بررسی میزان رسوب گذاری و خورندگی آب رودخانه دز در ایستگاه دزفول

چکیده

آب مهم ترین ماده حیاتی بشر است که زندگی انسان بدون آن ناممکن است.امروزه با افزایش جمعیت و گسترش صنایع ،میزان منابع آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. خوردگی و رسوب گذاری آب یکی از مشکلات مدیریت کیفی و مدیریت شبکه توزیع آب است. در این راستا از دو شاخص لانژیله و رایزنر برای تعیین سطح خوردگی و رسوب گذاری آب رودخانه دز در ایستگاه هیدرومتری دزفول در بازه زمانی **1400-** ۱۳۸۰ استفاده شد. این شاخص ها به صورت ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه شدند.

نتایج نشان داد که با مقایسه شاخص لانژلیه و رایزنر و با توجه به سرعت آب رودخانه ، شاخص رایزنر بهترین شاخص براي ارزیابي آب رودخانه است. بیشترین و کمترین مقادیر ماهانه شاخص رایزنر در اردیبهشت ماه (۷/۸۳)و تیر و شهریورماه (۷/٦۷) رخ داده است . همچنین بیشترین و کمترین مقادیر میانگین فصلي شاخص رایزنر در زمستان (۷/۸۱) و تابستان (۷/٦۹) اتفاق افتاده است. بیشترین مقدار میانگین سالانه شاخص رایزنر (۸/۱۱) در سال ۱۳۹۳و کمترین مقدار آن (۷/۳٦) در سال ۱٤۰۰ رخ داده است . به طور کلي وضعیت آب رودخانه دز در دزفول خورنده مي باشد.

واژه‌هاي کلیدي : رسوب گذاری، خورندگی، شاخص لانژلیه، شاخص رایزنر، رودخانه دز، ایستگاه دزفول

مقدمه

آب مهم ترین ماده حیاتی بشر است که زندگی انسان بدون آن ناممکن است. از طرفی، با گسترش روز افزون جمعیت شهرها و توسعه امکانات زندگی، روز به روز نیاز آبی مردم رو به افزایش می باشد. همچنین با توجه به توسعه شهرها و گسترش کارخانه ها و صنایع و مسائل مختلف زیست محیطی، میزان منابع آب با کیفیت و کمیت مطلوب رو به کاهش می باشد. از این رو برای تامین آب مورد نیاز شرب، صنایع و کشاورزی، با کیفیت مناسب نمی توان تنها به منابع و یا توسعه آنها چشم داشت بلکه توجه به کیفیت آب منابع موجود و نحوه استفاده و مدیریت مناسب این منابع از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

آب می تواند باعث خوردگی خطوط انتقال و توزیع و نیز ایجاد لایه های ضخیم رسوبی بر روی سطوح و دیواره های تاسیسات تبادل حرارتی گردد. خوردگی بر اساس یک واکنش فیزیکی شیمیایی بین یک ماده و محیط اطراف آن انجام می گیرد و به تغییر خواص آن ماده منجر می گردد. در این فرآیند چندین فاکتور شیمیایی، الکتریکی، فیزیکی و بیولوژیکی تاثیر دارند. این فرایند به طور کلی فرایند زیان آوری است که اثرات سوء زیادی بر بهداشت و سلامت شهروندان و مسائل اقتصادی، اجتماعی، فنی و مهندسی و زیباشناختی دارد.[۱]

خوردگی آب پدیده ای است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف به وجود می آید. در مبحث مهندسی مواد با توجه به ماهیت فرایند خورندگی، این پدیده در دو شاخه مهم بررسی می شود که شامل خوردگی حاصل از فرسایش و خوردگی الکتروشیمیایی است.[۲]

خوردگی تحت تاثیر عواملی مانند PH، کربن، سختي و قلیائیت، درجه حرارت، سرعت آب، جامدات محلول، اکسیژن محلول و کلر باقیمانده، خستگی، تنش و برخورد (کاویتاسیون، فرسایش و سایش بوسیله ماسه ها) ایجاد می شود. رسوب گذاری نیز شامل ترکیب یون های فلزی دو ظرفیتی موجود در آب با عوامل سختی است.عمده ترین رسوبات شامل کربنات کلسیم ، کربنات منیزیم، سولفات کلسیم و کلراید منیزیم می باشد. عدم کنترل رسوبات فوق هزینه های زیادی را بر تاسیسات آبرسانی تحمیل می نماید.[۳]

خوردگی و رسوب گذاری می تواند سبب مسدود شدن لوله ها، کاهش دبی عبوری و عیوب غیر منتظره در لوله ها گردد و همچنین می تواند باعث سوراخ شدن لوله ها شود که در این حالت آب زیادی از لوله ها نشت کرده و میزان آب از دست رفته بسیار قابل توجه خواهد بود.[۴]

با توجه به تنوع منابع تامین آب، طبیعی است که این آبها دارای کیفیت متفاوتی به ویژه از لحاظ نمک های محلول در آن باشد. عموما آب ها دارای کاتیون های فلزات قلیای خاکی دو ظرفیتی کلسیم و آنیون های گوناگون از جمله بی کربنات، کربنات، کلرید و سولفات هستند.[۵] آب های خورنده موجب پدید آمدن آلاینده های ثانویه مانند آهن، روی، مس و منگنز در غلظت های بالاتر از حد استاندارد در آب آشامیدنی می شوند، که مشکلاتی نظیر مزه، بو، رنگ و لکه روی سرویس های بهداشتی را بوجود می آورند.[۶]

علاوه بر این مشکلات ، خوردگی باعث رشد باکتری ها در آب و بالا رفتن کدورت آب شده و کیفیت آب را کاهش می دهد.[۷] پایداری آب باعث عدم خورندگی و رسوب گذاری آن می شود، بنابراین تمایل آب به خورندگی و رسوب گذاری با پایداری آب مشخص می شود. آب پایدار تمایل به خورندگی و رسوب گذاری کمی دارد و مقادیر آن ها بر حسب نوع استفاده متفاوت است.[۸]

تا به امروز شاخص های مختلفی برای تعیین پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب ارائه شده است. بیشتر این شاخص ها بر اساس این فرضیه می باشند که آب هایی با تمایل به رسوب جرم کربنات کلسیم بر روی سطوح فلزی، خاصیت خورندگی کمتری از خود نشان می دهند. از این شاخص ها می توان به رایزنر، لانژلیه ، پوکوریوس، تیملز، نمودار فرانگین و مارسو ، روش هالوپیه اشاره کرد.[۹]

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دز مساحتی در حدود ۲۳۲۲۹ کیلومتر مربع دارد و از رشته کوههای زاگرس میانی (قله های قالیکوه و اشترانکوه) سرچشمه می گیرد. ایستگاه هیدرومتری دزفول از نوع درجه یک در مجاورت شهر دزفول و به مشخصات طول 48° 24 ' 06" E و عرض 32° 23' 29" N بوده که بر رودخانه دز واقع است که در سال ۱۳۶۱ تاسیس شده است . همچنین از سطح دریا ۱۴۳,۵ متر ارتفاع دارد. شکل های (۱) و (۲) ایستگاه هیدرومتری دزفول و تجهیزات بر روی رودخانه دز را نشان می دهد.

شکل (۱)

شکل (۲)

مواد و روشها

ساده ترین و معمول ترین روش بررسی این مسئله به کارگیری آنالیز آب در تعیین تمایل به رسوب گذاری یا خورندگی با استفاده از شاخص های لانژلیه و رایزنر است .
شاخص اشباع لانژلیه (LSI) مدلی است مشتق شده از مفهوم تئوریکی اشباع و شاخصی از درجه اشباع آب با کربنات کلسیم ارائه می نماید. میزان LSI، مفهوم اشباع را با استفاده از PH به عنوان یک متغیر اصلی بیان می نماید. LSI می تواند به عنوان تغییر مورد نیاز PH جهت رسیدن آب به تعادل تعبیرگردد.[۱۰]
شاخص پایداری رایزنر (RSI) ارتباط بین یک سری داده های تجربی با ضخامت پوسته مشاهده شده در سیستم های آب شهری را با شیمی آب تبیین می نماید. RSI نیز بر مبنای مفهوم سطح اشباعیت می باشد. RSI ارتباط بین حالت اشباع کربنات کلسیم و تشکیل پوسته را به صورت کمی نشان می دهد.
شاخص های لانژلیه و رایزنر در واقع تفاوت بین PH واقعی آب و PH اشباع شده توسط کربنات کلسیم (CaCO3) می باشند و به عنوان شاخصی برای خورندگی و رسوب گذاری آب به کار می روند.[۱۱]

این شاخص ها به صورت زیر بیان می گردند:

$$LSI = pH_{measured} - pH_{sat} \quad (۱)$$

$$RSI = 2pH_{sat} - pH_{measured} \quad (۲)$$

در روابط فوق $pH_{measured}$ میزان pH واقعی اندازه گیری شده آب و pH_{sat} میزان pH آب در حالت اشباع از کربنات کلسیم می باشد که از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$\mathbf{PH_{sat}} = \mathbf{-log}\left(\frac{K_2 \gamma_{ca^{+2}} * [ca^{+2}] \gamma HCO3^- * [HCO3^-]}{K_{sp}}\right) \quad (۳)$$

در رابطه فوق $[Ca^{+2}]$ غلظت کلسیم (مول بر لیتر) و $[Hco3^-]$ بي کربنات (مول بر لیتر) مي باشد و K_2 و K_{sp} ضرائب تعادل کربنات و به صورت تابعی از دما هستند که با توجه به غلظت و ضریب حلالیت کربنات و دمای آب از روی جدول(۱) به دست می آیند.

جدول (۱) مقادیر K_2 و K_{sp} با توجه به دما

دما بر حسب سانتی گراد	$K_2 * 10^{-11}$	$K_{sp} * 10^{-9}$
5	2.754	8.128
10	3.236	7.080
15	3.715	6.020
20	4.169	5.248
25	4.477	4.571
40	6.026	3.090

رابطه K_2 و K_{sp} با دما به صورت زیر می باشد:

$$K_2 = 9.2*10^{-13}*T+2.3*10^{-11} \quad (۴)$$

$$K_{sp} = 9.237*e^{-0.0277*T} \quad (۵)$$

$\gamma_{HCO_3}^{-}$و$\gamma_{ca^{+2}}$به ترتیب ضرایب فعالیت ca^{+2} و HCO_3 می باشند، که از طریق معادله لگاریتمی زیر به دست می آیند:

$$\log \gamma_{HCO_3}^{-} = -\frac{0.5(Z_i)^2 \alpha^{1/2}}{1+\alpha^{1/2}} \quad (۶)$$

در معادله فوق Z_i میزان ظرفیت یون مورد نظر است و α نیز مقداری است وابسته به میزان مواد محلول در آب که از طریق یکی از روابط زیر محاسبه می گردد:

$$\alpha = (2.5*10^{-5})TDS(^{gr}/_{cm^3}) \quad (۷)$$

$$\alpha = (1.6*10^{-5})EC(^{\mu S}/_{cm}) \quad (۸)$$

در روابط فوق،TDSمیزان مواد جامد محلول در آب بر حسب (g/cm^3) یا (mg/l) و ECنیز میزان هدایت الکتریکی آب بر حسب (µS/cm) یا (mmhos /cm) می باشد. [۱۲]

وضعیت آب با توجه به مقادیر شاخص لانژلیه و رایزنر در جدول (۲) و (۳) آورده شده است:

جدول(۲) وضعیت آب با توجه به مقدار شاخص لانژلیه

آب رسوبگذار	LSI>0
آب خنثی	LSI=0
آب خورنده	LSI<0

جدول(۳) وضعیت آب با توجه به مقدار شاخص رایزنر

آب خیلی رسوبگذار	RSI<5.5
آب رسوبگذار	5.5≤RSI<6.2
آب خنثی	6.2≤RSI<6.8
آب خورنده	6.8≤RSI<8.5
آب خیلی خورنده	RSI≥8.5

نحوه جمع آوری داده های مورد نیاز

در این تحقیق به منظور بررسی میزان خورندگی و رسوب گذاری از پارامترهای شیمیایی آب رودخانه دز در ایستگاه دزفول استفاده گردید. آمار مربوط به این ایستگاه از معاونت مطالعات سازمان آب و برق استان خوزستان اخذ گردید.

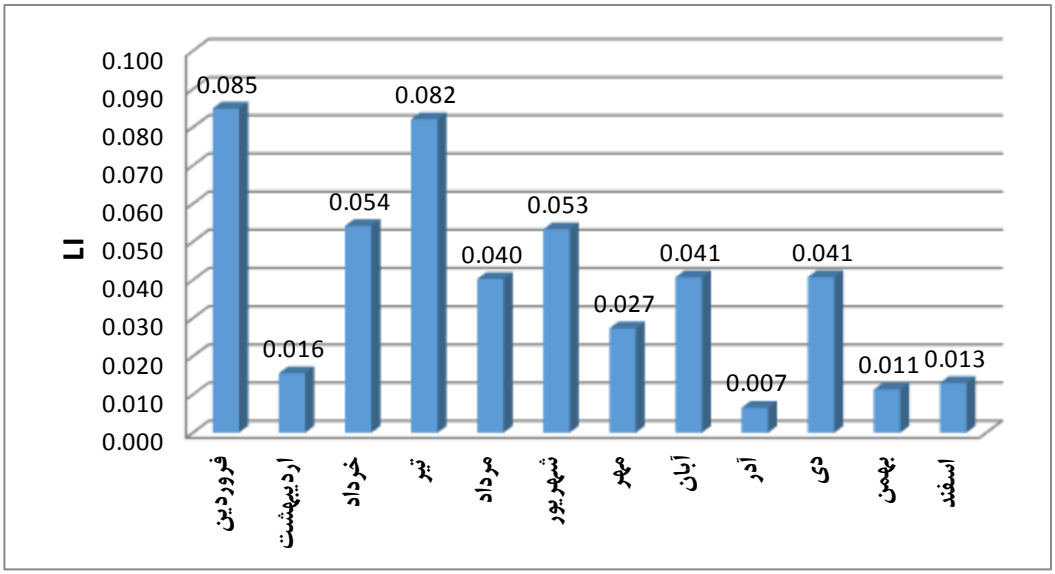
آمار اخذ شده مربوط به سال های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ می باشند که در هر ماه یک نمونه و در مجموع ۲۴۰بار نمونه برداری انجام و مورد محاسبه و ارزیابی قرار گرفت. جهت تعیین میزان عوامل شیمیایی برای آب مطابق دستورالعمل های کتاب استاندارد متد انجام شد. این داده ها عبارتند از: دما، PH، غلظت کلسیم، غلظت بی کربنات، مجموع جامدات محلول (TDS) و هدایت الکتریکی (EC).

نتایج و بحث

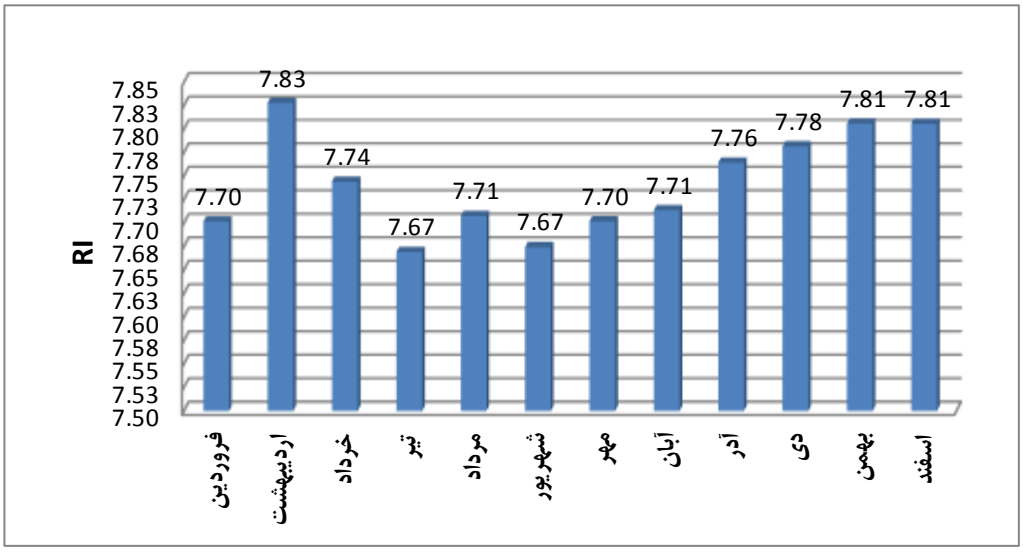
جهت تعیین شاخص های لانژلیه و رایزنر، با استفاده از آمار موجود و روابط ارائه شده قبلی، محاسبات مورد نیاز در محیط Excel انجام شد. این شاخص ها به صورت ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه شدند و نتایج و تجزیه و تحلیل داده ها به صورت نمودار در شکل های(۳) تا (۸) ارائه شده که در ادامه آورده می شوند.

همانطور که در شکل (۳) مشاهده می گردد، مقدار شاخص لانژلیه (LI) در ماه های مختلف سال بزرگتر از صفر می باشد که بر اساس جدول(۲) آب رسوب گذار است . بیشترین مقدار شاخص لانژلیه (LI) در فروردین ماه و کمترین مقدار آن در آذر ماه رخ داده است .

با توجه به شکل (۴) مقدار شاخص رایزنر (IR) در ماه های مختلف سال بین 7.67 تا 7.83می باشد که بر اساس جدول (۳) آب خورنده است . بیشترین مقدار شاخص رایزنر دراردیبهشت ماه و کمترین مقدار آن در تیر و شهریور ماه اتفاق افتاده است.

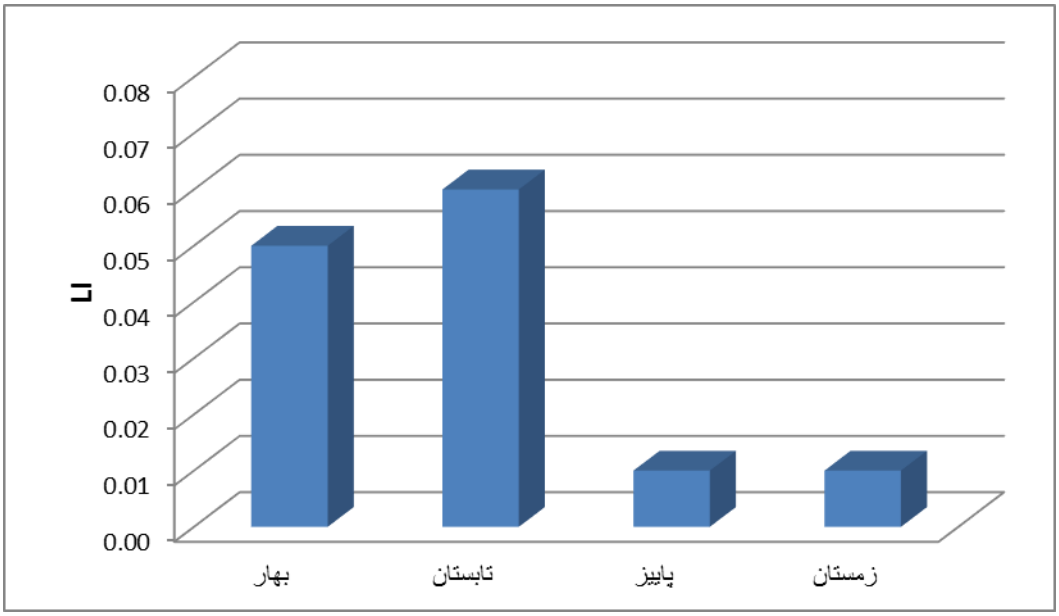


شکل(۳) میزان شاخص لانژلیه در ماه های مختلف

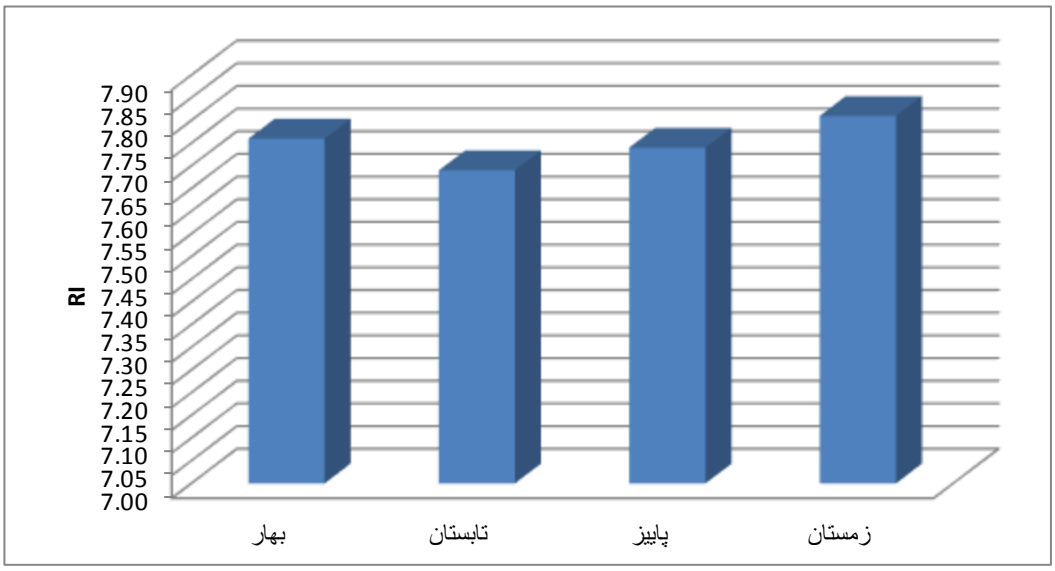


شکل(٤) میزان شاخص رایزنر در ماه های مختلف

همانگونه که مشاهده شد شاخص لانژلیه وضعیت آب را رسوب گذار نشان می دهد در حالی که شاخص رایزنر وضعیت آب را خورنده نشان می دهد. این تناقض به این دلیل است که شاخص لانژلیه وقتی اعتبار دارد که آب ساکن باشد و یا سرعت آن حداکثر 0.6 متر در ثانیه باشد.[13]بنابراین در شرایط موجود بهتر است از نتایج شاخص رایزنر استفاده شود .
جهت ارائه بهتر نتایج ، میانگین فصلی مقادیر شاخص های لانژلیه و رایزنر محاسبه گردیدکه نتایج آن در شکل ها ی (٥) و (٦) نشان داده شده است.



شکل (٥) میزان شاخص لانژلیه در فصل های مختلف

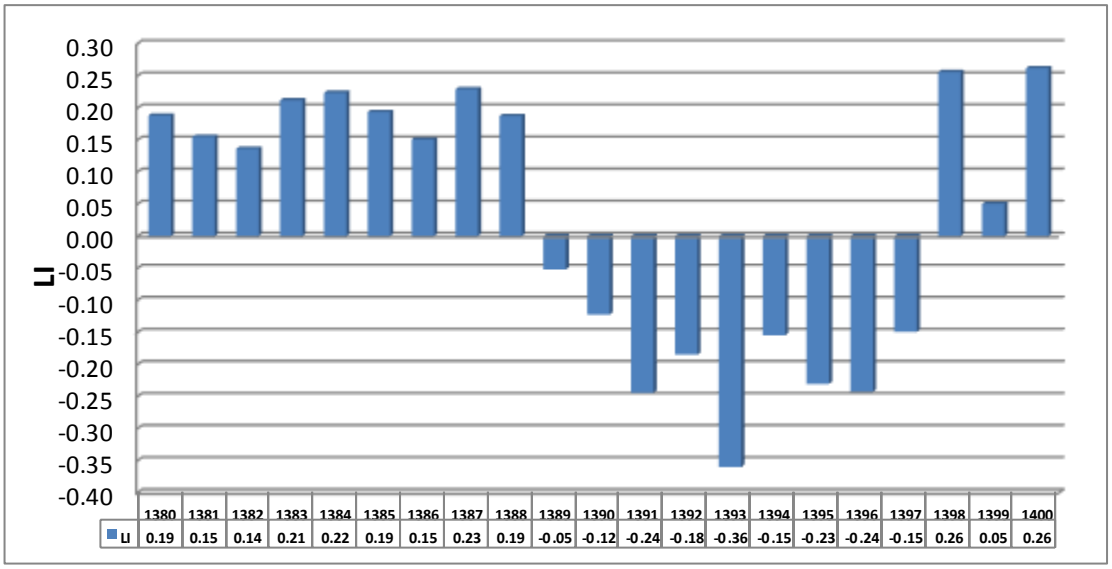


شکل (٦) میزان شاخص رایزنر در فصل های مختلف

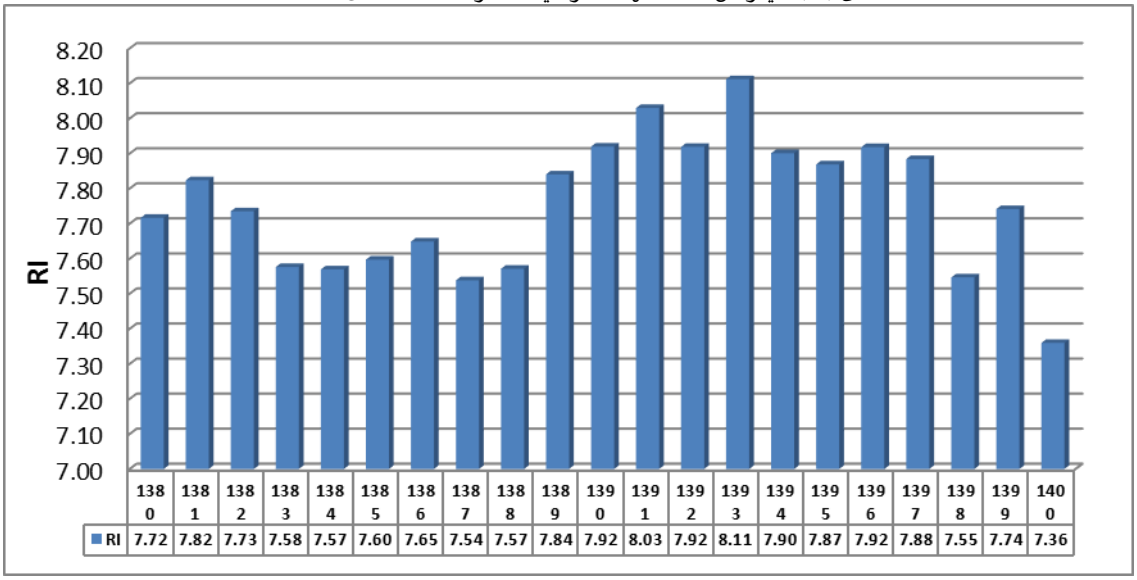
با توجه به شکل (٥) مشاهده می شود مقادیر شاخص های لانژلیه در فصول مختلف بیشتر از مقدار صفر است که بر اساس جدول(٢) آب رسوب

گذار است ولی با توجه به شکل(۶)مقادیر شاخص رایزنر بین ۷تا 7.81 می باشد که بر اساس جدول(۳) آب خورنده است. بیشترین مقدار شاخص لانژلیه در تابستان و کمترین مقدار آن در پاییز و زمستان رخ داده است همچنین بیشترین مقدار شاخص رایزنر در زمستان و کمترین مقدار آن در تابستان رخ داده است .

میانگین سالیانه مقادیر شاخص های لانژلیه و رایزنر محاسبه شد که نتایج آن در شکل های (7)و(۸) ارائه شده است. بر اساس شاخص لانژلیه در سالهای ۱۳۸۰تا1388 و ۱۳۹۸ تا 1400وضعیت آب رسوب گذار ودر سالهای 1398تا1397 وضعیت آب خورنده است و بر اساس مقادیر شاخص رایزنر وضعیت آب در سالهای 1380 تا1400 بین مقادیر 7 تا 8.11 می باشد که وضعیت آب خورنده است که کمترین مقدار آن در سال ۱۴۰۰ و بیشترین مقدار آن در سال۱۳۹۳ رخ داده است.



شکل(۷)میزان شاخص لانژلیه در سال های مختلف



شکل(۸)میزان شاخص رایزنر در سال های مختلف

نتیجه گیری

بررسی ها نشان می دهد با توجه به سرعت آب شاخص رایزنر بهترین شاخص برای ارزیابی خورندگی و رسوب گذاری آب رودخانه دز در ایستگاه هیدرومتری دزفول می باشد.
بر اساس مقدار شاخص رایزنر در ماه های مختلف ، وضعیت آب خورنده است . بیشترین مقدار شاخص رایزنر در اردیبهشت ماه و کمترین مقدار آن در تیر و شهریور ماه رخ داده است.
بر اساس مقدار شاخص رایزنر در فصول مختلف ، آب خورنده می باشدو بیشترین مقدار شاخص رایزنر در زمستان و کمترین مقدار آن در تابستان رخ داده است. به طور کلی شاخص رایزنر وضعیت آب را در سالهای 1380 تا 1400 خورنده نشان می دهد.

پیشنهادات

برای کنترل خورندگی آب راهکار های مختلفی به کار گرفته می شود که به سیاست های مهندسی و اقتصادی بهره بردار بستگی دارد، که تصمیمات کاربری آن روشها با توجه به شرایط و امکانات محل، اتخاذ می گردد از روشهای حفاظت و کنترل می توان موارد زیر را نام برد:
تصفیه آب، پوشش های رنگها و جلاها، حفاظت کاتدی، پوشش های سیمان، پوشش های گالوانیزه، پوشش های قلع، پوشش های کادمیم و فولاد زنگ نزن .

تشکر و قدر دانی

نویسنده مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت مطالعات و طرحهای جامع منابع آب و دفتر پژوهشهاي كاربردي سازمان آب و برق خوزستان به‌واسطه حمایت از این کار تحقیقاتي را اعلام می دارم.

منابع

[1] Hadi Mehdi, "Development of software for calculating eight important water corrosion indices", 12th National Conference on Environmental Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences November 2008. (In persian)
[2] Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G, “water treatment principals and design”, New york: Jon Wiley and Sons, 2005.
[3] Geldriech E., “Microbial quality of water supply in distribution systems”, Florida: CRC Press, 1996.
[4] Hibati, B., Mazloumi, S., Fazlzadeh Doil, M., Derakhshan, S., Norouzi, M., “ Investigation of corrosion potential and sedimentation of water in Miyaneh city” in 2008, 12th National Conference on Environmental Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences November 2009 . (In persian)
[5] Pakshir Mahmoud and others , "Limitations of water corrosion and sedimentation indices in industrial systems", Journal of Water and Wastewater, No. 51,1381, pp. 60-65.
[6] ASTM, “Standard test methods for corrosivity of water in the Absence of heat transfer”, designation : D2688-92,1994.
[7] Kerri k, “water treatment plant operation”, third edition, vol.1, office of drinking water, 1992.
[8] Awazpour Moayed, Gholami, M., Aali ,R., "Study of corrosion potential and sedimentation of drinking water sources in Ilam", 11th National Conference on Environmental Health, Zahedan, November 2008.
[9] Gahangir, A., "Study of corrosion in water systems and providing standard solutions and software for its detection and remediation", Third National Conference of Irrigation Engineering Students and Graduates, Sari Faculty of Agriculture, 2003.
[10] Standard method for the examination of water & wastewater, Edition 2005.
[11] Challenge Amiri, M., "Principles of water purification", Arkan Publications, Print 2006.

[12] Tchobanoglous. G., and Edward., and Edward. S., 1987. Water Quality., Addison-wesley Pablishing Company.,p. 769.
[13] Pishnamazi , S.A. , "The role of water and corrosion control in industry" Isfahan: Arkan, P 578.

12th International River Engineering Conference
Shahid Chamran University, 24-26 Jan 2022, Ahwaz

Evaluation Deposition and corrosion water in the Dez River, Dezful station

Abstract

Water is the most essential subestance for human. Todays, along with increasing population and developing industries, water resources have special importance.Water errosion and deposition cause problems quality management and distrbution net mangement water. The Langelier and Rysnar's indices used to determine corrosion and deposition area in Dez hydrometry station during 1380-1400. The indices calculated monthly, seasonly and yearly. The results show the Rysnar's index is the best index estimate corrosion and deposition. Results showed the monthly average of Ryznar Index in Ordibehesht month is 7.83 and in Tir month 7.67. Also, maximum and minimum the average values of the Ryznar index in winter and summer seasons are 7.81 and 7.69, respectively. The maximum average of Ryzner index is 8.11 in 1393 and the minimum of average yearly is 7.36 in 1400. Results showed that potable water of the Dez River in Dezful station has corrosion tendency.

Keywords : deposition, corrosion, Langelier index, Rysnar's index, Dez River, Dezful station.