



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گوانگ

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و سوم، شماره پنجم، ۱۳۹۵

<http://jwsc.gau.ac.ir>

گزارش کوتاه علمی

بررسی آماری تأثیر چاه‌های آب بر یکدیگر در یک مجموعه چاه، مطالعه موردی منطقه گرمابدشت - سیاهتلو (گران)

* نسیم‌السادات مسلمی عقیلی^۱، غلامحسین کرمی^۲ و ابراهیم یخکشی^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشیار گروه علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود،

^۲مدیرعامل شرکت آب منطقه‌ای مازندران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: در منطقه گرمابدشت- سیاهتلو تعداد زیادی چاه در یک محدوده کوچک (مجموعه چاه) واقع شده‌اند و به‌علت تداخل مخروط افت این چاه‌ها با یکدیگر، سطح آب در برخی از این چاه‌ها به‌طور قابل‌توجهی پائین افتاده است. در این پژوهش، تأثیر چاه‌های آب بر یکدیگر در یک مجموعه چاه مورد بررسی قرار گرفته است. **مواد و روش‌ها:** بر اساس تأثیرگذاری فاصله و دبی چاه‌ها بر کاهش آبدهی، از دو شاخص آماری، شاخص فاصله (DI) و شاخص دبی- فاصله (DQI) استفاده شده است. عامل دیگری که در کاهش آبدهی در مجموعه چاه‌ها نقش به‌سزایی دارد، ساختمان چاه است.

یافته‌ها: پس از بررسی میزان آبدهی چاه‌ها و همچنین کاهش آبدهی چاه‌ها، این نتیجه به‌دست آمد که تغییرات آبدهی با شاخص DQI بیش‌ترین همبستگی را نشان می‌دهد. همچنین با به‌کارگیری این شاخص‌ها، یک روش کاربردی برای تعیین درصد تأثیر ساختمان چاه بر روی کاهش آبدهی چاه‌ها معرفی شده است.

نتیجه‌گیری: با استفاده از شاخص‌های تعریف شده می‌توان یک حریم مناسب برای ایجاد مخروط افت در اطراف چاه‌ها ایجاد نموده تا از تداخل مخروط افت‌ها جلوگیری شود و تغییرات در میزان آبدهی چاه‌هایی که در آن برداشت صورت می‌گیرد به حداقل کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: افت سطح ایستابی، مجموعه چاه، شاخص‌های آماری، آبدهی، گرمابدشت

* مسئول مکاتبه: nasim_ma1@yahoo.com

مقدمه

مجموعه چاه‌ها شامل چندین چاه است که با فاصله حدود ۲۰۰ فوت از یکدیگر قرار دارند که به‌طور معمول با برداشت آب از مجموعه چاه‌ها سبب ایجاد افت می‌شود که افت حاصل شده باعث کاهش سطح آب زیرزمینی در آبخوان مورد برداشت می‌شود (۸). در طراحی و توسعه تامین آب از مجموعه چاه‌ها باید چندین عامل قابل کنترل و غیرقابل کنترل در نظر گرفته شوند. مهم‌ترین عوامل غیرقابل کنترل شامل قابلیت انتقال آبخوان، ضریب ذخیره آبخوان، مرزهای آبخوان و عمق آبخوان می‌باشند. عوامل قابل کنترل اغلب شامل وسعت زمین اختصاص داده شده به مجموعه چاه‌ها، مکان چاه‌ها و نرخ پمپاژ می‌باشد (۶). یکی از مسائلی که مسئولین حفاظت از آب‌های زیرزمینی را به خود مشغول کرده نزدیکی چاه‌های بهره‌برداری به یکدیگر می‌باشد. هنگام بهره‌برداری هم‌زمان چاه‌های هم‌جوار، در اثر تداخل مخروط افت آن‌ها با یکدیگر مقدار افت افزایش یافته و در طولانی‌مدت افت دائمی و ماندگار در آبخوان ایجاد گردد (۷). کاهش سطح آب زیرزمینی بیش‌ترین تأثیر را بر روی آبدهی چاه دارد. با افزایش عمق سطح آب زیرزمینی، چاه باید آب را از مسافت دورتری از سفره برداشت کند که این امر سبب افزایش هزینه و کاهش آبدهی می‌شود (۳). نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی سطح آب‌های زیرزمینی در دره اونز در آمریکا بیانگر این است که بر اثر پمپاژ زیاد سطح آب زیرزمینی سالانه حدود ۲/۶ تا ۳/۸ متر افت کرده است (۴). بررسی مجموعه چاه‌ها در ویرجینیای آمریکا، به خاطر برداشت زیاد آب از مجموعه چاه‌ها مخروط افت بزرگی ایجاد شده است (۲). در مجموعه چاه لایقترمن در کشور آمریکا، افت بالای سطح آب زیرزمینی در مجموعه چاه بر اثر پمپاژ زیاد باعث ایجاد مخروط افتی در حدود ۵۰۰ فوت شده است

(۵). رشد چشمگیر تقاضا و مصرف آب سبب خسارت‌های زیادی به آبخوان‌ها شده است. پایین رفتن سطح آب موجب افزایش فرونشست زمین شده است (۱). تاکنون مطالعه جامعی بر روی کاهش آبدهی چاه‌ها انجام نگرفته است. در این پژوهش، تأثیر نقش مجموعه چاه‌های موجود در یک محدوده کوچک (گرمابدهشت) بر روی میزان آب استخراج شده مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، دو عامل مهم تأثیرگذار بر کاهش آبدهی چاه‌ها در یک مجموعه، فاصله چاه‌ها از یکدیگر و دبی آن‌ها می‌باشد. به‌منظور بررسی چگونگی تأثیرگذاری این دو عامل در کاهش آبدهی چاه‌ها از دو شاخص استفاده شده است. شاخص اول، شاخص فاصله است که در حقیقت مجموع عکس فاصله چاه‌های مجاور از چاه مورد نظر می‌باشد. این شاخص به‌وسیله معادله زیر (رابطه ۱) محاسبه می‌شود:

$$DI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i} \right) \quad (1)$$

که در آن، DI شاخص فاصله، n تعداد چاه‌های مجاور و d_i فاصله چاه‌ها از چاه موردنظر می‌باشد. شاخص دوم، شاخص دبی - فاصله است که بیانگر مجموع دبی چاه بر روی فاصله از چاه‌های مجاور می‌باشد. این شاخص به‌وسیله معادله زیر (رابطه ۲) محاسبه می‌شود:

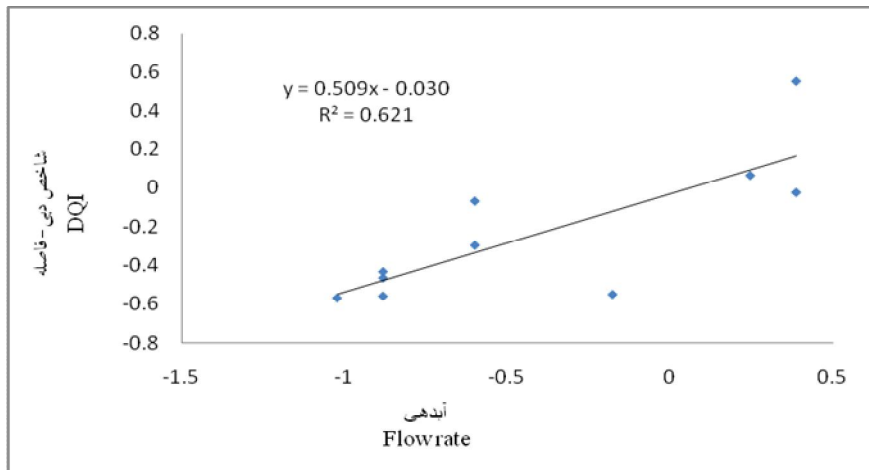
$$DQI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i}{d_i} \right) \quad (2)$$

که در آن، DQI شاخص دبی - فاصله، n تعداد چاه‌های مجاور چاه مورد نظر، Q_i دبی هر چاه و d_i فاصله هر چاه از چاه موردنظر می‌باشد.

که در آن، Y داده‌های استاندارد شده، X داده‌های اولیه، μ_x میانگین داده‌های اولیه و σ_x انحراف معیار داده‌های اولیه می‌باشد. پس از استاندارد نمودن شاخص‌های آماری مورد نظر و همچنین آبدهی یا کاهش آبدهی چاه‌ها، داده‌های استاندارد شده در یک دستگاه مختصات ترسیم می‌شوند و بهترین خط از میان داده‌ها عبور داده می‌شود (شکل‌های ۱ تا ۴).

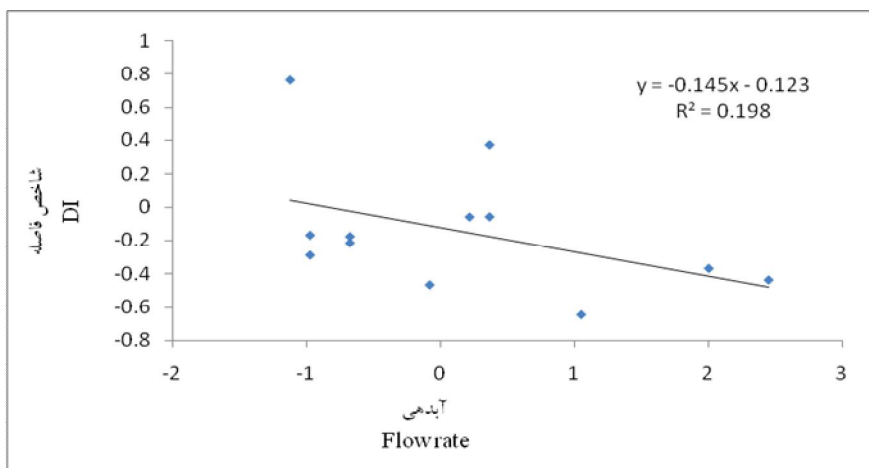
طریقه استاندارد کردن داده‌ها: به‌منظور به‌کارگیری شاخص‌های ذکر شده برای ارزیابی عوامل مؤثر بر کاهش آبدهی چاه‌ها در یک مجموعه چاه، ابتدا باید داده‌های مورد بررسی و شاخص‌های مذکور محاسبه شده برای چاه‌ها استاندارد شوند. به‌منظور استاندارد نمودن داده‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل آماری موردنظر، از معادله زیر (رابطه ۳) استفاده شده است:

$$Y = \frac{X - \mu_x}{\sigma_x} \quad (3)$$



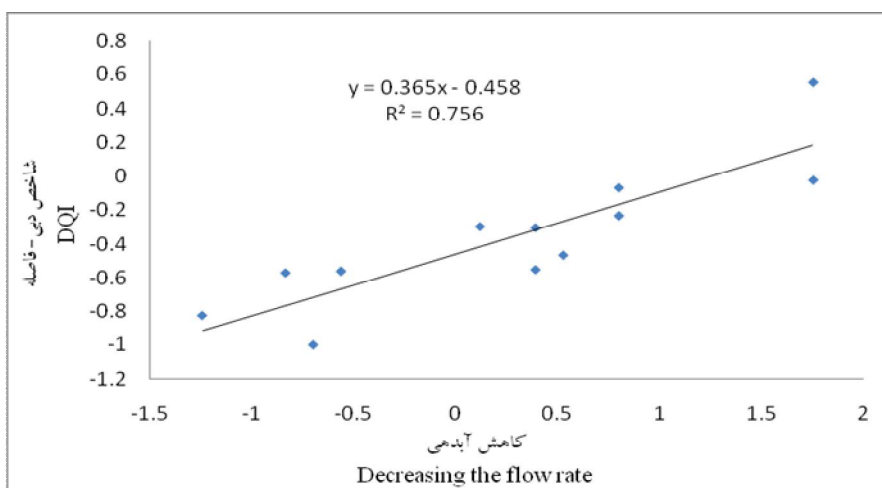
شکل ۱- رابطه شاخص دبی- فاصله چاه‌ها با آبدهی چاه‌ها.

Figure 1. The effect of DQI against flow rate.



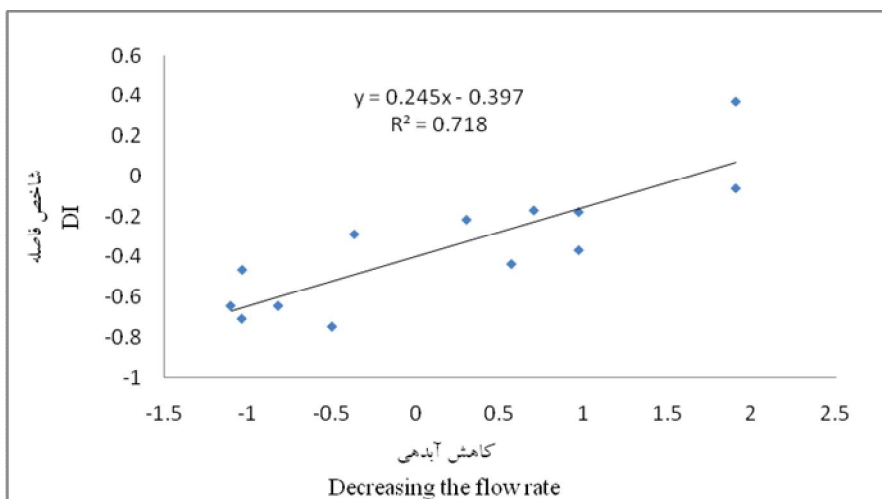
شکل ۲- رابطه شاخص فاصله چاه‌ها در برابر آبدهی چاه‌ها.

Figure 2. The effect of DI against flow rate.



شکل ۳- رابطه شاخص دی- فاصله چاه‌ها با کاهش آبدهی.

Figure 3. The effect of DQI against decrease of flow rate.



شکل ۴- رابطه شاخص فاصله چاه‌ها با کاهش آبدهی چاه‌ها.

Figure 4. The effect of DI against decrease of flow rate.

$$Z_{\alpha} = \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right) \quad (4)$$

که در آن، n تعداد داده‌ها، r ضریب همبستگی می‌باشد. با تعیین مقادیر Z_{α} می‌توان سطح معنی‌داری را طبق جدول ۱ مشخص نمود.

بعد از تعیین معادله خط و r -square مربوطه، برای هر نمودار سطح معنی‌داری را تعیین نموده و نمودارهای مختلف در سه سطح معنی‌داری ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد با یکدیگر مقایسه شده‌اند. برای تعیین سطح معنی‌داری از معادله زیر (رابطه ۴) استفاده شده است.

جدول ۱- تعیین سطح معنی داری با استفاده از مقادیر Z_{α} .

Table 1. The determination of significant level using the values Z_{α} .

Z_{α}	سطح معنی داری (%) The significant level (%)
>1.28	90
>1.68	95
>2.57	99

با عنایت به مقادیر Z_{α} محاسبه شده برای نمودارهای مختلف سطح معنی داری نمودارهای مختلف تعیین شده است. که جدول ۲ سطح معنی داری نمودارهای فوق الذکر را نشان می دهد.

جدول ۲- سطح معنی داری شکل های مختلف.

Table 2. The significant level of different Figures.

Z_{α}	سطح معنی داری (%) The significant level (%)	شکل Figure	ردیف Column
1.44	90	رابطه شاخص فاصله چاهها در برابر آبدهی چاهها The effect of DI against flow rate	1
2.82	99	رابطه شاخص دبی- فاصله چاهها در برابر آبدهی چاهها The effect of DQI against flow rate	2
3.95	99	رابطه شاخص فاصله چاهها در برابر کاهش آبدهی چاهها The effect of DI against decrease of flow rate	3
3.99	99	رابطه شاخص دبی- فاصله چاهها در برابر کاهش آبدهی چاهها The effect of DQI against decrease of flow rate	4

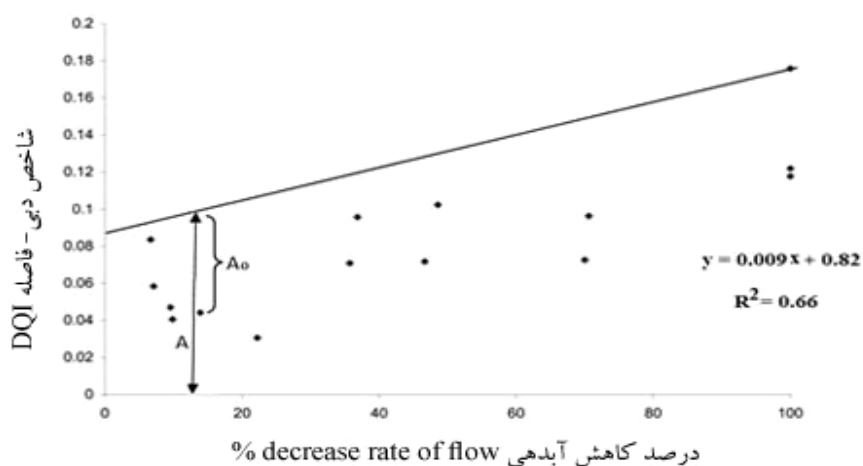
فاصله در برابر کاهش آبدهی ترسیم می شوند و سپس سعی شده است که خطی که رابطه این دو پارامتر را نشان می دهد به گونه ای ترسیم شود که تمام داده ها زیر خط پوششی مزبور قرار بگیرند (شکل ۵). با توجه به چگونگی ترسیم خط پوششی در شکل (۵)، این گونه می توان اظهار نظر کرد که نقاطی که دقیقاً روی خط پوششی واقع می شوند درصد تأثیر ساختمان چاه در کاهش آبدهی آن ها تقریباً صفر می باشد. از آنجایی که داده های موجود نسبت به خط پوششی انحرافهایی را نشان می دهند، بر اساس مقدار این انحرافها

با توجه به مقادیر ضریب Z_{α} محاسبه شده برای تمام روابط به کار گرفته شده در چاه های آب موجود در مجموعه چاه گرمادشت- سیاهتلو، ملاحظه می شود که تمام روابطی که دارای سطح معنی داری ۹۹ درصد می باشند و هم چنین ملاحظه می شود که از میان روابط به کار گرفته شده، بهترین ضریب Z_{α} برای رابطه شاخص دبی- فاصله چاهها در برابر کاهش آبدهی چاهها به دست آمده است. ارزیابی تأثیر ساختمان چاه بر کاهش آبدهی: برای ارزیابی تأثیر ساختمان چاه، مقادیر شاخص دبی-

$$\%W_s = \frac{A_0}{A_{Total}} \times 100 \quad (5)$$

که در آن، $\%W_s$ درصد تأثیر ساختمان چاه، A_0 فاصله خط تا نقطه چاه و A_{Total} فاصله خط تا محور X داده‌ها مجاور می‌باشد.

معادله‌ای ارائه شده است که بر اساس آن درصد تأثیر ساختمان چاه تعیین شده است. به این ترتیب که هر چه مقدار انحراف بیش‌تر باشد، تأثیر ساختمان چاه بیش‌تر خواهد بود. سرانجام با استفاده از معادله زیر (رابطه ۵) درصد تأثیر ساختمان چاه بر کاهش آبدهی چاه‌ها برآورد می‌شود:



شکل ۵- رابطه شاخص دی-فاصله چاه با درصد کاهش آبدهی چاه‌ها و پارامترهای معادله برآورد درصد تأثیر ساختمان چاه.
Figure 5. DQI relation to the decrease rate of flow and parameters to calculate the effect of well structure.

چاه‌ها برای چاه‌های آب موجود در مجموعه چاه با استفاده از شیوه به‌کار گرفته شده در رابطه ۵ و شکل ۵ درصد تأثیر ساختمان چاه در کاهش آبدهی گرمابدشت-سیاهتلو محاسبه شده است (جدول ۳).

جدول ۳- برآورد درصد تأثیر ساختمان چاه.

Table 3. The estimated effect of well structure.

درصد تأثیر ساختمان چاه The impact of structure well	فاصله خط تا نقطه چاه (cm) Line distance to the wells	فاصله خط تا محور (x) (cm) Line distance to the axis (x)	نام چاه Well's Name	ردیف Column
14.5	0.4	2.75	S ₅	1
36.4	1.0	2.75	M ₂	2
60.7	1.7	2.8	M ₃	3
70.9	2.2	3.1	G ₄	4
22.7	0.85	3.75	G ₇	5

نتیجه گیری کلی

به علت تمرکز چاه‌های آب شرب در یک مجموعه چاه و تأثیرگذاری چاه‌ها بر روی یکدیگر، یکی از عواملی که تحت تأثیر قرار می‌گیرد، میزان آبدهی چاه‌ها می‌باشد. برای اولین بار در این پژوهش از دو شاخص فاصله و دبی - فاصله استفاده شده است و نمودارهای

ترسیم شده برای آن‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های مورد استفاده با آبدهی رابطه معکوس داشته است. به منظور ارزیابی تأثیر ساختمان چاه بر کاهش آبدهی چاه‌ها یک شیوه جدیدی در این مقاله بر اساس شاخص دبی - فاصله و کاهش آبدهی چاه‌ها ارائه شده است.

منابع

1. Fariabi, M. 2011. Reducing the groundwater level, National Geographic magazine. <http://waterstudent.blogspot.com>. (In Persian)
2. Focazio, J.R., and Speiran, G.K. 1993. Estimating net drawdown resulting from episodic withdrawals at six well fields in the Coastal plain physiographic province of Virginia, U.S. Geological Survey water-resources investigations report 93-4159.
3. Galloway, D.L., Jones, D.R., and Ingebritsen, S.E. 1999. Land subsidence in the United States: U.S., Geological Survey Circular 1182, 177p.
4. Manning, S. 1999. The Effects of water table decline on groundwater-dependent great basin plant communities in the Owens Valley, California, USDA Forest Service Proceedings. RMRS-P-11.
5. Nyman, D.J. 1965. Predicted hydrologic effects of pumping from the Lighterman well field in the Memphis area, Tennessee. Geological survey water-supply 1819-B.
6. Russell, M.J. 2006. A Simplified Technique for Well-Field Design. Article first published online. DOI: 10.1111/j.1745-6584.1969.tb01277.x.
7. Sarvari, M., and Chitsazan, M. 2008. Examine the technical limits and interfere cone drop in the plains wells permissible to prevent a sharp drop in the aquifer area. The Third Conference of Iran Water Resources. (In Persian)
8. Walton, W.C. 1962. Selected analytical methods for well and aquifer evaluation. Illinois State Water Survey Bulletin 39.



Short Technical Report

A statistical study on the effect of water wells on each other in a well field, case study the region of Garmabdasht-Siahtalu (Gorgan)

*N.A. Mosallami Aghili¹, Gh.H. Karami² and E. Yakhkeshie³

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Geology Science, Shahrood University of Technology,

²Associate Prof., Dept. of Geology Science, Shahrood University of Technology,

³Managing Director of Mazandaran Regional Water Co.

Received: 02/20/2016; Accepted: 12/03/2016

Abstract

Background and Objectives: Groundwater resources in Syahtalu- Garmabdsht region are important sources for drinking water supply for Gorgan City. In this region, there are a number of water wells in a small area which indeed forms a well field. Intersection of cone of depressions of these water wells causes the large decline in their water levels. Decline of water level in these water wells results in the considerable decrease of flow rate of water wells and some of them destroyed. Considering to the limited surface water resources to supply new needs of drinking water resources, the main focus is on groundwater resources of Gorgan. Since the groundwater basins that supply drinking water for the region is located in a small area, the quantity of groundwater in this area are affected. So far, comprehensive study on the well field on reducing water discharge has not been done. For this purpose, the effects of well field within a small area (Garmabdasht) on the amount of water extracted is investigated in this study.

Materials and Methods: Uncontrolled exploitation of groundwater can cause a sharp drop in groundwater levels that reduce the discharges of the factors affecting the well field are wells adjacent to each other, This means that the wells are closer to interfere cone drops more. As a result of an increase in decline and reduce discharges and another agent that is effective in reducing the discharge of water from well field. Based on the above factors and impact on reducing discharge wells Syahtalu- Garmabdsht area, a number of statistical indicators used. Distance index and discharge- Distance index are based on the factors affecting the capacity reduction defined. Another factor that played a significant role in reducing the discharge of wells in well field, structure wells. Using the evaluation of statistical indicators presented in this study, a simple and practical method to determine the impact of structure wells to reduce water discharge has been introduced.

Results: After reviewing the discharge rates and reduce water discharge, it was found that the discharge of the index changes, DQI shows the highest correlation. And to determine the distance between the wells can minimize the impact of these factors on capacity reduction. As for the structure of wells, the results of this research indicate that the impact of structure wells to reduce water discharge varied from zero to 75 percent.

Conclusion: Indicators can be defined using a suitable space to create cone drop created around the wells to prevent interference cone drops and changes in the discharges wells in which the harvest is reduced to a minimum. DQI index the best statistical indicators for the lowest rate of decline is known discharges. In order to assess the impact of structure wells to reduce water discharge in this paper is a new way which the discharge index to the distance (DQI), the greater the percentage is even higher water discharge.

Keywords: Decline water tables, Well field, Statistical indicators, Discharge, Garmabdasht

* Corresponding Author; Email: nasim_ma1@yahoo.com