

## ارزیابی راندمان تله اندازی رسوبات در حوضچه های رسوبگیر متوسط مقیاس

### (مطالعه موردی: حوضچه رسوبگیر آبگیر کمندان)

شادی رازقی خرم آباد<sup>1\*</sup>، امیر حمزه حقی آبی<sup>2</sup> و حسین فتحیان<sup>3</sup>

(1) دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، گروه عمران آب، شوشتر، ایران.

(2) استادیار، دانشگاه لرستان، گروه عمران آب، لرستان، ایران.

(3) استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، گروه عمران آب، اهواز، ایران.

\* نویسنده مسئول مکاتبات: shadiraz@yahoo.com

تاریخ دریافت: 91/1/24

تاریخ پذیرش: 91/4/5

### چکیده

یکی از مهم ترین مسائل در تأمین آب کشاورزی یا شرب مسأله کنترل رسوب است. رسوب گذاری در کانالهای انتقال آب باعث کاهش راندمان انتقال می شود. در این تحقیق به ارزیابی راندمان حوضچه رسوبگیر بند انحرافی و آبگیر کمندان واقع در روستای کمندان شهرستان الیگودرز استان لرستان پرداخته شده است. در ابتدا از جریان آب و رسوب ورودی و خروجی از حوضچه در دبی های مختلف نمونه برداری گردید و غلظت ذرات مختلف رسوب با انجام آزمایش تعیین شد. سپس راندمان حوضچه از لحاظ تله اندازی رسوبات محاسبه شد. همچنین مقادیر راندمان تله اندازی اندازه گیری شده با مقادیر راندمان تله اندازی محاسبه شده توسط مدل های ریاضی موجود که توسط محققین مختلف ارائه شده اند مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که راندمان تله اندازی رسوب در حوضچه کمندان محاسبه شده با مدل گارده و رانگا به مقدار اندازه گیری شده با روش مستقیم نزدیک تر می باشد. بنابراین مدل گارده و رانگا نسبت به سایر مدل ها بهتر می تواند راندمان تله اندازی رسوب در حوضچه کمندان را برآورد نماید.

**واژه های کلیدی:** راندمان تله اندازی، حوضچه رسوبگیر، آبگیر کمندان، مدل های ریاضی.

## مقدمه

عدم توجه به ورود رسوبات به آبگیرها موجب انتقال آن‌ها به داخل تأسیسات شده و مشکلات زیادی را در نتیجه حمل رسوبات و یا ته‌نشین شدن آن‌ها در قسمت‌های مختلف بوجود می‌آورد. رسوبات ریز معلق در آب در صورت افزایش زیاد سرعت آب، صدمات زیادی را به تأسیسات موجود بخصوص وسایل مکانیکی مثل پمپ و توربین می‌رساند. انتخاب دقیق نقطه آبگیری از رودخانه از عوامل اساسی در کاهش رسوبات وارده به سیستم انحراف و آبگیری است. عموماً قوس خارجی رودخانه به عنوان نقطه مناسب انتخاب می‌شود. این عمل از نشست رسوبات در محل آبگیری می‌کاهد. علت این امر حرکت بار بستر در محل انحناء رودخانه به طرف قوس داخلی می‌باشد که موجب عدم ته‌نشینی رسوبات در قوس خارجی می‌گردد. حوضچه رسوب‌گیر کانال نسبتاً عریضی است که در ابتدا و یا در طول مسیر کانال‌های انتقالی آب ساخته می‌شود و اصول طراحی بر مبنای افزایش سطح مقطع کانال و نتیجتاً کاهش سرعت جریان آب به منظور ایجاد فرصت کافی جهت ته‌نشین ذرات ریز معلق در آب می‌باشد. مبنای طراحی حوضچه بر این اساس است که سرعت جریان در حوضچه به قدری باشد که تا کوچکترین ذره در زمانی که فاصله سطح آب در ورودی حوضچه تا کف حوضچه را طی کند، در انتهای حوضچه نشست کند یعنی طول حوضچه را طی کند (موذن و همکاران، 1385). ولکانف در سال 1936 مدلی ارائه نمود که چگونگی ته‌نشینی رسوبات را براساس تئوری احتمالات ارائه می‌دهد. ولکانف با انجام آزمایشات تجربی به این نتیجه رسید که مکان ته‌نشینی یک ذره رسوب در کف حوضچه ثابت نیست و از یک توزیع تقریباً نرمال پیروی می‌کند و واریانس این توزیع تابعی از ابعاد کف حوضچه و مشخصات ذرات رسوب و مشخصات جریان آب است (پرهای، 1354). انیشتین کاهش در غلظت مواد معلق را بصورت تابع نمایی کاهش از زمان فرض کرد و به کمک این فرض و همچنین انجام آزمایشات عملی، رابطه‌هایی را به منظور تعیین راندمان حوضچه‌های رسوبگیر در سال 1965 پیشنهاد نمود (Sarikaaya, (Pemberton, et al., 1971) در سال 1997 با حل عددی معادله پراکندگی به روش تفاضل محدود (Finite-difference) مدلی را بمنظور طراحی حوضچه‌های رسوبگیر ارائه نمود (Sarikaaya et al., 1977). موذن و ظهیری (1385) در مقاله‌ای به بررسی مبانی طراحی حوضچه رسوبگیر و راهکارهای احیای آن پرداختند. در این مقاله مشکلات موجود حوضچه رسوبگیر و صیله از نظر مبانی طراحی و بهره‌برداری با استفاده از آمار اندازه‌گیری شده شامل سرعت جریان، دانه بندی و غلظت رسوبات ورودی به حوضچه در فاصله سالهای 69-1365 مورد بررسی قرار گرفت. (موذن و همکاران، 1385). آبشوری (1385) تحقیقی در مورد کاربرد نرم افزار شارک بمنظور طراحی حوضچه‌های ترسیب در ابتدای کانالها ارائه دادند. (آبشویی، 1385) دوروتا هامان و همکارانش (2003) به بررسی میزان سرعت و نقش آن در طراحی حوضچه‌های رسوبگیر پرداختند (Dorota et al., 2003). منسوچیان و همکارانش (2010) در تحقیقی به بررسی مدل شارک جهت طراحی حوضچه‌های ته‌نشینی و آنالیز حساسیت این مدل نسبت به ضریب مانینگ در سد دز پرداختند.

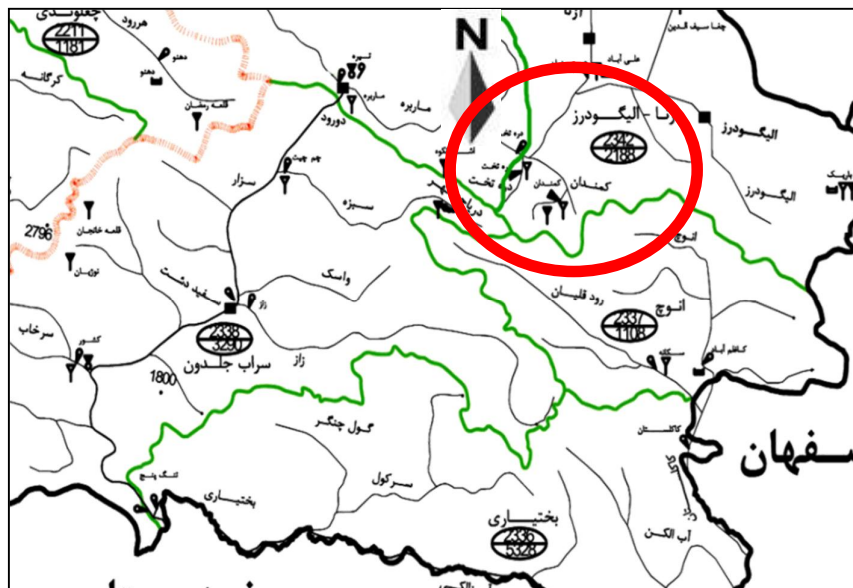
دلایل راندمان کمتر یک حوضچه رسوبگیر واقعی نسبت به یک حوضچه رسوبگیر ایده آل وجود تلاطم در جریان که موجب تاخیر در ته‌نشینی ذرات و جریان‌های چرخشی کوچک در حوضچه می‌باشد. با توجه به اینکه امکان مقابله کامل با این عوامل بخصوص در مواقع سیلابی عملاً وجود ندارد لذا باید با تمهیداتی از جمله طراحی ابعاد صحیح از قبیل طول، عرض و یا شیب مناسب نسبت به نشست کامل

رسوبات در حوضچه ها اقدام نمود. طراحی پروژه حوضچه رسوبگیر مورد بحث مربوط به حدوداً 15 سال پیش می باشد و در گزارش ارائه شده از طرف مشاور متأسفانه راندمانی برای حوضچه پیش بینی و در نظر گرفته نشده است. لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی و بدست آوردن کارایی این حوضچه و در واقع محک زدن طرح به اجرا درآمده می باشد.

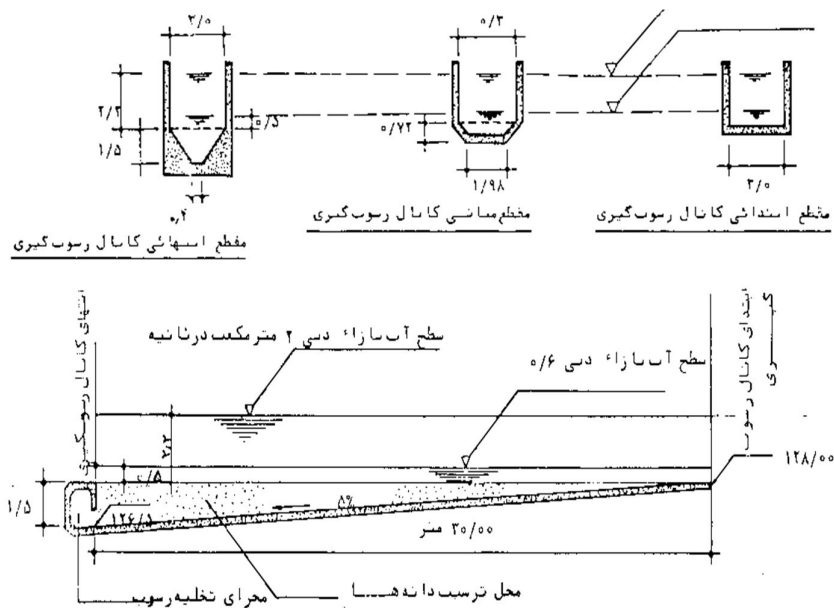
## مواد و روش ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در موقعیت جغرافیایی  $33^{\circ}14'$  تا  $33^{\circ}20'$  عرض شمالی و  $49^{\circ}22'$  تا  $49^{\circ}31'$  طول شرقی واقع شده است و در حدود 20 کیلومتری شهر ازنا قرار دارد. رودخانه مورد مطالعه کمندان نام دارد که از پیوستن دو شاخه عزیز آباد و کمندان تشکیل شده و پس از سیراب نمودن دشت به رودخانه ماربره از سرشاخه های دز می ریزد. این شاخه ها از دامنه های شمالی قتل اشتراکوه که غالباً در تمام طول سال دارای پوشش برفی می باشند سرچشمه می گیرند و کمندان بخشی از حوزه آبریز دز بشمار می رود. آبیگری از رودخانه کمندان بمنظور تأمین آب از رودخانه کمندان برای شهر الیگودرز و تأمین آب از این رودخانه برای مشروب نمودن بخشی از زمینهای کشاورزی منطقه می باشد. در مسیر رودخانه کمندان جهت آبیگری از رودخانه یک بند انحرافی تأسیس شده که بخشی از آب گرفته شده از رودخانه بعد از عبور از کالورت انتقال آب و سپس ته نشینی رسوبات آن در حوضچه رسوبگیر وارد خط انتقال آب شده و جهت آب شرب شهر الیگودرز استفاده می گردد و بخشی از آب رودخانه جهت سیراب نمودن اراضی کشاورزی منطقه مورد استفاده قرار می گیرد. شکل 1 به ترتیب نقشه جغرافیایی استان لرستان، منطقه مورد نظر و موقعیت حوضچه کمندان را نشان می دهد. شکل 2 مقاطع طولی و عرضی حوضچه را نشان می دهد. مشخصات حوضچه رسوبگیر آبیگر کمندان در جدول 1 آمده است.



شکل 1: موقعیت حوضچه رسوبگیر کمندان



شکل ۲: مقاطع طولی و عرضی حوضچه کمندان

جدول ۱: مشخصات حوضچه رسوبگیر آبگیر کمندان

عرض حوضچه	۳ متر
طول حوضچه	۴ حوضچه در امتداد هم، هر کدام به طول ۳۰ متر
حداکثر عمق جریان	۲/۲ متر
سرعت جریان (طراحی) در حوضچه	۰/۳ متر بر ثانیه

#### معادلات تجربی برآورد راندمان تله‌اندازی رسوب

در این تحقیق معادلات ریاضی مختلفی برای تخمین راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوبگیر کمندان به کار برده شد. به منظور ارزیابی این معادلات و این که کدام یک از آن‌ها در تخمین راندمان حوضچه رسوبگیر کمندان کارآمدتر می‌باشند، نتایج به دست آمده از حوضچه رسوبگیر آبگیر کمندان با استفاده از این روابط مورد مقایسه قرار گرفت. در این راستا از رسوبات وارده شده و خارج شده از حوضچه نمونه‌برداری انجام شد. این عمل برای دبی‌های مختلف انجام گرفته و راندمان حوضچه‌ها از رابطه زیر تعیین شد:

$$\eta = 1 - \frac{Q_{so}}{Q_{si}} \quad (1)$$

که در آن  $\eta$  راندمان تله اندازی،  $Q_{so}$  دبی رسوبات خروجی از حوضچه بر حسب  $(\frac{mg}{lit})$  و  $Q_{si}$  دبی رسوبات ورودی به حوضچه بر حسب  $(\frac{mg}{lit})$  می باشد. علاوه بر آن، عمق و سرعت جریان آب و دانه بندی رسوبات برای هر دبی تعیین و همراه با پارامترهای طول و عرض حوضچه به عنوان ورودی به هر کدام از معادلات تجربی طراحی حوضچه های رسوبگیر داده شده و راندمان حوضچه در هر حالت تعیین گردید. سرانجام راندمان های حاصل از این معادلات با راندمان اندازه گیری شده مقایسه و مورد ارزیابی قرار گرفتند تا معادله ای که مقادیر اندازه گیری شده را بهتر تخمین بزند مشخص شود.

معادلات تجربی مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از هیزن، USBR، انیشتین، کمپ، ساریکایا، ولکانف، سامر و گارده و رائگا که در ادامه شرح مختصری از آن ها آمده است. معادله هیزن به صورت زیر می باشد:

$$\eta = 1 - \left[ 1 + m \left( \frac{wA}{Q} \right) \right]^{-\frac{1}{m}} \quad (2)$$

که در آن  $m$  پارامتر بیانگر عملکرد حوضچه رسوبگیر از لحاظ رسوبگیری می باشد. برای حوضچه با عملکرد خوب  $m = 0$  و برای یک حوضچه با عملکرد ضعیف  $m = 1$  می باشد.  $A$  سطح حوضچه در پلان بر حسب مترمربع و  $Q$  دبی جریان ورودی به حوضچه بر حسب مترمکعب بر ثانیه می باشد. معادله USBR به صورت زیر می باشد:

$$\frac{m}{m_o} = \exp\left(\frac{-WL}{q}\right) \quad (3)$$

که در آن  $m$  وزن رسوبات در واحد حجم جریان که از حوضچه خارج می شود می باشد.  $m_o$  وزن رسوبات در واحد حجم جریان که در حوضچه ته نشین می شود، می باشد.  $Q$  دبی جریان در واحد عرض حوضچه،  $L$  طول حوضچه و  $W$  سرعت سقوط ذرات می باشد. معادله انیشتین به صورت زیر می باشد:

$$\eta = 1 - \exp\left(-1.055 \frac{wl}{vd}\right) \quad (4)$$

که در آن  $d$  عمق جریان آب،  $l$  طول حوضچه بر حسب متر،  $W$  سرعت ته نشینی ذرات رسوبی بر حسب متر بر ثانیه و  $v$  سرعت متوسط جریان بر حسب متر بر ثانیه می باشد. معادله کمپ به صورت زیر می باشد:

$$\eta = F\left(\frac{WA}{Q}, \frac{W}{V_*}\right) \quad \text{و} \quad V_* = \sqrt{gRS} \quad (5)$$

که در آن  $R$  شعاع هیدرولیکی و  $S$  شیب کف حوضچه می باشد. معادله ساریکایا به صورت زیر می باشد:

$$\eta = F\left(\frac{Wh}{2\varepsilon_o}, \frac{W}{W_{ox}}\right) \quad \text{و} \quad W_{ox} = \frac{Q}{BL} \quad (6)$$

که در آن  $\varepsilon_o$  متوسط ضریب پخش تلاطم در مقطع عمود بر جریان و  $h$  عمق جریان می باشد. همچنین معادله سامر به صورت زیر می باشد:

$$\eta = 1 - \exp\left(\frac{-\lambda Lu}{15uD}\right) \quad (7)$$

گارده و رانگا در سال 1989 به منظور تعیین مدلی برای محاسبه راندمان حوضچه های رسوبگیر آزمایشات متعددی را بر روی مدل فیزیکی حوضچه رسوبگیر انجام دادند. گارده و رانگا با استفاده از قوانین آنالیز ابعادی و آزمایشاتی که بر روی ذراتی به قطرهای 0/082 و 0/106 میلیمتر انجام دادند و همچنین با استفاده از داده های سینگ نتیجه گرفتند که راندمان حوضچه های رسوبگیر به پارامترهای بدون بعد  $l/D$  و  $W/u_*$  بستگی دارد. یعنی:

$$\eta = F\left(\frac{l}{D}, \frac{W}{u_*}\right) \quad (8)$$

مقادیر  $W/u_*$  برای همه داده ها محاسبه گردید آنگاه این داده ها در دامنه های مختلفی گروه بندی شدند و برای هر یک از گروهها منحنی راندمان در مقابل  $l/D$  رسم می گردد. برای دامنه های مختلف  $W/u_*$  رابطه مشخصی بین  $W/u_*$  و  $\eta$  مشاهده گردید. گارده و رانگا با استفاده از منحنی های مذکور رابطه جدیدی را برای طراحی حوضچه های رسوبگیر پیشنهاد کردند.

$$\eta = \eta_o \left(1 - \exp\left(\frac{-kl}{u_*}\right)\right) \quad (9)$$

که در آن  $\eta_o$  راندمان حد برای مقدار معینی از  $W/u_*$  زمانی که  $l/D$  خیلی بزرگ باشد، می باشد. همچنین  $K$  ضریب معادله می باشد. نمونه برداری در سه مرحله زمانی مختلف با دبی های مختلف در رودخانه کمندان و حوضچه رسوبگیر صورت گرفت. مرحله اول در تاریخ هفدهم اسفند ماه سال 1389، مرحله دوم در تاریخ اول اردیبهشت ماه سال 1390 و مرحله سوم در تاریخ سی و یکم اردیبهشت ماه سال 1390 صورت گرفت. نمونه برداری در تاریخهای فوق بدلیل بررسی میزان انتقال رسوبات در دبی های مختلف صورت گرفته است. دلیل انتخاب مقطع زمانی اردیبهشت ماه این است که مقدار رسوبات در آب بدلیل سیلاب ناشی از ذوب برف در این زمان بیشتر از سایر مقاطع زمانی است. جدول 2 غلظت ذرات مختلف بر حسب میلی گرم در 10 لیتر به ازای دبی های مختلف جریان ورودی به حوضچه را نشان می دهد. همچنین جدول 3 غلظت ذرات بزرگتر از 60 میکرون در جریان خروجی از حوضچه بر حسب میلی گرم در 10 لیتر به ازای دبی های مختلف جریان ورودی به حوضچه را نشان می دهد. (با توجه به این نکته که ذرات بزرگتر از 60 میکرون برای منحنی دانه بندی در نظر گرفته شده اند که صد درصد آن ها رسوبات قابل ته نشینی محسوب می شوند) نقاط نمونه برداری به این شرح انتخاب شد: یک نقطه

نمونه برداری در خروجی (انتهای) حوضچه و سه نقطه دیگر در داخل رودخانه کمندان درست در محل ورودی حوضچه، که در بر گیرنده عرض رودخانه است. نقاط نمونه برداری در مقطع عرضی رودخانه شامل نقطه وسط و نقاط یک سوم ساحل راست و چپ است. جدول 4 مقدار راندمان اندازه گیری شده به ازای دامنه تغییرات ذرات مختلف را نشان می دهد. همچنین شکل 1 مقدار راندمان اندازه گیری شده کلی حوضچه با روش مستقیم به ازای دبی های مختلف جریان ورودی را نشان می دهد.

جدول 2: غلظت ذرات مختلف در دبی های مورد آزمایش در ورودی حوضچه (میلی گرم در 10 لیتر)

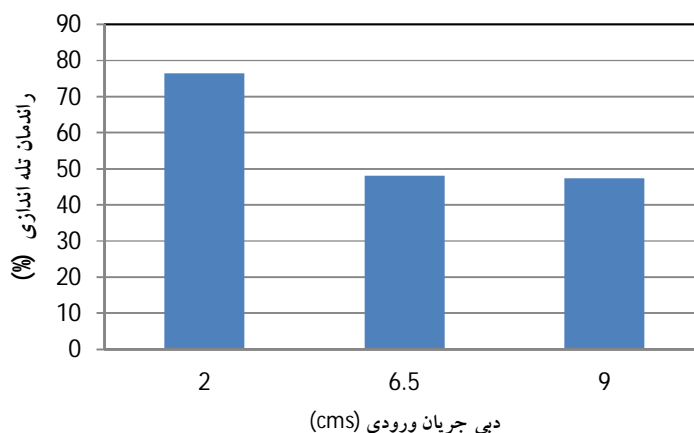
تاریخ نمونه برداری	دبی جریان ورودی	دمای آب (سانتیگراد)	قطر ذرات (mm)					
			<0/062	0/062-0/074	0/074-0/088	0/088-0/1	0/1-0/25	0/25-0/5
89/12/17	2	9	75	8	8	10	2	6
1390/1/2	6/5	12	164	10	20	10	7	7
90/2/31	9	14	433	13	21	13	8	7

جدول 3: غلظت ذرات بزرگتر از 60 میکرون در دبی های مورد آزمایش در خروجی حوضچه (میلی گرم در 10 لیتر)

تاریخ نمونه برداری	دبی جریان ورودی	دمای آب (سانتیگراد)	قطر ذرات (mm)				
			0/062-0/074	0/074-0/088	0/088-0/1	0/1-0/25	0/25-0/5
1389/12/17	2	9	3/5	2	2	0/5	-
1390/1/2	6/5	12	6	8	7	4	3
1390/2/31	9	14	10/5	11	5	3	2/5

جدول 4: درصد راندمان تله اندازی ذرات مختلف در دبی های برداشت شده

دبی جریان ورودی	قطر ذرات (mm)				
	0/062-0/074	0/074-0/088	0/088-0/1	0/1-0/25	0/25-0/5
2	56/25	75	80	75	100
6/5	40	60	45	52	57
9	19	47	41	12/5	56



شکل 4: مقدار راندمان تله‌اندازی کلی اندازه‌گیری شده با روش مستقیم به ازای جریان ورودی با دبی مختلف

#### نتایج ارزیابی مدل‌های ریاضی طراحی حوضچه رسوبگیر

بمنظور تخمین راندمان توسط هر کدام از مدل‌های حوضچه رسوبگیر باید پارامترهایی از حوضچه بعنوان ورودی به مدلها داده شود. این پارامترها عبارتند از: طول حوضچه، عرض حوضچه، عمق آب، سرعت جریان آب، توزیع دانه بندی ذرات ورودی به حوضچه و سرعت سقوط ذرات. در جدول (5) نتایج حاصل از این محاسبات ارائه شده اند. با توجه به نتایج بدست آمده از جداول (4) و (5) برای تعیین روشی که بهتر بتواند واقعیت را تخمین بزند از معیار ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) استفاده شد. این معیار بصورت زیر تعریف می شود:

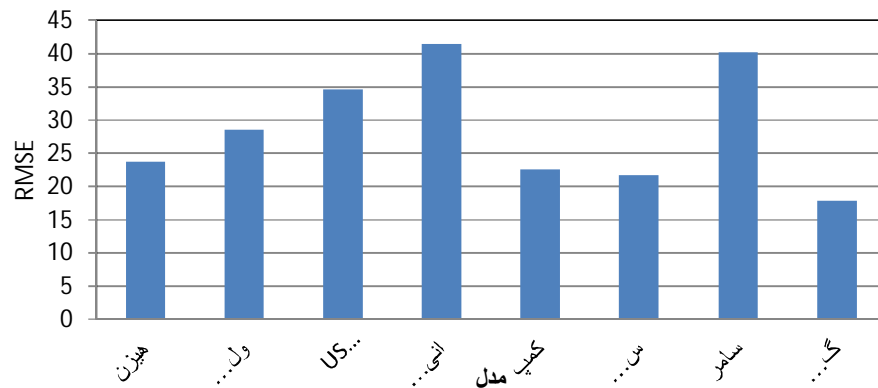
$$RMSE = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2}{N} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

که در آن RMSE جذر میانگین مربعات خطا،  $y_i$  راندمان به دست آمده از مدلها در هر آزمایش،  $x_i$  راندمان اندازه گیری شده در هر آزمایش و N تعداد آزمایشات می باشد. هر کدام از مدلها که مقدار RMSE کمتری داشته باشد، بهتر می تواند واقعیت را برآورد کند. شکل 2 مقدار RMSE بین راندمان محاسبه شده توسط هر مدل و راندمان اندازه‌گیری شده را نشان می دهد. همانطور که در این شکل مشاهده می‌گردد مقدار RMSE برای مدل‌های بررسی شده متفاوت می باشد. علت اختلاف در نتایج به دست آمده، ناشی از فرضیاتی است که در هر مدل مدنظر قرار گرفته شده است. کمترین مقدار RMSE برای مدل گارده و رانگا بوده است.



جدول 5: نتایج محاسبه راندمان تله اندازی مدل‌های ریاضی طراحی حوضچه رسوبگیر

دبی جریان ورودی $m^3 / s$	سرعت جریان (متر بر ثانیه) مربوط به رودخانه در ورودی حوضچه	هیزن	USBR	انیشتین کمپ	ساریکا یا	سامر	گارد و رانگا	ولکانف	مستقیم	
2	1/2	27/4	18/2	14/2	42/3	42/4	13/1	49/3	29/1	76/4
6/5	1/8	23/2	37	22/1	45/7	41/1	22	57/5	35/4	48/14
9	2/8	34/9	39/7	23/9	29/1	62	36/2	49/3	43/4	47/5



شکل 5: مقایسه مقادیر RMSE بین راندمان محاسبه شده توسط مدل‌های مختلف و راندمان اندازه‌گیری شده

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری نشان می‌دهد که راندمان‌های تله اندازی شده در دبی‌های بالاتر مقدار کمتری را نشان می‌دهد. می‌توان گفت علت آن این است که در دبی‌های بالا و سیلابی، رسوبات اعم از بار معلق و بار بستر افزایش پیدا کرده و همچنین تلاطم و سرعت بالای جریان باعث می‌شود که ذرات فرصت کمتری برای ته‌نشینی پیدا کرده و در نتیجه راندمان تله اندازی کاهش یابد. علاوه بر این راندمان تله اندازی در حوضچه کمندان با استفاده از مدل ریاضی گارده و رانگا به راندمان تله اندازی اندازه‌گیری شده نزدیک ترمی باشد. بنابراین مدل گارده و رانگا را می‌توان جهت برآورد راندمان تله اندازی رسوب در حوضچه کمندان به ازای شرایط مختلف جریان ورودی و غلظت مختلف رسوب به کار برد. پیشنهاد می‌شود در انجام تحقیقات تکمیلی از تعداد نمونه‌های بیشتری در زمان‌ها و دبی‌های متعددی استفاده گردد تا نتایج دقیقتر حاصل شود.

## منابع

- جعفرزاده، ا. (1371). روش‌های کنترل رسوب در شبکه‌های آبیاری و آبرسانی. تهران: انتشارات فرهنگ جامع، چاپ اول. ص. 45-54.
- شمسایی، ا. (1381). سیستم‌های انتقال آب. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف. ص. 67-76.
- پرهامی، ف. (1354). تئوری و آزمایش‌های مدلهای هیدرولیکی. تهران: انتشارات وزارت نیرو. ص. 87-98.
- مؤذن، ا. (1385). بررسی مبانی طراحی حوضچه رسوب‌گیر و صیله و راهکارهای احیاء آن. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ص. 56-66.
- آبشوری، ع. (1385). بررسی روند رسوب‌گذاری حوضچه ترسیب شبکه کانال‌های آبیاری کشت و صنعت امام خمینی (ره). پایان‌نامه کارشناسی ارشد سازه آبی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ص. 64-69.
- Pemberton, E.L. and J.M, Lara. (1971).** A procedure to Determine sediment Deposition in a settling Basin, Bureau of reclamation ,U.S. Department of the interior. 8 ,pp.865-876
- Vanoni , V.A. (1975).** sedimentation Eng, ASCE. Manuals and Reports on Eng practice , New York , No 54 , pp.582-583.
- Sarikaaya, H.Z.(1977).**Numerical model for discrete settling, Jour. Of Hydraulics Division, ASCE, vol.103:Hy 8 ,pp.865-876.
- HAZEN, A.(1904).**On sedimentation, trans ,ASCE, 3,pp.45-88.
- Rouse, H. (1949).** Engineering Hydraulics, Joha wiley New York. 8,pp. 1-91.
- Camp, T.R.(1946).**sedimentation and the design of settling tanks, trans. ASCE, 111,pp.895-936.
- Summer, MS.( 1977).** Settlement of solid particles in open-channel flow, jour of Hydraulics Division, 103 ,pp.1323-1337.
- Garde, R.J., and K.G. Range Raju. (1990).** Dising of Settling basins, Jour of Hydraulics Research, 28, pp. 1-91.
- Dorota Z Haman, A. and G.Smajstrla. (2003).** Settling Basins for Trickle Irrigation in Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 8 ,pp.865-876.
- Mansoujian, M.R., Rohani, A., Hedayat, N., Qamari, N. and Osroosh, M. (2010).** Sensitivity of the SHARC Model to Variations of Manning Coefficient and Effect of "n" on the Sediment Materials Entry into the Eastern Water intake- A Case in the Dez Diversion Weir in Iran, World Academy of Science, Engineering and Technology, 8 ,pp.755-776.