



# دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



## اثر تغییرات ضریب زبری روی دبی برداشتی در مسیرهای مختلف کانال اصلی آبیاری پایاب سد خداآفرین

بابک بابایی<sup>۱</sup>، مجید رئوف<sup>۲</sup>، بهمن کریمی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر،

۲- استاد یار گروه مهندسی آب، دانشگاه محقق اردبیلی،

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد،

eng.karimi.bahman@gmail.com

### چکیده:

از عوامل مهم در هیدرولیک کانالهای روباز ضریب زبری مانینگ می باشد زبری بستر بر دبی، سرعت، تنش برشی مرزی و بسیاری دیگر از پارامترهای هیدرولیکی تأثیر دارد بنابراین، شناخت دقیق این پارامتر جهت مدیریت آب کانال و طراحی بهینه کانالها ضروری است نظر به اینکه با گذر زمان به علت شرایط محیطی و طی بهره برداری هایی که از کانالهای بتنی روباز صورت می گیرد، ضریب زبری مانینگ افزایش می یابد، به همین دلیل بررسی تاثیر افزایش ضریب زبری در مقدار دبی برداشتی به وسیله آبیگرهای جانبی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این تحقیق قطعه شماره یک کانال اصلی خداآفرین که جهت آبیاری اراضی تحت پوشش خود می باشد مورد مطالعه قرار گرفته و تاثیرات افزایش ضریب زبری در عملکرد این کانال با استفاده از نرم افزار HEC-RAS بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که افزایش ضریب زبری منجر به افزایش عمق آب در مسیرهای ابتدایی کانال شده است که این امر موجب افزایش دبی تغذیه شده در بالادست کانال می شود که نهایتاً منجر به کاهش دبی تغذیه شده در پایین دست خواهد شد. به هر حال با توجه به شرایط بهره برداری و نحوه مدیریت دبی تغذیه شده توسط آبیگرهای جانبی پیشنهاد می گردد که ارتفاع بازشدگی آبیگرهای جانبی نسبت به عمق جریان آب کانال تنظیم گردد تا دبی تغذیه شده توسط آبیگرها در بالادست و پایین دست کانال به یک میزان باشد.

**واژه های کلیدی:** کانال، ضریب زبری، دبی برداشتی، آبیگرها، عمق جریان

### مقدمه و هدف:

در حقیقت یکی از مهمترین عوامل در طراحی کانال های روباز ظرفیت مورد نیاز کانال جهت انتقال آب است. در کانال های پوشش دار با توجه به کاهش ضریب زبری کانال، ظرفیت انتقال آن در مقایسه با مقطع مشابه یک کانال بدون پوشش بیشتر است. اما این مسئله در شرایطی است که عوامل مختلفی چون رسوب گذاری، فرسایش و رشد گیاهان در بستر کانال این مسئله را به مخاطره نیندازد، چرا در چنین شرایطی با افزایش زبری و پارامتر تعیین کننده آن، ظرفیت انتقال کانال کاهش می یابد. اما سوالات اساسی این است که: تغییرات ضریب زبری کانال در طول مدت بهره برداری به چه میزان است؟ میزان تاثیر عوامل مختلف در تغییرات ضریب زبری چگونه است؟ تغییرات ظرفیت انتقال آب کانال در طول مدت بهره برداری به چه میزان است و افزایش ضریب زبری بر کارایی و عملکرد کانال چه تاثیری می گذارد؟. تحقیقی در مورد عدم قطعیت در برآورد دبی جریان و حساسیت آن به ضریب زبری مانینگ، را در رودخانه رودان استان هرمزگان و رودخانه آرون و چایانگ در کشور نپال را مورد مطالعه قرار دادند و به منظور تعیین عدم قطعیت دبی جریان از رابطه مانینگ استفاده شد، که نتایج نشان داد عدم قطعیت کلی دبی جریان برابر ۰,۳۱ در رودخانه رودان، ۰,۲۴ در رودخانه آرون و ۰,۲۵ در رودخانه چایانگ است (واعظ تهرانی و سامانی، ۱۳۸۶). تحقیقی برای انتخاب صحیح ضریب زبری مانینگ در کانالهای روباز با توجه به مسائل بهره برداری و نگهداری شبکه های آبیاری را از طریق سرعت متوسط جریان به وسیله مولینه در شبکه آبیاری دز مطالعه را انجام دادند که ضریب زبری مانینگ در کانالهای بتنی بین ۰,۱۶ تا ۰,۲۹ متغیر شد که مقدار ۰,۱۸ با تعداد شش بار تکرار دارای بیشترین فراوانی در بین داده ها بود و با توجه به شرایط بهره برداری و نحوه مدیریت شبکه، ضریب زبری در کانالهای بتنی حداقل ۰,۱۸ در نظر گرفته شد (شکوهی فر و دهان زاده، ۱۳۸۸). مطالعه ای را در خصوص دقت شبیه سازی عددی روش تخمین شیب در کانالهای روباز با دیواره های قائم انجام دادند. روش تخمین شیب شامل انواع کانال با شیب های قائم می شود که آنالیز حساسیت با استفاده از روش تخمین شیب با زوایای مختلف انجام می شود و نتایج نشان داد که الگوریتم تخمین شیب نه توانایی حل ناپیوستگی را در سطح مشترک با دیوار قائم را دارد و نه سرعت متوسط



# دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴

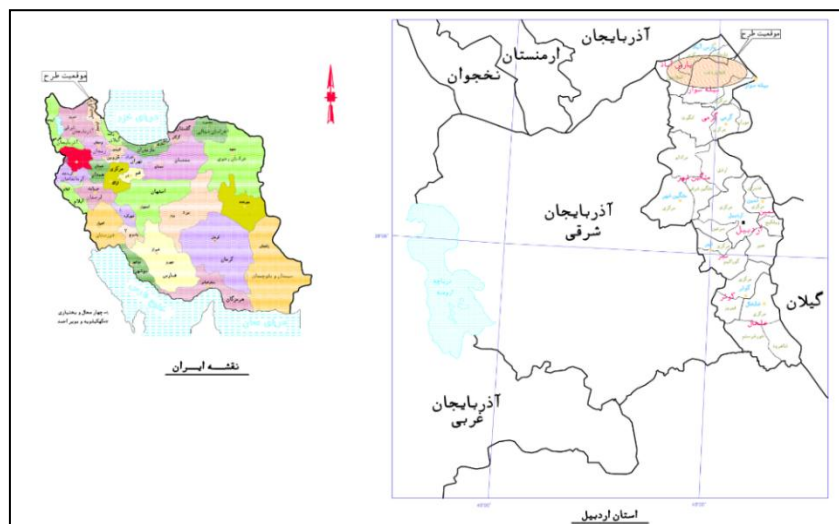
## دانشگاه محقق اردبیلی



در عمق و توزیع تنش برشی در جهات جانبی را با دقت محاسبه می کند (Da and et al, 2012). شبیه سازی کانالهای آبیاری را با کاربرد روش PID مورد تحقیق قرار دادند که یک مدل عددی برای شبیه سازی کانال آبیاری فرمول بندی شد که شامل فرمول بندی دریاچه های جانبی و دریاچه های عرضی با تنظیم کننده PID است مدل با یک کانال آبیاری واقعی تست شده و در یک بازه ۵ روزه از عملکرد دریاچه ها در داخل کانال اعتبار سنجی شده است که نتایج یک توافق خوب را بین اطلاعات اندازه گیری شده و شبیه سازی شده نشان می دهد ( Lacasta and et al, 2014 ). افزایش ضریب زبری مانینگ در طول مدت بهره برداری از کانال موجب تغییر عملکرد آبیگرهای جانبی و همچنین مشخصه های اصلی جریان در کانال خواهد شد، همچنین در اثر افزایش ضریب زبری مانینگ دبی انتقال یافته به پایین دست کانال در اثر افزایش برداشت آبیگرهای جانبی کاهش خواهد یافت. این مساله ضرورت انجام تحقیق در خصوص تغییرات ضریب زبری را در بهره برداری از کانالهای روباز را نشان می دهد. روش مورد استفاده در این پژوهش روش عددی مبتنی بر مدل سازی کامپیوتری با استفاده از نرم افزار HEC-RAS است که این نرم افزار قادر به حل جریان به صورت دائم و غیر دائم بوده و هندسه و مشخصات جریان در عبور از سازه های هیدرولیکی مختلف جانبی را محاسبه می نماید و همچنین رابطه زبری مانینگ جهت بررسی زبری بستر کانال مورد استفاده قرار گرفته است به علاوه جریان در کانال یکنواخت فرض شده است. هدف از پژوهش، بررسی اثر تغییرات ضریب زبری بر روی ظرفیت انتقال آب کانالهای پوشش دار بتنی می باشد که بررسی ها شامل برآورد عدد فرود، سرعت جریان، و دبی تغذیه شده از آبیگر های جانبی و نیز مقدار دبی جریان در پایین دست کانال می باشد.

### مواد و روش ها:

در این پژوهش کانال اصلی آبیاری پایاب سد خدآفرین برای مطالعه انتخاب شده است. روش کار به این شرح است که با افزایش ضریب زبری در کانال با استفاده از نرم افزار HEC-RAS میزان دبی برداشتی از آبیگرهای جانبی در طول کانال چه مقدار خواهد شد و همچنین میزان دبی کانال در پایین دست کانال با افزایش ضریب زبری چه مقدار تغییر خواهد کرد. محدوده شبکه آبیاری و زهکشی اراضی پایاب خدآفرین بین عرض شمالی ۳۹ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۳۵ دقیقه و طول شرقی ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه واقع شده است.



شکل ۱- موقعیت و محدوده طرح شبکه آبیاری و زهکشی اراضی پایاب سد خدآفرین

محدوده مورد مطالعه در پژوهش از ۱+۴۳۰ کیلومتر کانال در استان اردبیل که طول آن در حدود پانزده کیلومتر است که شامل سازه های متعددی اعم از آبیگرها، دریاچه های تنظیم کننده، پل ها و کالورت هایی است که از زیر کانال عبور می کنند. با این اوصاف در مدل HEC-RAS آبیگرهای جانبی کانال به تعداد ۱۶ که در سمت چپ یا راست کانال قرار دارند مدل شده است. همچنین دو دریاچه تنظیم کننده آمیل نیز در مسیر کانال وجود دارند که مدل شده اند.



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



جدول ۱- مشخصات تعدادی از آبگیرهای موجود در مسیر کانال

عرض دریاچه	ارتفاع دریاچه	ارتفاع لبه کانال	رقوم کف دریاچه	رقوم کف کانال	کیلومتر در مدل	موقعیت	کیلومتر از
1.67	1	2	231/54	227/85	14+505	R	2+265
0/55	0/56	2	230/72	227/46	12+675	L	4+095
0/48	0/435	2	230/89	227/38	11+970	R	4+800
۰/۴۸	۴۳۵/۰	۲	۸۴/۲۳۰	۳۱/۲۲۷	۱۱+۲۱۵	L	۵+۵۵۵۵
1.36	1	2	230/81	227/18	9+820	L	6+950
0/74	0/685	2	229/81	226/56	5+790	L	10+980
1.74	1.45	2	229/46	226/44	4+520	R	12+250
3.26	0/9	2	229/95	226/36	3+730	L	13+040

سناریوهای در نظر گرفته شده و تحلیل های انجام شده در مدل HEC-RAS به این صورت می باشد که، ابتدا کانال خدآفرین با سازه های موجود و دبی حداکثر ظرفیت معادل ۶۰ مترمکعب بر ثانیه تحلیل شده است. در این آنالیز ضریب زبری مانینگ در هنگام طراحی معادل ۰/۰۱۴ فرض شده است، با توجه به اینکه دریاچه های تنظیم کننده از نوع خودکار هیدرولیکی آمیل هستند، این دریاچه ها با بهینه کردن رقم آب در بالادست دریاچه مدل شده اند. همچنین در شرایط تغییرات ضریب زبری مانینگ از ضریب زبری طراحی، برای ضرایب زبری در حالت A۱ برابر ۰/۰۱۴، در حالت A۲ برابر ۰/۰۱۵، در حالت A۳ برابر ۰/۰۱۶، در حالت A۴ برابر ۰/۰۱۷، در حالت A۵ برابر ۰/۰۱۸ و در حالت A۶ با توجه به رسوب گذاری که در محدوده اولیه کانال صورت گرفته، محدوده اولیه کانال ۰/۰۲۵ و ادامه کانال ۰/۰۱۸ در نظر گرفته شده است که جریان در کانال مدل شده و نتایج آن ارائه شده اند.

### نتایج:

در تمامی حالات دریاچه ها از نوع آمیل مطابق آنچه در عمل اجرا شده است در نظر گرفته شده اند مشخصات دریاچه ها به صورت جدول شماره ۲ می باشد. در این حالات رقم بالادست دریاچه ها مطابق آنچه در این جدول ذکر شده بهینه شده اند.

جدول ۲- مشخصات دریاچه های تنظیم خودکار هیدرولیکی (آمیل) در کیلومترهای مختلف کانال

موقعیت دریاچه تنظیم خودکار (کیلومتر)	تعداد دریاچه ها	عرض هر دریاچه (متر)	ارتفاع هر دریاچه (متر)	رقوم آب تنظیم شده در بالادست دریاچه (متر از سطح دریا)
2+487	3	7/0	3/45	232/4
7+415	3	7/0	3/45	231/3

خلاصه ای از مقادیر پارامتر های هیدرولیکی جریان در کیلومترهای مختلف کانال به صورت جدول شماره ۳ نشان داده می شود.

جدول ۳- خلاصه مقادیر پارامترهای هیدرولیکی جریان را در کیلومترهای مختلف کانال در حالت A1

Station	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Depth (m)	E.G. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude
1+430	60	227/93	232/33	4/4	232/39	1/08	55/39	0/2
2+486	58/25	228/62	232/29	3/67	232/31	0/67	87/19	0/11
2+504	58/25	229/4	231/61	2/21	231/68	1/11	52/67	0/24
2+550	58/25	227/62	231/6	3/98	231/67	1/22	47/67	0/24
6+160	56/01	227/25	231/28	4/03	231/35	1/16	48/44	0/23



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



7+370	54/74	227/13	231/25	4/12	231/25	1/11	49/23	0/22
7+404	54/74	228/71	230/97	2/26	230/8	1/14	48/18	0/25
7+450	54/74	226/92	230/95	4/03	230/8	1/23	44/46	0/25
10+980	51/3	226/56	230/53	3/97	230/45	1/14	44/86	0/23
12+255	48/59	226/44	230/39	3/95	230/35	1/07	45/33	0/21
16+760	47/78	225/89	230	4/11	230/05	0/96	49/55	0/19

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول شماره ۳، عدد فرود در کیلومترهای مختلف در حالت A۱ بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۵، در حالت A۲ بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۴، در حالت A۳ بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۳، در حالت A۴ بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۲، در حالت A۵ بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۲ تغییر می نماید. و همچنین سرعت جریان در حالت A۱ ما بین ۰/۶۷ تا ۱/۲۳ متر بر ثانیه، در حالت A۲ ما بین ۰/۶۶ تا ۱/۲۱ متر بر ثانیه، در حالت A۳ ما بین ۰/۶۶ تا ۱/۱۷ متر بر ثانیه، در حالت A۴ ما بین ۰/۶۵ تا ۱/۱۶ متر بر ثانیه، در حالت A۵ ما بین ۰/۶۵ تا ۱/۱۳ متر بر ثانیه تغییر می کند. مقایسه این رقوم ها با هم در بخش های بالادست در پیچه های آمیل با توجه به ارتفاع ثابت طراحی در پیچه ها، تغییر خاصی در سرعت و عدد فرود و عمق جریان به وجود نمی آید، اما در سایر قسمت ها با افزایش ضریب زبری، سرعت جریان و عدد فرود کاهش و عمق جریان افزایش می یابد.

مطابق با نتایج ارائه شده در جدول شماره ۳، ابتدای جریان دبی کانال مطابق دبی طراحی ۶۰ متر مکعب بر ثانیه است که با تغذیه آبیگرهای جانبی در انتها دبی جریان به ۴۷/۷۸ متر مکعب در ثانیه می رسد. البته این در شرایطی است که همه آبیگرهای جانبی با حداکثر ظرفیت خود آبیگری نمایند و در پیچه های آنها به طور کامل باز باشد. در حالت دوم که ضریب زبری ۰/۱۵ می باشد دبی کانال مطابق دبی طراحی ۶۰ متر مکعب می باشد که با تغذیه آبیگرهای جانبی در انتها دبی جریان به ۴۷/۱ متر مکعب بر ثانیه می رسد و این در شرایطی است که همه آبیگرهای جانبی با حداکثر ظرفیت خود آبیگری نمایند. به این ترتیب ۱۲/۹ متر مکعب بر ثانیه از دبی کانال اصلی به آبیگرهای جانبی تغذیه می شود، این مقدار در مقایسه با حالت A۱ به ضریب زبری ۰/۱۴، که ۱۲/۲۲ متر مکعب بر ثانیه بوده است، بیشتر است.

با توجه به عملیاتی که در حالت A۱ و A۲ انجام شد همان عملیات توسط نرم افزار HEC-RAS در حالت A۳، A۴ و A۵ نیز انجام شد که دبی کانال مطابق دبی طراحی با ۶۰ متر مکعب بر ثانیه با تغذیه آبیگرهای جانبی در انتها، دبی جریان در حالت A۳ به ۴۵/۶۷، در حالت A۴ به ۴۵/۲۱ و در حالت A۵ به ۴۴/۱۹ متر مکعب بر ثانیه کاهش پیدا کرد. مقایسه این مقادیر، تاثیرات افزایش ضریب زبری را نشان می دهد که هر چه ضریب زبری افزایش می یابد سرعت جریان کاهش می یابد و رقوم سطح آب در بالادست کانال افزایش می یابد و این امر باعث می شود که دبی برداشتی از آبیگرهای جانبی افزایش یابد و به همین دلیل دبی جریان در پایین دست کانال به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. نتایج آنالیز مدل در حالت A۶ با ضریب زبری ۰/۱۸ و در حالتی انجام شده است که محدوده ابتدای کانال حد فاصل ۱+۴۳۰ و در پیچه تنظیم کننده کیلومتر ۲+۴۸۷ دچار رسوب شده است، در این شرایط برای محدوده رسوب ضریب زبری مانینگ ۰/۰۲۵ در نظر گرفته شده است. جدول مقادیر پارامترهای هیدرولیکی جریان را در کیلومترهای مختلف کانال به صورت خلاصه نشان داده شده است.

جدول ۴- خلاصه مقادیر پارامترهای هیدرولیکی جریان را در کیلومترهای مختلف کانال در حالت A6

Station	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Depth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Froude
	(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	
1+430	60	228/23	232/5	4/27	232/56	1/24	54/62	0/19
2+486	57/9	228/62	232/36	3/74	232/38	0/65	88/99	0/11
2+504	57/9	229/4	231/85	2/45	231/9	1	58/19	0/2
2+550	57/9	227/62	231/83	4/21	231/89	1/12	51/93	0/21
4+810	55/7	227/39	231/55	4/16	231/61	1/1	50/94	0/21
6+16	54/9	227/25	231/39	4/14	231/45	1/09	50/46	0/21
7+370	52/9	227/13	231/25	4/12	231/31	1/05	50/5	0/2



دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و  
محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴  
دانشگاه محقق اردبیلی



7+404	52/9	228/71	230/97	2/26	231/02	0/99	53/73	0/21
7+450	52/9	226/92	230/95	4/03	231/01	1/09	48/59	0/21
10+980	48/8	226/56	230/53	3/97	230/58	1/03	47/29	0/2
12+255	45/4	226/44	230/39	3/95	230/44	0/96	47/18	0/19
16+760	44/1	225/89	230	4/11	230/04	0/89	49/55	0/17

مطابق با نتایج ارائه شده در جدول شماره ۴، عدد فرود جریان در کیلومترهای مختلف کانال بین ۰/۱۱ تا ۰/۲۲ متغیر است. همچنین سرعت جریان مابین ۰/۶۵ تا ۱/۳۳ متر بر ثانیه تغییر می‌کند. مقایسه این مقادیر با مقادیر مربوط به حالت A5 نشان می‌دهد که اگرچه در این حالت نسبت به حالت A5 رقوم کف کانال قبل از دریاچه آمیل به علت رسوب‌گذاری بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر بالاتر آمده است، اما به دلیل نحوه عملکرد دریاچه آمیل تغییری در رقوم جریان به وجود نیامده است. این موضوع باعث شده در اثر کاهش سطح مقطع جریان، سرعت متوسط جریان افزایش یابد. به این ترتیب مشخصات جریان در این قسمت‌ها مشابه حالت A5 است.

### بحث و نتیجه‌گیری:

۱- با افزایش ضریب زبری مانینگ در حالت‌های A1 تا A5، در قسمت‌هایی که عمق جریان تحت تاثیر دریاچه‌های تنظیم‌کننده نیست، به طور کلی سرعت و عدد فرود جریان کاهش و عمق جریان افزایش یافته است. بیشینه سرعت در جریان از مقدار ۱/۲۳ متر بر ثانیه در حالت A1 تا ۱/۱۳ متر بر ثانیه در حالت A5 تغییر یافته است که این بیشینه در همه حالت‌ها در یک نقطه اتفاق نیفتاده است. به عنوان مثال سرعت ۱/۲۳ متر بر ثانیه در حالت A1 در ۷+۴۵۰ رخ داده که سرعت جریان در حالت A5 در این محل ۱/۰۹ متر بر ثانیه است. به عبارت دیگر با تغییر ضریب زبری مانینگ علاوه بر تغییر سرعت جریان، موقعیت رخ دادن بیشینه سرعت در کانال نیز تغییر خواهد کرد.

۲- نظر به اینکه افزایش ضریب زبری مانینگ در طول سالیان متمادی و طی بهره‌برداری از کانال اتفاق می‌افتد دبی برداشتی از دریاچه‌های بالادست به علت افزایش مقاومت سطح کانال در برابر حرکت جریان (به علت افزایش زبری کانال) افزایش می‌یابد و در نتیجه دبی انتقال یافته به پایین دست دچار کاهش می‌گردد. این مسئله به خوبی در نتایج تحلیل‌های ارائه شده نمایان است. به طور مثال چنانچه ضریب زبری ۰/۱۴ در نظر گرفته شود و در ابتدای دبی ۶۰ مترمکعب بر ثانیه وارد کانال گردد در کیلومترهای ۱۶+۷۶۰ دبی عبوری از کانال ۴۷/۷۸ مترمکعب در ثانیه بوده و در حالی که با ضریب زبری ۰/۱۸ و همان دبی ورودی ۶۰ مترمکعب بر ثانیه در ابتدای کانال، مقدار دبی عبوری در انتهای کانال ۴۴/۱۹ مترمکعب در ثانیه خواهد بود که نشان می‌دهد ۳/۵۹ مترمکعب در ثانیه فقط در اثر افزایش ضریب زبری و در اثر بهره‌برداری از کانال از خروجی‌های بالادست به صورت مازاد خارج شده است. به این ترتیب جهت تخصیص درست آب در هر سال از هر دریاچه لازم است تخمین دقیقی از ضریب زبری صورت گرفته سپس ضریب زبری مربوطه وارد نرم افزار شده و میزان باز شدگی دریاچه در هر سال متناسب با وضعیت سطح کانال (زبری کانال) محاسبه گردد تا دریاچه‌های بالادست بیشتر از مقدار محاسبه شده آب برداشت نمایند.

مطالب ذکر شده فقط جهت تغییر در ۰/۰۴ در ضریب زبری مانینگ می‌باشد که منجر به تغییر تقریباً ۳/۵۹ مترمکعب در ثانیه دبی شده است چنانچه تغییرات ضریب زبری بیشتر گردد به طور یقین دریافت آب از دریاچه‌های بالادست به مراتب بیشتر از میزان طراحی بوده که خود باعث می‌گردد به ناچار دبی رسیده به پایین دست کانال کاهش یابد و علت آن می‌تواند به نوعی پس زدگی آب در کانال به علت افزایش ضریب زبری باشد.

### پیشنهادات:

۱- با توجه به اهمیت عملیات بهره‌برداری و نگهداری در طول عمر مفید کانال و شیوه این عملیات، به خصوص امر نگهداری که تاثیر قابل توجهی در تغییرات ضریب زبری مانینگ دارد، لازم است انجام آن به طور جدی مدنظر قرار گیرد. به عنوان مثال در اثر رسوبگذاری در کف کانال ضریب زبری به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد، از این رو لازم است عملیات لایروبی با توجه به میزان رسوبگذاری هر چند سال





## دومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۳ و ۱۴ اسفند ۱۳۹۴ دانشگاه محقق اردبیلی



یک بارانجام شود، انجام صحیح عملیات بهره‌برداری و نگهداری باعث می‌شود در طول عمر مفید کانال، ضریب زبری مانینگ به میزان کمتری دستخوش تغییر گردد.

۲- پیشنهاد می‌شود طراحان دستورالعمل بهره‌برداری از کانال را بر اساس میزان تغییرات ضریب زبری در طول عمر مفید و ارائه نمودارهایی در این خصوص تهیه نمایند که در آنها نحوه بهره‌برداری از سازه‌هایی چون دریچه آبیگرهای جانبی و دریچه‌های تنظیم‌کننده به ازای مقادیر ضریب زبری مانینگ در طول مدت بهره‌برداری مشخص شده باشد.

۳- با توجه به تغییرات سالانه ضریب زبری و افزایش آن نیاز است هر سال مدیریت جدید و ضرایب جدیدی جهت تخصیص آب به کشاورزان در نظر گرفته شود تا کشاورزان به نسبت تعیین شده در بالادست و پایین دست آب دریافت نمایند.

### منابع:

- ابریشمی، ج. حسینی، م. (۱۳۸۲). هیدرولیک کانال‌های باز. انتشارات قدس رضوی.
- دانشفرز، ر. دهقان، ر. منازاده، م. (۱۳۹۱). تاثیر ضریب زبری مانینگ در رفتار هیدرولیکی جریان (مطالعه موردی روخانه نوز)
- شریفی منش، و. ابولقاسمی، م. (۱۳۷۸). راهنمای استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS. مرکز تحقیقات آب.
- شکوهی فرغ، دهان‌زاده، ب. (۱۳۸۸). انتخاب صحیح ضریب زبری مانینگ در کانال‌های روباز با توجه به مسائل بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی؛ سومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تاسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی.
- محمودیان شوشتری، م. (۱۳۸۵). اصول جریان در کانال‌های باز. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- واعظ تهرانی، م. محمدولی سامانی، ج. (۱۳۸۶). عدم قطعیت در برآورد دبی جریان و حساسیت آن به ضریب زبری مانینگ، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران.
- Da, L. Lian-xiaa, L. Hua-shenga, L. & Ben-shengb, Huang. (2012). Study on the Accuracy of Numerical Simulation of Slope Approximation Method in Open-Channel with Vertical Wall, International Conference on Modern Hydraulic Engineering.
- Lacasta, A. Morales-Hernandez, M.Brufau, P. & Garcia-Navarro, V. (2014). Simulation of PID control applied to irrigation channels. 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry.