canalette) in Moghan Irrigation Network. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 22(83), 21-42. doi: 10.22092/idser.2021.354260.1470 (In Farsi)
4) Kheiry Ghojeh Biglou, M., & Pilpayeh, A. 2020. Optimization of height and length of ogee-crested spillway by composing genetic algorithm and regression models (case study: spillway of Balarood dam). Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 20(77): 39-56.
5) Kalateh, F., & Kheiry Ghoujeh-Biglou, M. 2022a. Probabilistic analysis of seepage in earthen dam using Monte Carlo method and with considering permeability of materials and dam geometry. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 23(86), 133-162. https://doi.org/10.22092/idser.2022.358681.1509.
6) Kalateh F, Hosseinejad F, Kheiry M. 2022. Uncertainty quantification in the analysis of liquefied soil response through Fuzzy Finite Element method. Acta Geodynamica et Geomaterialia, 19, No. 3 (207), 177–199, 2022. DOI: 10.13168/AGG.2022.0007.

## Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. شماره پنجاه و یک . بهار ۱۴۰۲

# ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های کشویی و نیرپیک در کانال‌های توزیع آب (مطالعه موردی: شبکه آبیاری مغان، اردبیل)

کرامت اخوان[۱*]، میلاد خیری[۲]، سلیم عباسی[۳]، رسول دانشفراز[۴]، فرهود کلاته[۵]

تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۵/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰

مقاله پژوهشی

## چکیده

در تحقیق حاضر عملکرد هیدرولیکی اندازه‌گیری جریان آب و مشکلات بهره‌برداری این سازه‌ها در شبکه آبیاری مغان بررسی شده است. در شبکه تعداد ۱۲۴۶ عدد دریچه آبگیر، جهت کنترل و تنظیم سطح آب نصب شده که به غیر از دریچه‌های ورودی در محل بند، از دریچه‌های کشویی به عنوان سازه‌های اندازه‌گیری جریان استفاده شده است. دقیق نبودن سازه‌های اندازه‌گیری در این شبکه باعث شده تا در اجرای بهسازی شبکه، حدود نیمی از سازه‌ها با دریچه‌های نیرپیک تعویض شدند. در این تحقیق با بازدید از شبکه و بررسی نقشه‌ها و اطلاعات موجود، به صورت تصادفی چهار کانال از شبکه انتخاب شد. در هر سازه، دبی واقعی با دبی اسمی سازه که در بهره‌برداری از آن استفاده می‌شود، مورد مقایسه قرار گرفت و خطای نسبی سازه‌ها بدست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد، که متوسط خطای نسبی دبی واقعی و دبی اندازه‌گیری بین ۷/۱۱ تا ۳۴/۳۸ درصد می‌باشد. درصد خطای نسبی اندازه‌گیری دبی در دریچه-های کشویی بین ۰/۶۳ تا ۴۲/۵۷ درصد و برای دریچه‌های نیرپیک ۱۷ تا ۴۷/۳۲ درصد به دست آمد، همچنین برای دریچه کشویی حداکثر اختلاف دبی به ترتیب در کانال‌های مورد آزمایش ۱۲۷ و ۹۲۹/۳ لیتر بر ثانیه و برای دریچه نیرپیک حداکثر اختلاف آبگذری در کانال‌های مورد آزمایش به ترتیب ۳۰۸ و ۶۱۵ لیتر بر ثانیه حاصل شد. در بخش ارزیابی بهره‌برداری، آب‌بندی نامناسب، تخریب و عدم کارایی اشل‌های تعیین تراز آب و بازشدگی دریچه‌ها، پوسیدگی و دستکاری دریچه‌ها از مشکلات بهره‌برداری سازه‌ها می‌باشد، که در این راستا، توصیه‌های لازم شامل کنترل و اصلاح بهینه و کالیبراسیون سازه‌ها ارائه گردید.

**واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، بهره‌برداری سازه‌ها، دریچه کشویی، دریچه نیرپیک، شبکه آبیاری مغان**

[۱] استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. Akhavang120@gmail.com(نویسنده مسول)

[۲] دانشجوی دکتری مهندسی عمران- آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. M.kheyri@tabrizu.ac.ir

[۳] کارشناس ارشد مهندسی عمران- سازه‌های هیدرولیکی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. salimabbasi24@gmail.com

[۴] استاد گروه مهندسی عمران-هیدرولیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران. daneshfaraz@yahoo.com

[۵] دانشیار گروه آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. fkalateh@tabrizu.ac.ir

## مقدمه

برای تنظیم دبی و سطح آب بالادست در کانال‌های آبیاری از دریچه‌ها استفاده می‌شود. تاکنون مطالعات تحلیلی و آزمایشگاهی متعددی به‌منظور تعیین پارامترهای هیدرولیکی و هندسی دریچه‌های کشویی انجام یافته است (دانشفراز و همکاران، ۲۰۱۶). اما ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های کشویی و نیرپیک در کانال‌های توزیع آب بصورت میدانی، به علت دشواری و در دسترس نبودن اطلاعات کافی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (امامی و همکاران، ۲۰۲۰; چوپان و همکاران، ۲۰۲۰). لذا هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی دقیق دریچه‌های کشویی و نیرپیک برای مطالعه موردی شبکه آبیاری دشت مغان می باشد.

جهت جلوگیری از هدر رفت آب بایستی در کنترل و توزیع آب در شبکه‌های موجود نهایت دقت به عمل آید و سازه‌های کنترل جریان با توجه به شرایط هر منطقه به طور صحیح و اصولی انتخاب شوند، تا در آینده دچار مشکل نشوند. به طور کلی هر سازه آبی جهت بهبود عملکرد نیازمند دقت در طراحی، اجرا و بهره برداری است (کلاته و خیری، ۲۰۲۲a; ۲۰۲۲b; کلاته و همکاران، ۲۰۲۲). قبل از طراحی یک شبکه آبیاری، انجام بررسی‌های لازم جهت تعیین و انتخاب یک سیستم کنترل مناسب با شرایط اجتماعی و فرهنگی منطقه جهت توزیع دقیق و منصفانه آب الزامی می‌باشد، در غیر این صورت موجب هدر رفتن سرمایه‌های منابع آبی خواهد بود (اشکان، ۱۹۹۴). معضل اتلاف آب در شبکه آبیاری مغان مانند سایر شبکه‌های آبیاری مشاهده می شود (اخوان و همکاران، ۱۴۰۰: اخوان و همکاران، ۱۴۰۱).

فائو (۱۹۸۲) با تشکیل کار گروه‌های تخصصی، عملکرد شبکه‌های آبیاری را بررسی نموده و نسبت به تهیه دستورالعملی در زمینه روش‌های ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و چگونگی بررسی و شناسایی مسائل و معضلات و ارائه راه‌حل آن اقدام نمود. ریجو و المدیا (۱۹۹۳) با مطالعه عملکرد سیستم آبیاری خودکار با کنترل بالادست بر روی پروژه آبیاری سورایا در کشور پرتغال به این نتیجه رسیدند که جایگزینی روش چرخشی با تحویل آب به روش برنامه‌ریزی تنظیم شده با محدودیت در حجم و مدت زمان تحویل آب باعث کاهش راندمان انتقال آب شده است. عباسی (۲۰۰۰) راندمان‌های انتقال و توزیع شبکه آبیاری قزوین را مطالعه و به این نتیجه رسید که یکی از مشکلات مهم شبکه آبیاری دشت قزوین، ناشی از بهره‌برداری نادرست (اصلاحات ساختاری نظیر پاکسازی و آب بند نمودن کامل دریچه‌ها، تعمیر درز و اتصالات معیوب، تخلیه مواد رسوبی محصور شده در اطراف دریچه‌ها و نصب شبکه آشغالگیر در ورودی آبگیرها) از دریچه‌های نصب شده روی کانال‌ها است.

منتظر و همکاران (۲۰۰۴)، روابط مختلف حساسیت هیدرولیکی برای دریچه‌های نیرپیک را مورد بررسی قرار داد و منحنی دبی– ارتفاع را براساس داده-های میدانی به منظور مطالعه حساسیت در طی دوره-های بهره‌برداری، تهیه نمودند. به بیان دیگر حساسیت مدول تابعی است از ساختار فیزیکی سازه و هیدرولیک جریان و بدین ترتیب کلیه عواملی که به هر یک از دو عامل فوق تاثیرگذار باشند، بر حساسیت مدول نیز موثر خواهند بود. به منظور بهره‌گیری از مدل حساسیت هیدرولیکی سازه‌های آبیاری در رفتارسنجی جریان، باید حساسیت واقعی سازه و سیستم در حالت بهره-برداری محاسبه گردد.

پاسبانی (۲۰۰۷) در جهت ارزیابی عملکرد سازه‌های اندازه‌گیری جریان آب مطالعه موردی بر روی دریچه-های کشویی شبکه آبیاری و زهکشی مغان انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد در دریچه‌های اصلی شامل آبگیر، دبی واقعی عبوری به طور متوسط ۴/۸۶ تا ۲۴/۰۱ درصد بیشتر از دبی اسمی است. دبی اسمی، دبی است که در آن دبی دریچه تحت شرایط عادی به طور مداوم و طبق انتظار در محدوده مجاز (مثبت و منفی) تحت شرایط جریان پیوسته و متناوب می‌باشد. در حالی که در دریچه‌های کشویی آبگیری مزارع برعکس بوده و دبی واقعی عبوری به طور متوسط

۱۱/۴۵ تا ۳۸/۴ درصد کمتر از دبی پیش‌بینی شده می‌باشد. محسن آبادی و همکاران (۱۳۷۸) با تحلیل سازه‌های موجود در شبکه آبیاری دشت قزوین بیان نمودند که به واسطه استغراق برخی از دریچه‌های مدول نیرپیک در پایین‌دست و نیز تخلیه نشدن کامل رسوبات از داخل کانال‌های مجاور آبگیرها، در دریچه‌های یک یا دو نقابه[1]، نسبت به دبی اسمی و محاسباتی، دبی کمتری وارد کانال‌های پایین‌دست می‌شود.

اخوان و موسوی (۲۰۰۷) ضمن بررسی عملکرد تعدادی از سازه‌های کنترل جریان شبکه آبیاری مغان به این نتیجه رسیدند که بهتر است به دلیل راندمان بالای دریچه‌های نیرپیک، به جای دریچه‌های کشویی از دریچه‌های مدول نظیر نیرپیک استفاده شود. جورابلو و سرکرده (۲۰۱۰) برای ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و شناخت عوامل مؤثر در بهره‌وری شبکه‌های مدرن آبیاری، شش نوع مدول نیرپیک را در شبکه‌ی آبیاری گرمسار بررسی کردند. در این مطالعه در دریچه‌های مدول نیرپیک به ازای نوسانات سطح آب به میزان ۱۵ سانتی‌متر، میانگین تغییرات دبی ۵ تا ۱۰ درصد بالاتر از حد استاندارد گزارش شده است.

آلی و همکاران (۲۰۱۳) برای ارزیابی سطح بهره‌برداری کانال درجه سه در مقایسه با سیستم‌های قدیمی به منظور اطلاع زارعین، سیستم‌های موجود را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که در حالت کلی بهره‌وری آب در شبکه‌های اصلاح شده بهبود یافته، در مدیریت موفقیت‌آمیز شبکه توزیع آب، موثر بوده است. کمبود آب در کانال اصلی بویژه در قسمت انتهایی آن و عدم برنامه‌ریزی برای تولید محصول توسط کشاورزان و تقاضای زیاد مزارع نسبت به تامین آب، مشکلات اصلی تحویل آب در شبکه آبیاری عنوان شده است.

سیدجواد و همکاران (۲۰۱۳) در طی تحقیقی شاخص‌های حساسیت هیدرولیکی سازه‌های نیرپیک شبکه‌ی آبیاری و زهکشی دشت ورامین را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. این تحقیق به علت تحویل و توزیع نامناسب آب به خصوص در پایین‌دست شبکه انجام گرفته است .نتایج حاصل نشان داد که حساسیت سازه‌های نیرپیک نسبت به عمق بالادست و مقدار بازشدگی دریچه‌های مدول نیرپیک بیشتر در سازه‌های انتهایی رخ داده است.

زیرا در هر دو معادلهٔ حساسیت‌سنجی براساس عمق بالادست و مقدار بازشدگی مدول‌ها، سازهای انتهایی حساسیت بیشتری دارند. در نتیجه بهترین روش تأمین عمق آب برای پایین‌دست تحویل و توزیع آب براساس نیاز پایین‌دست هر کانال است. در این وضعیت عمق آب در همهٔ آبگیرها تأمین می‌شود و در مقدار بازشدگی مدول‌ها نیز تغییری ایجاد نمی‌شود.

دیجن و همکاران (۲۰۱۵) عملکرد تحویل آب در ۱۵ آبگیر واقع در کانالی به طول ۱۰ کیلومتر از طرح آبیاری را ارزیابی کردند. نتایج ارزیابی عملکرد با شاخص‌های مختلف نشان داد که میانگین تامین سالانه آب آبیاری ۲۴ درصد بیش‌تر از آب مورد تقاضا بوده است. تحویل آب در طول کانال‌های درجه سه راندمان مناسبی داشت و تلفات آب در داخل مزارع معنی‌دار نبود، ولی در کانال‌های توزیع و انتقال، تلفات معنی‌داری وجود داشت. ضعف مدیریت بهره‌برداری شبکه، دلیل تحویل ناعادلانه و غیرکارامد آب بوده است.

معاون شهیدی و همکاران (۲۰۱۶) نشت کانال را منبع اصلی تلفات آب در سیستم‌های آبیاری استرالیا معرفی کردند. آنها تاکید کردند که سن زیرساخت نقشی غیرقابل انکار در افزایش تلفات آب دارد. آنها همچنین مدل کنترل کل کانال را برای کل منطقه آبیاری استرالیا طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۲ اعمال کردند، و نرخ نشت برای هر عمق‌سنج، آبگیر و استخر برآورد شد. مقایسه با تخمین‌های نشت از مطالعات تراوش قبلی در استرالیا، توافق معقولی را بین نرخ‌های نشت تخمینی از داده‌های اتوماسیون کانال و تخمین‌های مطالعات قبلی نشان داد. نکته مهم، مدل کنترل تعدادی از کانال با نرخ تراوش بالا را شناسایی کرد که در بررسی‌های تراوش سال‌های قبلی شناسایی نشده بودند.

[1] Gate of the double mask

حبیبی و همکاران (۲۰۱۶) عملکرد مدول‌های نیرپیک به عنوان سازه آبگیر در تامین آب اراضی پایین-دست خود در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در شرایط کنونی بیشتر آبگیرها نسبت به حالت اولیه به طور متوسط حدود ۵۰ درصد کاهش عملکرد دارند که این عامل باعث شده آبگیرها در برخی از نقاط شبکه قادر به تأمین آب مورد نیاز اراضی پایین‌دست خود نباشند. دلیل این هدر رفت، به عوامل مختلفی بستگی دارد. مهمترین عوامل، فرسودگی آبگیرهای نیرپیک، عدم کارکرد صحیح سازه‌های تنظیم، فرسودگی کانال‌ها و نداشتن برنامه‌ای جهت بهره‌برداری از شبکه توسط مسئولان بهره‌برداری می‌باشد.

اشکان و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی عددی عملکرد دریچه‌های کشویی متوالی (سه دریچه کشویی پشت سرهم) در تنظیم دبی جریان در کانال ها پرداختند. نتایج آن ها نشان داد که دریچه های متوالی در تحویل دبی تقریبا ثابت به ازای تغییرات عمق جریان در بالادست کانال با دقت قابل قبولی عمل می‌کنند. سلماسی و نوروزی (۲۰۱۸) تأثیر شکل‌های مختلف هندسی آستانه بر ضریب دبی جریان دریچه کشویی عمودی را بررسی کردند. بر اساس نتایج بدست آمده، آستانه دایره‌ای مؤثرترین شکل است و آستانه مثلثی از جمله بهترین آستانه‌های چند وجهی می‌باشد. آستانه دایره‌ای ضریب دبی را حداقل۲۳ درصد و حداکثر ۳۱ درصد افزایش می‌دهد. کانونی و همکاران (۲۰۱۹) عملکرد هیدرولیکی و بهره‌برداری دریچه‌های مدول نیرپیک در کانال اصلی توزیع آب شبکه آبیاری یامچی، اردبیل را ارزیابی کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که دقت اندازه‌گیری جریان در همه آبگیرها بالا بوده به طوری که حداکثر خطای نسبی برابر ۱۰/۶ درصد بود. اخوان و همکاران (۲۰۱۹) به ارزیابی عملکرد پوشش‌های مختلف کانال‌های آبیاری مسیر پمپاژ سه شبکهٔ آبیاری و زهکشی مغان با استفاده از روش دبی ورودی – خروجی و با بهره‌گیری از دبی سنج ماورای صوت پرداختند و تلفات کانال‌ها در طول شبکه آبیاری و زهکشی مغان را برآورد کردند. بر اساس نتایج آزمایش‌ها، میانگین دبی نشتی ۴۶.۸۶ لیتر در روز و بر متر مربع گزارش شد. محمدی و همکاران (۲۰۱۹) اندازه‌گیری میدانی و تحلیل تلفات آب در قسمت اصلی و سطح سوم کانال‌های آبیاری شبکه آبیاری ورامین را مطالعه کردند. داده‌های ثبت شده در بیش از ۴۰ نقطه انتخاب شده از کانال‌های اصلی، درجه ۲ و ۳ تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که کارایی انتقال برای کانال‌های اصلی، درجه ۲ و ۳ در ۱۰۰۰ متر به ترتیب ۹۵، ۹۱/۵ و ۸۹/۳ درصد است. کارایی انتقال با در نظر گرفتن میزان نشت و تلفات در کانال‌های اصلی تعیین شده است. با توجه به افزایش تنش آبی، به‌کارگیری تمهیدات مناسب برای بهره‌برداری اصولی از منابع آبی محدود اهمیت بالایی دارد (خیری قوجه بیگلو و پیل پایه، ۲۰۲۰). علی قربانی و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از ۴ روش هوش مصنوعی ضریب دبی سرریزهای کشویی را با کاربرد آستانه در شکل‌های مختلف به دست آوردند. نتایج این محققان نشان داد که نصب آستانه در زیر دریچه کشویی تاثیر مثبتی بر دبی جریان دارد.

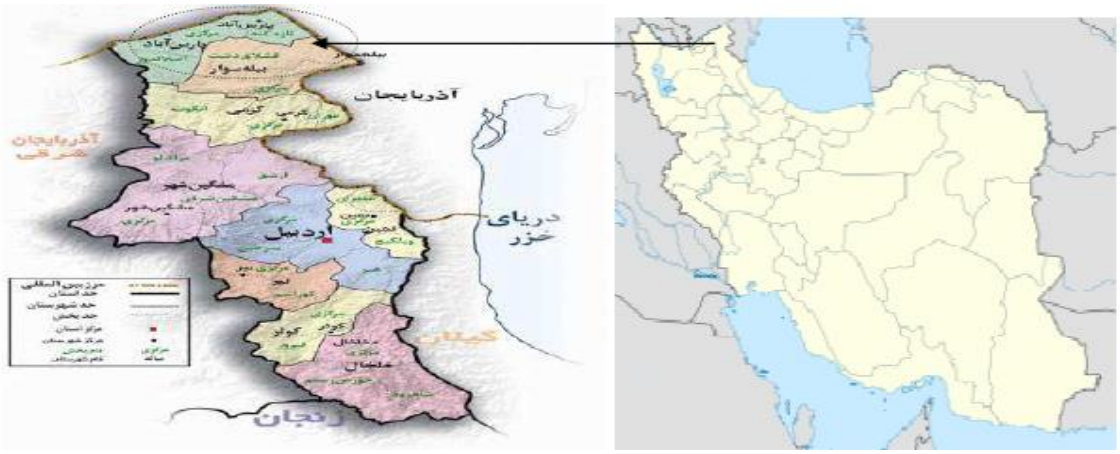
با اینکه سرمایه‌های عظیمی برای توسعه منابع آب کشور از طریق احداث سیستم‌های ذخیره، انحراف و انتقال آب شبکه‌های آبیاری به کار رفته است. لیکن در حال حاضر اصول صحیحی برای بهره‌برداری و نگهداری این سیستم‌ها به کار گرفته نمی‌شود و در نتیجه علاوه بر ضایعات عظیم مالی ناشی از استهلاک سرمایه‌گذاری-های اولیه بهره‌گیری مناسبی از منابع آب و خاک به عمل نمی‌آید. لذا در این راستا، سنجش و ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری ضروری به نظر می‌رسد. در تحقیق حاضر با بازدید از شبکه و بررسی نقشه‌ها و اطلاعات موجود به صورت تصادفی چهار کانال از شبکه انتخاب و در هر کدام از کانال‌ها روی سازه‌ها آزمایش-های اندازه‌گیری جریان آب و بررسی‌های لازم انجام گردید. هدف اصلی تحقیق ارزیابی عملکرد دریچه‌های کشویی و نیرپیک است که شامل اهداف جزئی ذیل است: ۱- مقایسه دبی واقعی با دبی اسمی سازه که در

بهره‌برداری از آن استفاده می‌شود. ۲- بررسی عملکرد هیدرولیکی و مقایسه دقت اندازه‌گیری دریچه‌های کشویی و نیرپیک ۳- ارائه توصیه‌های فنی و پیشنهادات کاربردی براساس بازدیدها و تحقیقات میدانی جهت مشکلات بهره‌برداری، بهبود و ارتقاء شبکه آبیاری.

## مواد و روش‌ها

### شبکه آبیاری و زهکشی مغان

جلگه حاصل‌خیز در شمال شرقی استان اردبیل واقع و از شمال و غرب به رودخانه ارس و از شرق به مرز ایران و جمهوری آذربایجان و از جنوب به ارتفاعات سبلان مشرف می‌باشد. مساحت منطقه‌ای که به آن دشت مغان اطلاق می‌شود در حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰ هزار هکتار برآورد شده است، که طرح توسعه بهره‌برداری از منابع آب رودخانه ارس در ۹۰ هزار هکتار آن پیاده و اجرا شده است (اخوان، ۱۹۹۸). موقعیت منطقه مغان در شکل ۱ نمایش داده شده است.



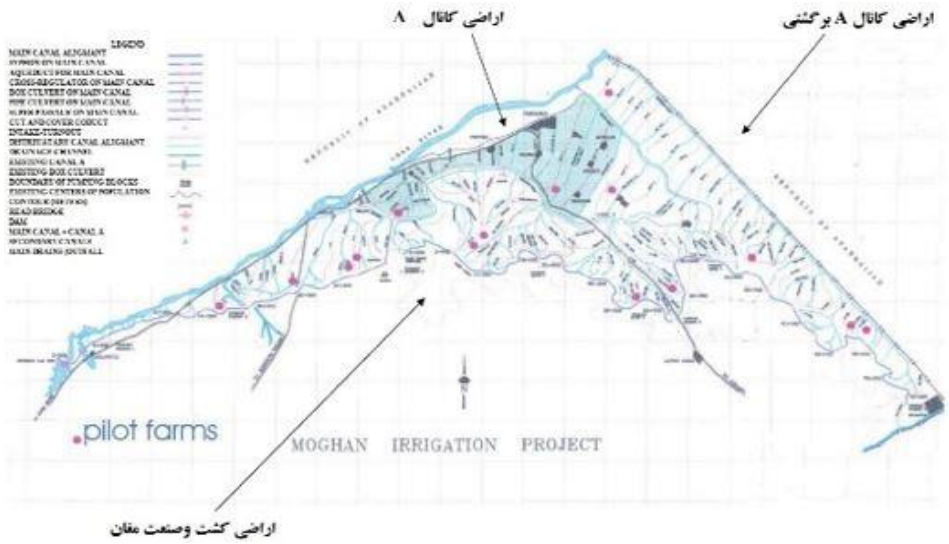

**شکل (۱): نقشه ایران و موقعیت جغرافیایی استان اردبیل و منطقه مغان**

در سال ۱۳۳۲ با احداث کانال T، در حدود ۴۰۰۰ هکتار از اراضی حاشیه ارس از سربند تا پارس آباد به زیر کشت. آبی رفت پس از احداث این کانال در سال ۱۳۳۸ با ساخت کانال A، ۱۴۴۰۰ هکتار دیگر از اراضی منطقه به زیر کشت رفت که به اراضی زیر کانال A معروف هستند، همچنین در سال ۱۳۵۲ با به پایان رسیدن عملیات ساخت سد میل و مغان و شبکه کانال اصلی در حدود ۹۰۴۰۰ هکتار از اراضی دشت تحت پوشش شبکه آبیاری قرار گرفت (اخوان، ۱۹۹۸). رودخانه ارس به طول ۱۰۷۲ کیلومتر عمده‌ترین منبع آبیاری دشت مغان می‌باشد، از دامنه کوه‌های بینگول داغ ترکیه سرچشمه می‌گیرد. دبی متوسط رودخانه ارس در محل سد ارس و سد انحرافی میل و مغان به ترتیب ۲۵۰ و ۴۰۰ مترمکعب در ثانیه گزارش شده است (اخوان، ۱۹۹۸).

### کانال‌های اصلی شبکه آبیاری مغان

کانال‌های اصلی شبکه آبیاری مغان که در شکل ۲ نشان داده شده است، از سد انحرافی به وسیله چهار دریچه قوسی با حداکثر دبی ۸۰ متر مکعب بر ثانیه در گشودگی ۱۰۰ درصد تغذیه می‌شود. این
کانال که به عنوان کانال مادر، خاکی بوده و پس از مشروب نمودن اراضی مسیر به طول ۳۵ کیلومتر، به دریاچه شبکه می‌ریزد. از دریاچه مجددا کانال اصلی ادامه مسیر داده و مسافتی را بالغ بر ۷۹ کیلومتر می‌پیماید و در نهایت در جنوب اراضی بابک و بیله‌سوار خاتمه می‌یابد. مجموع طول کانال اصلی قبل و بعد از دریاچه حدود ۱۱۴ کیلومتر می‌باشد. ابعاد کانال مذکور در ابتدا با عرض کف ۱۶ متر و ظرفیت ۸۰ متر مکعب در ثانیه است که به تدریج و پس از طی مسافت ۳۵ کیلومتر، در محل دریاچه رسوب‌گیر مغان به عرض کف

۱۳/۵ متر و ظرفیت ۷۰/۷ مترمکعب در ثانیه می‌رسد. متعاقبا پس از ترسیب نسبی مواد، کانال با عرض کف ۱۳/۲۵ متر و دبی ۴۵ مترمکعب در ثانیه شروع و در منطقه بیله‌سوار به عرض کف ۳ متر و دبی ۲/۸ متر مکعب در ثانیه آب را در جهت تغذیه آخرین کانال درجه۲ هدایت می‌کند (اخوان، ۱۹۹۸). جدول ۱ مشخصات شبکه آبیاری و زهکشی مغان را نشان می‌دهد.




**شکل (۲): نقشه شبکه آبیاری و زهکشی مغان**

قبل از ورود آب کانال اصلی به دریاچه، یک رشته کانال اصلی بنام A از آن منشعب می‌شود که پس از طی ۳۹ کیلومتر و اشباع نمودن اراضی مسیر، مجددا ادامه می‌یابد که ادامه آن را از این نقطه (کیلومتر ۳۹) به نام کانال A برگشتی می‌نامند که طول آن ۲۱ کیلومتر می‌باشد. بنابراین مجموع طول کانال‌های A و A برگشتی بالغ بر ۶۰ کیلومتر است. خلاصه وضعیت کانال‌های آبیاری مغان در جدول ۲ منعکس شده است (اخوان، ۱۹۹۸).

**جدول (۱): مشخصات کلی شبکه آبیاری و زهکشی مغان (اخوان، ۱۹۹۸)**

| کانال‌ها و تاریخ بهره‌برداری | شبکه‌های احداث شده | | | مجموع |
|---|---|---|---|---|
| | شبکه T | شبکه A | شبکه بزرگ | |
| سال شروع ساخت شبکه | ۱۳۳۰ | ۱۳۳۲ | ۱۳۴۸ | - |
| سال شروع بهره‌برداری | ۱۳۳۲ | ۱۳۳۸ | ۱۳۵۲ | - |
| اراضی ناخالص زیر شبکه (ha) | ۴۰۲۶ | ۱۴۳۸۰ | ۷۲۰۰۰ | ۹۰۴۰۶ |
| حداکثر ظرفیت آب‌بری ($m^3/s$) | ۳ | ۲۴ | ۵۶ | ۸۰ |
| طول کانال‌های اصلی (Km) | - | ۶۰/۴۹ | ۱۱۴ | ۱۷۴/۴۹ |
| طول کانال‌های درجه ۲ (Km) | - | ۱۱۵/۷۶ | ۲۴۳/۰۸۵ | ۳۵۸/۸۴۵ |
| طول کانال‌های درجه ۳ (Km) | ۷۹/۳۱۴ | ۵۷۲/۸۹۸ | ۷۰۰ | ۱۳۵۲ |
| طول زهکش اصلی (Km) | ۱۶/۸۷۸ | ۴۶/۰۳۲ | ۳۵۵ | ۴۱۷/۹۹۰ |
| طول جاده سرویس (Km) | - | ۳۱۵/۱۰۰ | ۵۷۲/۰۴۸ | ۸۸۷/۱۴۸ |
| مجموع تعداد دریچه‌های آبگیر | - | ۶۰۵ | ۶۴۱ | ۱۲۴۶ |

جدول (۲): وضعیت کانال‌های اصلی شبکه آبیاری و زهکشی مغان (اخوان، ۱۹۹۸)

| کانال | محل انشعاب | طول (m) | دبی ($m^3/s$) | نوع پوشش | تعداد کانال‌های درجه ۲ | تعداد دریچه‌های آبیاری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کانال اصلی شبکه | سد انحرافی | ۳۵ | ۸۰ | بتنی | ۵ | ۴ |
| کانال اصلی بعد از دریاچه | دریاچه | ۷۹ | ۴۰ | بتنی | ۲۴ | ۳۴ |
| کانال A | کانال اصلی شبکه | ۳۹ | ۲۴ | بتنی | ۷ | ۲۹ |
| کانال A برگشتی | کانال A | ۲۱ | - | بتنی | ۷ | ۱۵ |
| مجموع | - | ۱۷۴ | - | - | ۴۳ | ۸۲ |

## کانال‌های درجه ۲ و تاسیسات آبیاری شبکه

علاوه بر شبکه کانال‌های اصلی خاکی که وسعتی معادل ۹۰ هزار هکتار (ناخالص) را پوشش می‌دهند، حدود ۳۵۸/۷ کیلومتر کانال درجه ۲ و ۴۱۷/۹ کیلومتر زهکش‌های درجه ۱ و ۲ شبکه اجرا شده است. طول کانال‌های درجه ۲ و کانال‌های اصلی، تعداد دریچه‌های آبیاری، طول جاده سرویس و همچنین طول زهکش-های واقع شده در مناطق چهارگانه و همچنین کانال-های شبکه در جدول ۳ آورده شده است (اخوان، ۱۹۹۸).

جدول (۳): خصوصیات کانال‌های درجه ۲ و سایر تاسیسات شبکه آبیاری و زهکشی مغان (اخوان، ۱۹۹۸)

| مناطق چهارگانه | طول کانال‌های اصلی (km) | طول کانال‌های درجه ۲ (km) | مجموع طول کانال‌ها (km) | طول جاده‌های سرویس (km) | طول زهکش‌های اصلی و فرعی (km) | تعداد دریچه‌ها |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اصلاندوز | ۳۵ | ۶۴/۵ | ۹۹/۵ | ۱۲۰/۲۵ | ۴۵ | ۱۷۱ |
| شهرک | ۳۷ | ۹۵/۵ | ۱۳۲/۵ | ۲۲۶/۱ | ۸۶/۷ | ۲۰۰ |
| پارس آباد | ۶۰ | ۱۱۵/۷ | ۱۷۵/۷ | ۳۵۱/۱ | ۱۶۱/۹ | ۶۰۵ |
| بیله سوار | ۴۲ | ۸۳ | ۱۲۵ | ۲۲۵/۷ | ۱۲۳/۸۱ | ۲۷۰ |
| جمع | ۱۷۴ | ۳۵۸/۷ | ۵۳۲/۷ | ۸۸۷/۱۵ | ۴۱۷/۹۱ | ۱۲۴۶ |

## سازه‌های تنظیم کننده سطح آب (رگلاتورها و آبگیرها)

به منظور عدم تاثیر تغییرات دبی جریان در کانال بر دبی آبگیرها، از سازه‌های تنظیم کننده که در مجاورت و پایین‌دست آبگیرها در روی کانال ساخته می‌شوند، استفاده می‌گردد. تنظیم‌کننده‌های مجهز به دریچه‌های لغزنده (کشویی) به عنوان سازه‌های تنظیم-کننده سطح آب در شبکه آبیاری مغان به کار گرفته شده‌اند. این سازه‌ها به منظور تنظیم سطح آب در امتداد کانال و در جهت عمود بر جریان آب نصب شده و یک ارتفاع ثابت برای آبگیرها ایجاد می‌نمایند. این سازه‌ها را برای تنظیم سطح آب در بالادست یک سازه و همچنین کنترل جریان در پایین‌دست به کار می‌برند. وقتی در یک کانال دبی کم باشد، برای بالا آوردن سطح آب و منحرف کردن آن از رگلاتورها استفاده می‌گردد.

**شکل (۳): دریچه کشویی قابل تنظیم جهت آبگیری از کانال اصلی**

در این شبکه از دریچه‌های کشویی مطابق شکل ۳ که بر روی کانال‌های اصلی و درجه ۲ به منظور کنترل سطح آب و تنظیم جریان پایین‌دست تهیه شده‌اند و توسط جعبه دنده با دست بالا و پایین برده می‌شود، استفاده می‌گردد. در شبکه آبیاری مغان اصولا برای سیستم انتقال و انشعاب آب از یک کانال به کانال‌های کوچکتر یا از کانال‌های درجه ۲ و ۳ به واحدهای زراعی، از آبگیرهای تعبیه شده بر روی کانال‌ها استفاده می‌شود. اساسا این نوع آبگیرهای روزنه‌ای (دریچه کشویی) نه تنها نقش منشعب کننده دارند، بلکه به عنوان وسیله اندازه‌گیری مقدار جریان آب نیز به کار برده می‌شود. این آبگیرها معمولا فلزی بوده و مجهز به شافت و فرمان می‌باشند. همچنین در این شبکه از دریچه‌های مدول نیرپیک جهت آبگیری استفاده شده است.

## روش انجام تحقیق و اندازه‌گیری میدانی

در این تحقیق با بازدید از شبکه، بررسی نقشه‌ها و اطلاعات موجود به صورت تصادفی چهار کانال از شبکه شامل دو کانال از شبکه بزرگ (یک کانال قبل از دریاچه و یک کانال بعد از دریاچه)، یک کانال از شبکه A و یک کانال از A برگشتی انتخاب و در دریچه آبگیری کانال‌های نمونه اندازه‌گیری، بررسی‌های لازم به عمل آمد. جهت اندازه‌گیری دبی در پایین‌دست سازه نزدیکترین محل که شرایط لازم برای اندازه‌گیری شامل: الف) حداقل تلفات از محل سازه، ب) حداقل نوسان سطح آب، ج) و به راحتی بتوان در آن محل سطح مقطع جریان را محاسبه کرد، انتخاب و در محل مورد نظر دبی واقعی در دبی‌های مختلف و حداقل در سه تکرار به وسیله فلومتر التراسونیک اندازه‌گیری شد. در هر سازه، دبی واقعی با دبی اسمی سازه که در بهره‌برداری از آن استفاده می‌شود، مورد مقایسه قرار گرفته و خطای نسبی سازه‌ها به دست آمد و با استفاده از نتایج اندازه‌گیری‌ها عملکرد سازه‌ها مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. همچنین با بازدیدهای محلی، گفتگو با کارشناسان مرتبط، میراب‌ها و کشاورزان معایب و مزایای سازه‌ها از نظر بهره‌برداری و نگهداری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و نتایج تحلیلی آن ارائه گردید. در شبکه آبیاری مغان کانال‌های اصلی، درجه ۲ و ۳ به صورت خاکی طراحی و اجرا گردیده است. با گذشت زمان، وقوع مشکل زه‌داری اراضی پایین‌دست، تخریب، عریض شدن، نشت و تلفات بیش از حد باعث گردید پوشش کانال‌های مختلف شبکه در دستور کار قرار گیرد، به طوری‌که در زمان تدوین این گزارش به غیر از ۶۰ درصد کانال اصلی بقیه کانال‌ها با بتن پوشش گردیده است. سازه‌های آبگیر و کنترل سطح آب در این شبکه دریچه‌های کشویی بوده که در زمان پوشش و ساماندهی کانال‌های شبکه در تعدادی از کانال‌ها از سازه‌های نیرپیک استفاده شده است. در این تحقیق

سازه‌های کانال‌های D7، D18-L، L و DC6 انتخاب و آزمایش‌ها لازم و بررسی کارایی از لحاظ فنی و بهره-برداری در این سازه‌ها انجام گردید.

**شکل (۴): تحقیقات میدانی شبکه آبیاری مغان الف) اندازه‌گیری دبی جریان با دستگاه دبی‌سنج ب) اندازه‌گیری دقت اشل بازشدگی سازه آبگیر**

در شبکه آبیاری مغان تعداد ۱۲۴۶ عدد دریچه آبگیر جهت کنترل و تنظیم سطح آب طراحی و نصب شده است که به غیر از دریچه‌های ورودی در محل بند که دریچه‌های قوسی می‌باشد، از دریچه‌های کشویی به عنوان سازه‌های اندازه‌گیری جریان استفاده شده است. این شبکه نیز مانند سایر شبکه‌های آبیاری کشور با مشکل دقیق نبودن سازه‌ها روبروست. به این دلیل در اجرای طرح بهسازی شبکه حدود نیمی از سازه‌ها با دریچه‌های نیرپیک تعویض شدند. با توجه به وجود و به کارگیری دو نوع سازه اندازه‌گیری جریان آب، لزوم تعیین دقت اندازه‌گیری سازه‌ها خصوصا در صورت اجرای عملی طرح تحویل حجمی آب ضروری به نظر می‌رسد که این پژوهش در این راستا انجام گردیده است. در این تحقیق با بازدید از شبکه و بررسی نقشه‌ها و اطلاعات موجود، به صورت تصادفی چهار کانال از شبکه انتخاب و در هر کدام از کانال‌ها روی سازه‌ها آزمایش‌های اندازه‌گیری جریان آب و بررسی‌های لازم انجام گردید. جهت اندازه‌گیری در محل موردنظر مطابق شکل ۴، دبی واقعی در دبی‌های مختلف و حداقل در سه تکرار به وسیله دستگاه دبی‌سنج (فلومتر اولتراسونیک) که در شکل ۵ قابل مشاهده است، اندازه-گیری گردید. در هر سازه دبی واقعی با دبی اسمی که در بهره‌برداری از آن استفاده می‌شود، مورد مقایسه قرار گرفته و خطای نسبی سازه‌ها به دست آمد.

**شکل (۵): دستگاه دبی‌سنج مورد استفاده در مطالعه حاضر**

فلومتر مورد استفاده شرکت sensor products ساخت کشور انگلستان با خطای اندازه‌گیری ۵ درصد و

محدوده اندازه‌گیری سرعت از ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تا ۵ متر بر ثانیه همچنین قابلیت اتصال به کامپیوتر و اندازه-گیری سرعت و جریان با نرخ بالا را دارا بود. با اندازه-گیری سرعت در مقطع عرضی کانال (خط تقارن) و با مشخص بودن سطح مقطع کانال دبی جریان حاصل شد. کالیبراسیون دبی‌سنج توسط شرکت ایران مدار با استفاده از دبی‌سنج التراسونیک در کانال با هندسه معین با دقت بسیار بالایی در سه دبی مشخص و در سه تکرار انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارزیابی عملکرد هیدرولیکی دریچه کشویی

دریچه‌های کشویی بر روی کانال‌های شبکه آبیاری مغان به همراه سازه‌های تنظیم سطح آب با کنترل سطح آب در بالادست، همچنین اندازه‌گیری مقدار دبی در پایین‌دست به کار رفته است. این سازه‌ها در قسمت پایین آبگیرها تعبیه شده‌اند تا اینکه همواره یک سطح کنترل شده‌ای را برای مواقعی که کانال با ظرفیتی کمتر از ظرفیت طراحی شده عمل می‌کند، فراهم سازد. چنانچه اشاره گردید در شبکه آبیاری مغان از دریچه-های کشویی و نیرپیک به عنوان سازه‌های کنترل جریان آب استفاده می‌شود. جهت بررسی دقت عمل این دریچه‌ها دبی عبوری از این سازه‌ها با استفاده از دبی-سنج التراسونیک اندازه‌گیری شده (دبی واقعی) و با دبی اسمی (دبی بهره‌برداری) مورد مقایسه قرار گرفته است. در این شبکه جهت تنظیم سطح آب از دریچه‌های کشویی استفاده شده است، لذا این دریچه‌ها از نظر اندازه هیدرولیک بایستی کارایی لازم را جهت ایجاد ارتفاع سطح آب مورد نظر داشته باشند. اما در بعضی از کانال‌های فرعی شبکه بزرگ و کانال A برگشتی مشاهده گردید، صفحه کشویی دریچه‌ها دارای ارتفاع کم بودند در برخی از دریچه‌های کشویی آب از آنها سرریز کرده یا اینکه کشاورزان جهت بالا بردن سطح آب (شکل ۳) اقدام به دست‌کاری دریچه‌ها کرده بودند. در این مقایسه، دبی اسمی مقدار از فرمول روزنه برای دریچه‌های مختلف کشویی به دست آمده و به صورت جدول در اختیار میراب‌ها گذاشته شده است و تقسیم و توزیع آب به وسیله میراب‌ها براساس این دبی انجام می‌گیرد. مقادیر دبی اسمی رابطه مستقیمی با تراز جریان بالادست، پایین‌دست و مقدار ارتفاع بازشدگی دریچه و همچنین عرض دریچه‌ها داشت. نتایج مقایسه دبی عبوری واقعی و اسمی در جدول‌های ۴ تا ۷ نشان داده شده است.

**جدول (۴): دبی اسمی و واقعی کانال D7**

| نوع دریچه | دبی اسمی (بهره‌برداری) (Lit/s) | دبی واقعی (اندازه‌گیری شده) (Lit/s) | اختلاف دو دبی (Lit/s) | درصد خطای نسبی |
|---|---|---|---|---|
| | ۳۰۰ | ۳۰۱/۵ | ۱/۹ | ۰/۶۳ |
| کشویی | ۶۰۰ | ۵۶۰ | -۴۰ | ۶/۶ |
| | ۹۰۰ | ۱۰۲۷ | -۱۲۷ | ۱۴/۱ |
| متوسط | - | - | - | ۷/۱۱ |

نتایج اندازه‌گیری دبی واقعی و مقایسه آن با دبی بهره‌برداری در دریچه‌های کشویی انتخابی نشان داد خطای نسبی در کانال D7 (متوسط خطای نسبی ۷/۱۱ درصد) بیشتر از ۱۰ درصد، حتی ۱۴/۱ درصد و در کانال D18-L حداقل و حداکثر درصد خطای نسبی به ترتیب ۲۳/۶۷ و ۴۲/۵۷ بوده و غیرقابل قبول می‌باشد که به غیر از یک مورد اندازه‌گیری، در تمام موارد دبی بهره‌برداری کمتر از دبی واقعی می‌باشد که این بدان معنی است که در این کانال‌ها آب ورودی به کانال کمتر از دبی واقعی برآورد و ثبت می‌گردد.

**جدول (۵): دبی اسمی و واقعی کانال D18-L**

| نوع دریچه | دبی اسمی (بهره‌برداری) (Lit/s) | دبی واقعی (اندازه‌گیری شده) (Lit/s) | اختلاف دو دبی (Lit/s) | درصد خطای نسبی |
|---|---|---|---|---|
| کشویی | ۱۵۳۱/۸ | ۲۱۵۸ | -۶۲۶/۲ | ۴۰/۸۸ |
| | ۲۱۸۲/۷ | ۳۱۱۲ | -۹۲۹/۳ | ۴۲/۵۷ |
| | ۲۷۵۰ | ۳۵۸۶ | -۸۳۶ | ۳۰/۴ |
| | ۳۳۷۶ | ۴۱۷۵ | -۷۹۹ | ۲۳/۶۷ |
| متوسط | - | - | - | ۳۴/۳۸ |

ساختمان‌های شیب‌شکن تنظیم‌کننده به عنوان ساختمان‌های تلفیقی علاوه بر داشتن تمام خصوصیات آب‌بندها جهت تغییر ارتفاع کف کانال نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شبکه آبیاری مغان جهت آبگیری نیز از دریچه‌های کشویی استفاده می‌شود. دریچه‌های کشویی از نظر ساختمان دارای هزینه کمتری نسبت به دریچه‌های مدول (نیرپیک) می‌باشد. دریچه‌های کشویی به نوسانات سطح آب در بالادست دریچه حساس می‌باشد که این امر باعث می‌شود تا با تغییرات سطح آب بالادست، دبی عبوری از دریچه تغییر کند. جهت عبور دبی ثابت سازه‌های تنظیم کننده برای جبران نوسانات سطح آب در کانال تغذیه کننده لازم می‌باشد. به خاطر همین میراب‌های شاغل در شبکه بایستی حضوری مستمر در شبکه داشته باشند که در صورت تغییر ارتفاع سطح آب نسبت به تنظیم دریچه‌ها اقدام کنند. با توجه به مشکل تنظیم کننده این دریچه-ها، این امر یکی از مشکلات این سازه‌ها نسبت به دریچه‌های مدول نیرپیک می‌باشد.

## ارزیابی عملکرد هیدرولیکی دریچه نیرپیک

دریچه نیرپیک به دلیل سهولت در بهره‌برداری و نیز مشخص بودن دبی عبوری از آن مورد استقبال زیادی قرار گرفته است. طراحی اولیه دریچه نیرپیک سطح آب را به نحوی تنظیم می‌کند که در هر زمان حداکثر آبگیری ممکن باشد و حجم ثابت آب را در امتداد بالادست و یا پایین دست جریان آب حفظ کند. دریچه‌های نیرپیک یکی از سازه‌های توزیع کننده جریان بوده که در میان اپراتورها و کاربران محلی به دلیل سهولت عملیات، قابلیت کنترل و تحویل جریان کنترل شده در مقایسه با سایر سازه‌های مشابه خود جایگاه ویژه‌ای دارد. ویژگی اصلی این دریچه‌ها کنترل دبی عبوری می‌باشد و عمدتا در شبکه‌های آبیاری و کانال‌هایی که به زمین‌های کشاورزی منتهی می‌شوند، استفاده می‌شود. دریچه نیرپیک در مقابل نوسانات سطح آب حساسیت کمی دارد، آبگیری و اندازه‌گیری دبی همزمان صورت می‌گیرد استفاده و بهره برداری از آن ساده می‌باشد. از معایب دریچه نیرپیک گام‌های تنظیم دبی گسسته بوده و پیوسته نیست، نیاز به کارگر دستی برای باز و بسته کردن دارد و هزینه تعمیرات و نگهداری آن قابل ملاحظه می‌باشد. شاید بزرگترین مزیت شبکه آبیاری مغان نسبت به سایر شبکه‌های مشابه کشور وجود دریچه‌های آبگیر مدول نیرپیک است. دریچه های نیرپیک سازه‌هایی می‌باشند که اگر بر طبق استاندارد صحیح ساخته و نصب گردند، دارای دقت تقریبا بالایی در امر توزیع آب هستند دریچه مدول نیرپیک در صورت ساخت کاملا صحیح باز هم دارای تغییرات دبی در حدود ۱۰ درصد است. با توجه به اینکه تعمیر و یا تعویض و استاندارد کردن دریچه‌های آبگیر موجود در شبکه‌های آبیاری امری است که مستلزم صرف بودجه‌ای کلان می‌باشد و این عمل تقریبا غیرقابل انجام است، پیشنهاد می‌گردد که با اندازه‌گیری‌های بیشتر در تمامی شبکه‌های آبیاری موجود، الگویی کامل و جامع از نحوه عملکرد دریچه‌ها به دست آورد و برای جبران آب مازادی که در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد تجدید نظری کلی در حجم آب تخصیص یافته به مزارع صورت گرفته و در قالب کاهش مدت زمان ارائه آب به مزارع، ترتیبی اتخاذ گردد که حجم واقعی‌تر به هر واحد زراعی اختصاص یافته و از هدر رفتن آب جلوگیری به عمل آید.

از دلایل اصلی هدر رفت آب می‌توان به پوسیدگی، تخریب و عدم کالیبراسیون دقیق دریچه‌های نیرپیک جهت برآورد دقیق دبی اشاره کرد، که بایستی با ساماندهی، بازسازی و سرویس و نگهداری مناسب سازه‌ها، نسبت به تعیین دقیق روابط هیدرولیکی و عملیات کالیبراسیون در دریچه‌های نیرپیک انجام شود. همچنین تخریب پوسیدگی در دریچه‌های نیرپیک بیشتر از دریچه‌های کشویی مشاهده گردید.

ویژگی اصلی این دریچه‌ها کنترل دبی عبوری می‌باشد و عمدتا در شبکه‌های آبیاری منتهی به زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شود. دریچه نیرپیک در مقابل نوسانات سطح آب حساسیت کمی دارد، آبگیری و اندازه گیری دبی همزمان صورت می‌گیرد استفاده و بهره برداری از آن ساده می‌باشد. از معایب دریچه نیرپیک گام‌های تنظیم دبی گسسته بوده و پیوسته نیست، نیاز به کارگر دستی برای باز و بسته کردن دارد و هزینه تعمیرات و نگهداری آن قابل ملاحظه می‌باشد. شاید بزرگترین مزیت شبکه آبیاری مغان نسبت به سایر شبکه‌های مشابه کشور وجود دریچه‌های آبگیر مدول نیرپیک است. دریچه‌های نیرپیک سازه‌هایی می‌باشند که اگر بر طبق استاندارد صحیح ساخته و نصب گردند، دارای دقت تقریبا بالایی در امر توزیع آب هستند دریچه مدول نیرپیک در صورت ساخت کاملا صحیح باز هم دارای تغییرات دبی در حدود ۱۰ درصد است. با توجه به اینکه تعمیر و یا تعویض و استاندارد کردن دریچه‌های آبگیر موجود در شبکه‌های آبیاری امری است که مستلزم صرف بودجه‌ای کلان می‌باشد و این عمل تقریبا غیرقابل انجام است، پیشنهاد می‌گردد که با اندازه‌گیری‌های بیشتر در تمامی شبکه‌های آبیاری موجود، الگویی کامل و جامع از نحوه عملکرد دریچه ها به دست آورد و برای جبران آب مازادی که در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد تجدید نظری کلی در حجم آب تخصیص یافته به مزارع صورت گرفته و در قالب کاهش مدت زمان ارائه آب به مزارع، ترتیبی اتخاذ گردد که حجم واقعی‌تر به هر واحد زراعی اختصاص یافته و از هدر رفتن آب جلوگیری به عمل آید.

از دلایل اصلی هدر رفت آب می‌توان به پوسیدگی، تخریب و عدم کالیبراسیون دقیق دریچه‌های نیرپیک جهت برآورد دقیق دبی اشاره کرد، که بایستی با ساماندهی، بازسازی و سرویس و نگهداری مناسب سازه‌ها، نسبت به تعیین دقیق روابط هیدرولیکی و عملیات کالیبراسیون در دریچه‌های نیرپیک انجام نمود. همچنین تخریب پوسیدگی در دریچه‌های نیرپیک بیشتر از دریچه‌های کشویی مشاهده گردید.

**جدول (۶): دبی اسمی و واقعی کانال L**

| نوع دریچه | دبی اسمی (بهره‌برداری) (Lit/s) | دبی واقعی (اندازه‌گیری شده) (Lit/s) | اختلاف دو دبی (Lit/s) | درصد خطای نسبی |
|---|---|---|---|---|
| نیرپیک | ۲۰۰ | ۲۳۴ | -۳۴ | ۱۷ |
| | ۱۱۲۰ | ۱۶۵۰ | -۵۳۰ | ۴۷/۳۲ |
| | ۲۳۰۰ | ۲۷۳۵ | -۴۳۵ | ۱۸/۹ |
| | ۲۵۵۰ | ۳۱۶۵ | -۶۱۵ | ۲۴/۱۱ |
| متوسط | - | - | - | ۲۶/۸۱ |

نتایج اندازه‌گیری دبی واقعی و مقایسه آن با دبی بهره‌برداری در دریچه‌های نیرپیک انتخابی نشان داد (مطابق جدول ۶ و ۷) خطای نسبی در کانال L دارای خطای نسبی حداقل و حداکثر به ترتیب ۱۷ و ۴۷/۳۲ درصد و در کانال DC-6 حداقل و حداکثر درصد خطای نسبی به ترتیب ۲۵/۶۶ و ۴۰ بوده و غیرقابل قبول می‌باشد که به غیر از یک مورد اندازه‌گیری، در تمام موارد دبی بهره‌برداری کمتر از دبی واقعی می‌باشد که این بدان معنی است که در این کانال‌ها نیز آب ورودی به کانال کمتر از دبی واقعی برآورد و ثبت می‌گردد.

**جدول (۷): دبی اسمی و واقعی کانال DC-6**

| نوع دریچه | دبی اسمی (یهره‌برداری) (lit/s) | دبی واقعی (اندازه‌گیری شده) (lit/s) | اختلاف دو دبی (lit/s) | درصد خطای نسبی |
|---|---|---|---|---|
| نیرپیک | ۳۰۰ | ۳۹۸ | -۹۸ | ۳۲/۶ |
| | ۶۰۰ | ۸۴۲ | -۲۴۲ | ۴۰ |
| | ۹۰۰ | ۱۱۹۸ | -۲۹۸ | ۳۳/۱ |
| | ۱۲۰۰ | ۱۵۰۸ | -۳۰۸ | ۲۵/۶۶ |
| متوسط | - | - | - | ۳۲/۸۴ |

در مطالعه حاضر، حساسیت سازه‌های نیرپیک نسبت به عمق بالادست و مقدار بازشدگی دریچه‌های مدول نیرپیک بیشتر در انتهای کانال رخ می‌دهد. در کانال بررسی‌های صورت گرفته در شاخص حساسیت دبی تحویلی آبگیر به تغییرات بازشدگی دریچه، مشاهده شد که حساس‌ترین سازه (دریچه کشویی) در انتهای هر یک از کانال‌ها قرار گرفته است و سازه‌های ابتدایی، حساسیت بسیار کمی به بازشدگی دارند.

براساس یافته‌های تحقیق حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که، بازشدگی سازه‌ها باید به صورتی تنظیم شود که دبی عبوری همه سازه‌های آبگیر تأمین شود و این مقدار بازشدگی در هر یک از مدول‌ها براساس ظرفیت مورد نیاز پایین‌دست آنها صورت گیرد، زیرا در این شبکه همه سازه در حالت واقعی و اجرایی به صورت یکسان باز می‌شوند، در صورتی که امکان دریافت آب بیش از نیاز در برخی از آبگیرها وجود دارد. این اعمال، خود دلیلی است که آب مورد نیاز پایین‌دست شبکه تأمین نشود و بالادست شبکه نیاز هدررفت زیادی داشته باشد.

بنابر نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر می‌توان برنامه‌ریزی جدیدی نسبت به تحویل و توزیع آب به مدیریت شبکهٔ آبیاری مغان انجام داد. برای بهره‌برداری بهینه از شبکه، بهتر است براساس مقدار ظرفیت مورد نیاز اراضی پایین‌دست، آب در اختیار آب بران قرار گیرد. زیرا براساس عمق بالادست و مقدار بازشدگی مدول‌ها، سازه‌های انتهایی حساسیت بیشتری دارند. در نتیجه بهترین روش تأمین عمق آب برای پایین‌دست تحویل و توزیع آب براساس نیاز پایین‌دست هر کانال است. در این وضعیت عمق آب در همهٔ آبگیرها تأمین می‌شود و در مقدار بازشدگی مدول‌ها نیز تغییری ایجاد نمی‌شود.

## ارزیابی عملکرد سازه‌های آب از منظر بهره‌برداری

دستکاری و تخریب دریچه‌های آبگیر خصوصا شکستن قفل آنها در چند سال اخیر یکی از معضلات شبکه آبیاری مغان محسوب می‌گردد، ولی امروزه با بهبود وضع مالی کشاورزان، بالا رفتن سطح دیدگاه کشاورزان نسبت به شبکه و اجرای قوانین سخت تنبیهی توسط شرکت بهره‌برداری با همکاری سایر عوامل ذیربط موجب کاهش این مسائل شده است. اما باز هم دستکاری و تخریب دریچه‌های تنظیم جریان و آبگیرها به تعداد زیادی در کانال‌های فرعی شبکه A و برگشتی A مشاهده گردید. در بعضی از قسمت‌های شبکه به ویژه کانال‌های انشعابی برگشتی از کار افتادگی دریچه‌های تنظیم جریان، باعث دستکاری و تخریب آنها توسط کشاورزان شده است که جا دارد، دستگاه‌های مربوطه با جایگزینی آنها به وسیله سازه‌های استاندارد و مدرن، از دستکاری و اخلال در بهره‌برداری جلوگیری شود. همچنین در بازدیدهای به عمل آمده مشاهده گردید بعضی از دریچه‌های آبگیر کانال‌های درجه ۲، خراب و شکسته و به دلیل عدم کنترل آب تنظیمی در کانال‌ها، در زمانی که زارع نیاز به آب ندارد، مقداری آب جریان داشته و در نتیجه موجب هدر رفتن آب می‌شود و نیز در بعضی از کانال‌های فرعی شبکه A، مشاهده گردید، کشاورزان پایین‌دست کانال برای آنکه به آب بیشتری دست یابند، اقدام به شکستن قفل و پایین

آوردن آبگیرهای اراضی بالادست می‌نمایند که علت این عمل، عدم توزیع مناسب عادلانه آب بین متقاضیان می‌باشد که بایستی با ریشه‌یابی علل و عوامل مناسب آب بین مصرف‌کنندگان از این گونه اقدامات جلوگیری به عمل آید.

**شکل (۶): مشکلات دریچه‌های شبکه آبیاری مغان، الف) پوسیدگی دریچه نیرپیک ب) تخریب دریچه نیرپیک**

شکل ۶ نمونه‌هایی از مشکلات دریچه‌ها را در منطقه مغان نشان می‌دهد. استفاده غیراصولی ساکنین اطراف کانال‌ها و کشت حریم آنها یکی دیگر از مشکلات شبکه محسوب می‌شود. یکی از معضلات این شبکه، استقرار دهات اطراف کانال‌های اصلی و فرعی می‌باشد که با در نظر داشتن اینکه تنها منبع تامین‌کننده نیازهای آب شرب و بهداشت این دهات از طریق این کانال‌ها است، استفاده غیر اصولی و مکرر اهالی از طریق اطراف کانال‌ها و نیز عبور و مرور احشام از داخل کانال‌ها، باعث تخریب دیواره‌ها، جاده‌های سرویس کناری و پر شدن داخل کانال‌ها و در نتیجه کاهش ظرفیت دبی عبوری شده است. همچنین، چنانچه اشاره شد، کشاورزان اطراف کانال‌های فرعی در بیشتر موارد اقدام به کشت حریم کانال‌ها نموده‌اند، که این امر موجب تخریب و عدم دسترسی مطلوب‌تر به ابنیه‌های شبکه می‌شود.

در کانال‌های اصلی بعد از طراحی نهایی و اجرا، دریچه‌هایی تحت عنوان پریز جهت آبگیری (بهره‌برداری) مستقیم در دیواره کانال اصلی تعبیه شده است. این در حالی است که در طراحی، این موارد پیش‌بینی نشده است، اصولا برداشت مستقیم آب از کانال اصلی مجاز نمی‌باشد. برداشت آب در اکثر پریزها، به دلیل بالا بودن سطح آنها از حد نرمال ارتفاع آب در کانال اصلی با مشکل مواجه است (شکل ۷)، به دلیل اینکه اکثر این پریزها بعد از طراحی شبکه ساخته شده‌اند (برداشت غیراصولی و خروج جریان بدون طراحی)، برای جریان داشتن آب به دریچه‌های مذکور ارتفاع آب بایستی حدود یک متر بالاتر از حد نرمال نگهداری شود که این امر موجب تخریب دیواره کانال می‌گردد. در صورت پایین بودن ارتفاع آب حتی در سطح تراز نرمال آبگیری در اکثر پریزها غیرممکن می‌شود. از طرف دیگر وجود این پریزها موجب تخریب دیواره‌ها کانال‌ها می‌شود. توصیه می‌شود از آبگیری مستقیم از کانال اصلی در هر شرایطی خودداری شود و جهت آبگیری از کانال‌های فرعی درجه ۲ استفاده گردد. شکل ۷ نمونه‌ای از وقوع چنین مشکلاتی را در شبکه نشان می‌دهد.

**شکل (۷):تخریب کانال و آبگیری غیر اصولی (پریز)**

عدم آب‌بندی مناسب دریچه‌های کشویی در بعضی از موارد در شبکه مشاهده گردید. این امر منجر به نشت مقدار زیادی آب در دریچه‌های کاملا بسته می‌شود. علت این مساله پوسیدگی لاستیک‌های اطراف صفحات کشویی می‌باشد که ساخت غیراستاندارد دریچه باعث این امر شده است. این سازه‌ها نسبت به دریچه‌های نیرپیک دارای وزن بیشتری می‌باشند و احتیاج به کار فیزیکی بیشتری دارند. مخصوصا در دریچه‌های بزرگ (کانال اصلی) کار کردن با آنها مشکل است.

دریچه‌های کشویی موجود در شبکه دارای اندازه-گیری‌های (اشل) در قسمت بالادست و پایین‌دست سازه همچنین اندازه‌گیری‌های جهت باز کردن دریچه بودند. ولی با گذشت چند سال، بیشتر این اشل‌ها دقت و کارایی خود را از دست داده و در بعضی مناطق، تخریب و از بین رفته‌اند. لذا بایستی اقدام به ترمیم و نصب این اشل‌ها در دریچه‌های کانال‌های اصلی و فرعی نمود. با توجه به اینکه عملیات بهره‌برداری بستگی به قرائت صحیح این اشل‌ها دارد لذا باید مراقبت کامل به عمل آورد تا بعد از اینکه این اندازه‌گیری‌ها نصب شدند دستکاری و تخریب نشوند. آبگیرها در صورتی می‌توانند دبی مورد نظر که در طراحی شبکه پیش‌بینی شده، از خود عبور می‌دهند که میزان ارتفاع آب در آستانه آبگیر به همان میزان که در طرح در نظر گرفته شده، در دسترس باشد. با توجه به اینکه دریچه‌های کشویی برخلاف دریچه‌های مدول‌وار (مثل نیرپیک) قابل تنظیم با دست هستند. لذا در مواقعی که کشاورز به آب در دسترس خود قانع نیست اقدام به دستکاری از طریق شکستن قفل آن می‌کند که این امر موجب به هم خوردن برنامه مدیریت بهره‌برداری شبکه شده از طرف دیگر باعث خسارات و تخریب سازه‌ها می‌شود. همانطور که اشاره شد دبی عبوری از دریچه‌های کشویی تابع تغییرات سطح آب در کانال تغذیه می‌باشد لذا جهت بدست آوردن دبی ثابت، بازشدگی دریچه‌ها با توجه به تغییرات سطح آب بالادست بایستی تنظیم گردد، که این کار نیاز به پرسنل مجرب دارد، تا امکان کنترل و بهره‌برداری مطلوب و توزیع آب به طور عادلانه در سطح کانال‌های فرعی فراهم گردد. با توجه به اینکه در شبکه آبیاری مغان میراب‌ها فاقد دانش لازم هستند، لذا در بعضی از کانال‌ها مشاهده گردید، عدم کنترل و توزیع مطلوب آب موجب تخریب کانال‌ها و سازه‌ها گردیده است. در دستورالعمل نحوه آبگیری و نگهداری از کانال-ها و سازه‌های شبکه آبیاری مغان آمده است، کلیه لوازم و دستگاه‌هایی که دریچه را باز و بسته می‌نماید بایستی هر هفته یک مرتبه گریسکاری شود، همچنین خود دریچه را باید هر ساله یک مرتبه رنگ‌کاری نموده و از زنگ‌زدگی آنها جلوگیری به عمل آورد. با توجه به بازدیدهایی که به عمل آمد مشاهده گردید، عملیات فوق خصوصا در کانال‌های فرعی بخوبی انجام نمی‌گیرد. به طوری که اکثرا آبگیرهای کانال‌های فرعی از زمان نصب به حال خود رها شده و تنها هر چند گاهی گریسکاری روی آن انجام می‌گیرد. به همین دلیل در اکثر کانال‌های فرعی پوسیدگی و زنگ‌زدگی دریچه‌ها کاملا مشهود است. خصوصا در دریچه‌های نیرپیک موجود در شبکه پوسیدگی و تخریب بیشتر مشاهده گردید که نیاز به رسیدگی، سرویس در دوره‌های مختلف می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ارزیابی عملکرد هیدرولیکی و بهره-برداری سازه‌های اندازه‌گیری جریان آب در شبکه آبیاری مغان بررسی و ارائه گردیده است. به منظور بهبود و افزایش راندمان توزیع آب و بهره‌برداری مناسب از سازه‌های کنترل جریان در شبکه آبیاری مغان نتایج

تحقیق حاضر بصورت زیر ارائه و توصیه‌هایی نیز پیشنهاد می‌گردد:

در دریچه‌های کشویی برای کانال D18-L حداکثر خطای نسبی ۴۲/۵۷ درصد و حداکثر اختلاف دبی ۹۲۹/۳۱ لیتر بر ثانیه و برای کانال D7 حداکثر خطای نسبی ۱۴/۱ درصد و حداکثر اختلاف آبگذری ۱۲۷ لیتر بر ثانیه به دست آمد.

برای دریچه‌های نیرپیک در کانال مورد آزمایش DC-6 حداکثر خطای نسبی ۳۳/۱ درصد و حداکثر اختلاف دبی ۳۰۸ لیتر بر ثانیه و در کانال L حداکثر خطای نسبی ۴۷/۳۲ درصد و حداکثر اختلاف آبگذری ۶۱۵ لیتر بر ثانیه به دست آمد.

به علت قابل توجه بودن خطای اندازه‌گیری دبی، نسبت به بازسازی و سرویس سازه‌ها اقدام و در دریچه‌های کشویی و جهت تعیین دقیق روابط هیدرولیکی در سازه‌ها، عملیات کالیبراسیون انجام گیرد.

عدم آب‌بندی مناسب دریچه‌ها در بعضی موارد در شبکه مشاهده گردید که این امر منجر به نشت مقدار زیادی آب حتی در دریچه‌های کاملا بسته می‌شود. از کار افتادگی دریچه‌های تنظیم سطح آب در کانال‌های فرعی شبکه A، باعث دستکاری و تخریب این دریچه‌ها و آبگیرها توسط کشاورزان شده است که این امر موجب عدم توزیع عادلانه آب بین متقاضیان می‌گردد.

تخریب و عدم کارایی اشل‌های اندازه‌گیری بازشدگی بالادست و پایین‌دست دریچه‌ها خصوصا در کانال‌های درجه ۲ به تعداد زیادی مشاهده گردید، که این امر اندازه‌گیری دقیق آب در سازه‌های کنترل جریان را مشکل می‌کند. کلیه دریچه‌های فاقد اشل، به اشل بازشدگی بالادست و پایین‌دست مجهز شوند تا امکان اندازه‌گیری دقیق آب میسر گردد. افزایش اراضی آبی برخی آبگیرها، بالا بودن تراز برخی قطعات زراعی نسبت به دهانه آبگیر و تخریب و دستکاری ابنیه‌ها، باعث توزیع نامناسب، اخلال در فرایند آبگیری یا عدم کارایی لازم سیستم‌های انتقال و توزیع آب در شبکه شده است.

تخریب و پوسیدگی دریچه‌ها در اکثر کانال‌های شبکه به تعداد زیاد مشاهده گردید. برای جلوگیری از آبیاری بی رویه و هدر رفتن آب، بایستی سیستم تحویل آب به کشاورزان به صورت حجمی انجام گیرد. با توجه به تغییرات مساحت قطعات زراعی تحت پوشش برخی از آبگیرها توصیه می‌شود، آبگیرهای موجود در شبکه کنترل و در صورت لزوم اصلاح شوند. جهت جلوگیری از استهلاک سازه‌های شبکه، بایستی به طور مرتب قسمت‌های متحرک دریچه‌ها روغن و گریس‌کاری شده و سالی یکبار اقدام به زنگ‌زدایی و رنگ‌آمیزی کرد.

## منابع

Abbasi, N. 2000. Evaluation of technical issues and operation of transmission, distribution, and flow control systems in Qhazvin irrigation network, J. of Agricultural technical research and engineering. 169. (In Farsi)

Akhavan, K., Abbassi, N., Kheiry Ghoujeh biglou, M., Ahmadpari, H. 2021. Investigation on conveyance efficiency and operation Issues of precast concrete channels (Canalette) in Moghan irrigation network. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 22(83): 21-42. https://doi.org/10.22092/idser.2021.354260.1470 (In Farsi).

Akhavan Giglou, K., Kheiry Ghojeh Biglou, M., Mehrparvar, B., and Shokat Naghadeh, A. 2019. Investigating amount of leakage, sediment and durability in geosynthetic cover of pumping channel 3 at irrigation network of Moghan. revista geoaraguaia, 9(2).

Akhavan, K. 1998. Evaluation of the hydraulic performance of water structures in connection with Moghan irrigation network management, M.Sc., Thesis, University of Shiraz. (In Farsi)

Akhavan, K., Kheiry, M., Ahmadpari, H., Abbasi, S., & Kalateh, F. 2023. Investigating virtual water content and physical and economic water productivity indicators in crops (Case study:

Moghan irrigation network, Ardabil province). Water and Soil Management and Modelling, (), -. doi: 10.22098/mmws.2023.11899.1186 (In Farsi)

Akhavan, K., Abbassi, N., kheiry Ghoujeh biglou, M., & Ahmadpari, H. 2021. Investigation on Conveyance Efficiency and Operation Issues of Precast Concrete Channels (Canalette) in Moghan Irrigation Network. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 22(83), 21-42. doi: 10.22092/idser.2021.354260.1470 (In Farsi)

Akhavan, K. Mousavi, A. 2007. Evaluation of the hydraulic performance of water structures in connection with Moghan irrigation network management, the first national seminar on irrigation and drainage network management, Ahvaz.

Aly, A. M. Kitamura, Y. & Shimizu, K. 2013. Assessment of irrigation practices at the tertiary canal level in an improved system—a case study of Wasat area, the Nile Delta. Paddy and Water Environment, 11(1): 445-454.

Ashkan, A. 1994. Performance of irrigation networks from the perspective of consulting engineers. Journal of Water and Development. Water Affairs of the Ministry of Energy. 2(3), 30-43.

Ashkan, F., Daneshfaraz, R., Ghaffarinik, A., Gahramanzadeh, A., Minaei, O. 2019. Numerical investigation of the successive sluice gates performance in regulating flow rate through channels using Flow-3D software, Water and Soil Science, 29(4): 85-96.

Choopan, Y., Emami, S., & Kheiri Ghooje Bigloo, M. 2020. Evaluating Election, Imperialist Competitive Algorithms and Artificial Neural Network Method in Investigating the Groundwater Level of Reshtkhar Plain. Amirkabir Journal of Civil Engineering, 52(6), 1333-124. DOI: 10.22060/CEEJ.2019.15344.5888 (In Farsi)

Daneshfaraz, R., Ghahramanzadeh, A., Ghaderi, A., Joudi, A.R. and Abraham, J. 2016, Investigation of the effect of edge shape on characteristics of flow under vertical gates. Journal of American Water Works Association, Doi.org/10.5942/jawwa.2016.108.0102.

Dejen, Z.A. Schultz, B. & Hayde, L. 2015. Water delivery performance at Metahara large-scale irrigation scheme, Ethiopia. Irrigation and drainage, 64(4): 479-490.

Emami, S., Choopan, Y., Kheiry Goje Biglo, M., & Hesam, M. 2020. Optimal and Economic Water Allocation in Irrigation and Drainage Network Using ICA Algorithm (Case Study: Sofi-Chay Network). Irrigation and Water Engineering, 10(3). doi: 10.22125/IWE.2020.107104.

Ghorbani, M.A., Salmasi, F., Saggi, M.K., Bhatia, A.S., Kahya, E. and Norouzi, R. 2020. Deep learning under $H_2O$ framework: A novel approach for quantitative analysis of discharge coefficient in sluice gates. Journal of Hydroinformatics, 22(6): 1603-1619.

Habibi Kandbon, A., Dosti, M. Molaghadimi A.H. 2016. Neyrpic-modules evaluation for intake structures in the water providence to downstream areas: A case study of the Sefidrud irrigation and drainage network. Journal of Water and Sustainable Development. 4(1): 65-72.

Jorabloo M. and Sarkardeh H. 2010. Hydraulic evaluation of neyrpic-modules at water distribution network of Garmsar plain. World APPI. Sci. J, 10(11): 1363-1367.

Kalateh, F., & Kheiry Ghoujeh-Biglou, M. 2022a. Probabilistic analysis of seepage in earthen dam using Monte Carlo method and with considering permeability of materials and dam geometry. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 23(86), 133-162. https://doi.org/10.22092/idser.2022.358681.1509.

Kalateh, F., & Kheiry, M. 2022b. Finite Elements Modeling of the Seepage through Earth Dam in Isotropic and Non-Isotropic Conditions and Considering the of Downstream and Reservoir Water Level. *2nd.International Conference on Architecture, Civil Engineering, Urban Development, Environment and Horizons of Islamic Art in the Second Step Statement of the Revolution*At: Tabriz Islamic Art University.

Kalateh F, Hosseinejad F, Kheiry M. 2022. Uncertainty quantification in the analysis of liquefied soil response through Fuzzy Finite Element method. Acta Geodynamica et Geomaterialia, 19, No. 3 (207), 177–199, 2022. DOI: 10.13168/AGG.2022.0007.

Kanooni, A. Pouriamanesh, M. Nikpour, M.R. Feizi, A. 2019. Evaluation of Hydraulic Performance and Operation of Neyrpic Modules in the Main Distribution Canal (Case study: Yamchi Irrigation Network, Ardabil), Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 6(12): 1435-1447. (In Farsi)

Kheiry Ghojeh Biglou, M., & Pilpayeh, A. 2020. Optimization of height and length of ogee-crested spillway by composing genetic algorithm and regression models (case study: spillway of Balarood dam). Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 20(77): 39-56. DOI: 10.22092/IDSER.2019.124750.1368.

Moavenshahidi, A. Smith, R. & Gillies, M. 2016. Seepage losses in the Coleambally Irrigation Area–loss estimates from channel automation data. Australian Journal of Water Resources, 20(1): 78-88.

Mohammadi, A. Rizi, A.P. & Abbasi, N. 2019. Field measurement and analysis of water losses at the main and tertiary levels of irrigation canals: Varamin Irrigation Scheme, Iran. J. of Global Ecology and Conservation, 18, e00646.

Mohsen Abadi, K. Amiri Takldani, A. And Siyahi, m. 1387. Analyzing the performance of water regulation and dewatering structures and providing new relationships for these valves in the irrigation network of Qazvin plain. The Second National Conference on Management of Irrigation and Drainage Networks, Shahid Chamran University of Ahvaz, Faculty of Water Science Engineering.

Montazar, A. Kouchakzadeh, S. Liaghat, A. Omid. M.H. 2004. Developing hydraulic sensitivity equations for Baffle modules and determining the effects of sensitivity index quantity variations on operating conditions. JWSS. 8(3) :121-137.

Pasbani isalou, N. 2007. Application of CANALMAN hydraulic simulator model in operation of irrigation networks - Case study of M2R / D1L canal of Moghan irrigation network, M.Sc., Thesis, University of Tabriz. (In Farsi)

Rijo, M. and Almedia, A.B. 1993. Performance of an automatic upstream controlled irrigation system: conveyance efficiencies, Irrigation and Drainage Systems. 7(3): 161-172.

Salmasi, F., Norouzi Sarkarabad, R. 2020. Investigation of different geometric shapes of sills on discharge coefficient of vertical sluice gate, *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, 52(1): 21-36. doi: 10.22060/ceej.2018.14232.5596.

Seyedjavad, M.S. Mashaal, M. and Montazar, A. 2013. Evaluation of hydraulic sensitivity indicators for Baffle modules (Case Study: Varamin irrigation and drainage network). Journal of Hydraulic Structures. 1(2): 33-43.

# Evaluation of Hydraulic Performance and Operation of Sluice and Neyrpic Modules in Water Distribution Canals (Case Study: Moghan Irrigation Network, Ardabil)

**Karamat Akhavan[1], Milad Kheiry[2], Salim Abbasi[3], Rasoul Daneshfaraz[4],Farhoud Kalateh**[5]

## Abstract

In the present study, the evaluation of hydraulic performance and operation of water flow measuring structures in the Moghan irrigation network has been reviewed and presented. In the Moghan irrigation network, 1246 intake gates have been installed to control and regulate the water level, except for the inlet gates at the dam site, Sluice gates have been used as flow measuring structures. Like other irrigation networks in the country, this network is facing the problem of imprecise flow measuring structures. For this reason, in the implementation of network improvement, about half of the structures were replaced with Neyrpic-Modules. In this research, by visiting the network and reviewing the available maps and information, four canals of the network were randomly selected, in each of the canals, water flow measurement tests and necessary surveys were performed on the structures. To measure the desired location, the actual discharge rate was measured at different discharge rates and in at least three replications by an ultrasonic flowmeter. In each structure, the actual discharge rate was compared with the nominal discharge rate of the structure used in its operation, and the relative error of the structures was obtained. The results of this study show that the average relative error of actual discharge and nominal discharge was between 7.11 to 34.38%. In the field of operation evaluation, improper sealing, destruction, and inefficiency of water level determination gates and opening of gates, decay, and manipulation of gates were some of the problems of operation of structures.

**Keywords:Moghan irrigation network, Neyrpic-Modules, Performanceevaluation, Sluice gates Structural operation**

[1] Agricultural Engineering Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran. Akhavang120@gmail.com
[2]Ph.D. Candidate of Hydraulic Structures and Water Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran. M.kheyri@tabrizu.ac.ir
[3] M.Sc., Graduated, Department of Civil Eng., Univ. of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, salimabbasi24@gmail.com

[4]Professor, Department of Civil Engineering, University of Maragheh, Maragheh, Iran, daneshfaraz@yahoo.com

[5]Associate Professor, Department of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran, fkalateh@tabrizu.ac.ir