

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

مطالعه آزمایشگاهی تاثیر اندازه ذرات

رسوبی بر سرعت برشی

سیاوش فتح الهی^{۱*}، شیرین اسماعیل لو^۲، دانیال میرشاهی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه لرستان، fattollahisiavash@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه ارومیه، shirin_smaellou@yahoo.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب دانشگاه لرستان، danial.mirshahi@yahoo.com

چکیده

در بررسی و تحلیل هیدرولیکی آبراهه ها، تعیین مقاومت جریان امری ضروری است. مهمترین مسئله در بکارگیری روابط مقاومت جریان تعیین ضرائب زبری این روابط می باشد. سرعت برشی یک عامل تعیین کننده در پیش بینی ضریب زبری است. در این تحقیق با استفاده از ۴ نوع ذرات درشت دانه طبیعی نسبتاً گرد گوشه، سرعت برشی جریان برای شرایط هیدرولیکی مختلف در فلومی به طول ۸ متر و عرض ۲۰ سانتیمتر و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر با شیب کف ثابت ۰/۰۰۵ تعیین شد. با توجه به منحنی های رسم شده روابط بین پارامتر رینولدز برشی Re^* و نسبت سرعت متوسط جریان به سرعت برشی (V/U^*) برای هر دانه بندی استخراج شد. نتایج نشان می دهد که با افزایش اندازه ذرات بستر ضریب زبری افزایش و مقدار عددی V/U^* کاهش می یابد. همچنین در همه دانه بندی ها با افزایش عدد رینولدز برشی، مقدار عددی نسبت V/U^* نیز افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: ضریب مقاومت جریان، سرعت برشی جریان، عدد رینولدز مرزی

مقدمه

برای محاسبه دبی، سرعت و عمق جریان در کانالهای طبیعی و نیز برآورد سیل و رسوب ارزیابی مقاومت جریان مهم و ضروری است. برای تعیین مقاومت جریان در مجاری روباز از روابط مانینگ، شزی و دارسی-ویسباخ استفاده می شود که در این روابط پارامترهایی چون ضریب زبری مانینگ (n)، ضریب زبری شزی (C) و ضریب دارسی-ویسباخ (f) وجود دارد. هر سه این ضرائب به نوعی ضریب مقاومت جریان هستند که

در معادلات حاکم بر جریان در رودخانه ها کاربرد فراوانی دارند. در حقیقت تخمین درست این ضرائب می تواند به برآورد دقیقتر شرایط جریان کمک کند. در تمام مدل‌های رایانه ای که امروزه برای برآورد شرایط جریان نظیر عمق، سرعت، تنش برشی و ... در رودخانه ها استفاده می شود، دانستن یکی از سه ضریب مذکور ضروری است.

سه رابطه مذکور که ارتباط بین سرعت متوسط جریان (V) و ضرائب مقاومتی، هندسی و هیدرولیکی آبراهه را بیان می کنند به فرم زیر می باشند. [1]

$$V = \frac{K_n}{n} R^{\frac{2}{3}} S_f^{\frac{1}{2}} \quad (\text{مانینگ}) \quad (1)$$

$$V = \sqrt{\frac{8g}{f}} \sqrt{RS_f} \quad (\text{دارسی-ویسباخ}) \quad (2)$$

$$V = C \sqrt{RS_f} \quad (\text{شزی}) \quad (3)$$

که در آنها:

C, f, n به ترتیب ضرائب مانینگ، دارسی-ویسباخ و شزی، V = سرعت متوسط جریان $[L/T]$ ، R = شعاع هیدرولیکی $[L]$ ، S_f = شیب خط انرژی که در جریان یکنواخت برابر شیب بستر کانال است، g = شتاب ثقل $[L/T^2]$ و K_n ضریبی است که در سیستم SI مقدار آن یک و در سیستم انگلیسی مقدار آن $1/486$ می باشد.

ضرائب مقاومت در معادله های ۱ تا ۳ به صورت زیر با هم ارتباط دارند [1]:

$$\sqrt{\frac{f}{8}} = \frac{n}{R^{1/6} K_n} = \frac{\sqrt{g}}{C} = \frac{\sqrt{gRS_f}}{V} \quad (4)$$

بر اساس تئوری لایه مرزی مقاومت جریان برای بسترهای زیر از رابطه کلی زیر تعیین می شود [2]:

$$\sqrt{\frac{8}{f}} = 2.5 \ln \frac{y}{K_s} + A \quad (5)$$

که در آن f = ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ، y = عمق جریان، K_s = اندازه زبری بستر و A = ضریب ثابت

از طرفی رابطه بین ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ و سرعت برشی جریان بصورت زیر می باشد:

$$\sqrt{\frac{8}{f}} = \frac{V}{U^*} \quad (6)$$

با استفاده از رابطه (۶) رابطه (۵) بصورت زیر تبدیل می شود [2]:

$$\sqrt{\frac{8}{f}} = \frac{V}{U^*} = 2.5 \ln \frac{y}{K_s} + A \quad (7)$$

ساجدی و همکاران (۱۳۸۴) تاثیر آرایش پوشش گیاهی بر سرعت برشی جریان را در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. آنها برای شبیه سازی پوشش درختی در کناره رودخانه ابتدا در یک طرف کناره کانال، سطح شیب‌داری با شیب ۳:۱ و به طول ۵ متر ایجاد کردند. میله های فلزی با قطر و ارتفاع و فواصل مشخص بر

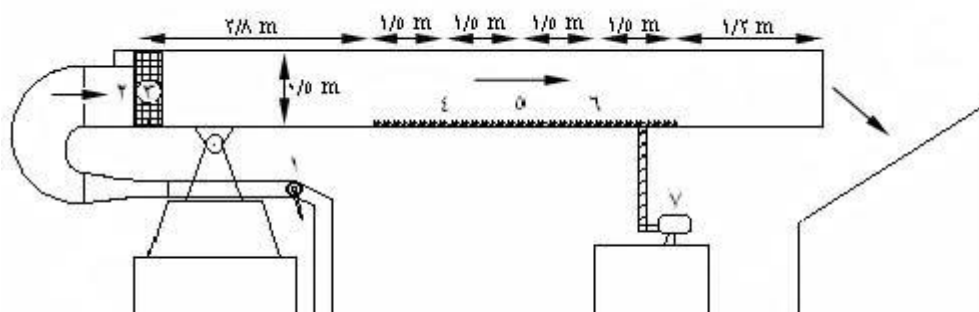
روی کناره ایجاد شده نصب شد تا شاخص ساقه‌ی درخت در کناره رودخانه باشند. آنها از آرایش شطرنجی و ضربدری استفاده کردند به گونه‌ای که تعداد میله‌های نصب شده در دو آرایش مختلف و تراکم یکسان، ثابت بود فقط تعداد ردیف در آرایش ضربدری دو برابر آرایش شطرنجی بود. دبی‌های مورد استفاده در آزمایش‌ها ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ لیتر بر ثانیه بودند. آنها به این نتیجه رسیدند که افزایش تراکم پوشش گیاهی موجب کاهش مقدار V/U^* و در نتیجه افزایش زبری کانال شده است. در کلیه‌ی حالات با افزایش عدد رینولدز برشی (Re^*)، مقدار عددی نسبت V/U^* نیز افزایش یافته و به عبارتی مقدار ضریب زبری کاهش می‌یابد و مقدار ضریب زبری با اختلاف کمی، به ترتیب در حالات بدون پوشش گیاهی، آرایش شطرنجی و آرایش ضربدری افزایش می‌یابد.

مسعودیه (۱۳۸۴) ضریب زبری در کانالی با پوشش گیاهی در دیواره‌ها را برآورد کرد. وی تحقیق خود را بر روی یک کانال آبرسان طبیعی انجام داد به گونه‌ای که عمق آب و عرض کانال در طول مسیر متغیر بوده و به ترتیب بین ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر و ۱ تا ۱/۵ متر نوسان داشت. نوع پوشش گیاهی بر روی دیواره‌ها پونه کوهی بود. وی برای انجام تحقیق خود دو بازه ۱۵ متری از کانال فوق‌الذکر را انتخاب و در هر بازه ۳ مقطع در فواصل ۴، ۸ و ۱۲ متری از ابتدای بازه را در نظر گرفت تا عملیات داده برداری در این ۶ مقطع صورت گیرد. پس از انجام عملیات داده برداری سرعت برشی را از دو روش مشخصات لایه مرزی و معادله سن و نانت محاسبه کرد. بررسی نتایج حاصل از این دو روش نشان داد که این دو روش در برآورد سرعت برشی اختلاف زیادی با یکدیگر دارند و مقادیر ضریب زبری حاصل از معادله سن و نانت به مراتب بیشتر از روش مشخصات لایه مرزی می‌باشند چون روش مشخصات لایه مرزی از اصول مکانیک سیالات به دست آمده و ساختار جریان را در نظر می‌گیرد نسبت به معادله ساده شده سن و نانت که به مشخصات کلی جریان وابسته می‌باشد، برآورد مناسبتری از سرعت برشی ارائه می‌دهد. همچنین کاربرد معادله سن و نانت برای کانال‌های طبیعی به دلیل خطای قابل توجه در اندازه‌گیری شیب کانال و تغییرات عمق جریان قابل توصیه نیست.

ابراهیمی (۱۳۸۷) زبری در پوشش‌های گیاهی رودخانه‌ای و کاربرد آن در مدل‌های ریاضی را شبیه‌سازی کرد. وی آزمایشاتش را در یک فلوم به طول ۱۴ متر، عرض و ارتفاع ۰/۶ متر و شیب کف متغیر انجام داد. پوشش‌های گیاهی شاخه‌ای، چمنی و مخلوط از نوع مصنوعی بوده و با تراکم ۲۸، ۵۰ و ۱۰۰ درصد در کف کانال در فواصل مشخص نصب گردید. آزمایشات در تراکم‌های فوق‌الذکر (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ لیتر در ثانیه) و پنج شیب ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ در هزار انجام شد. در تمامی حالات پوشش گیاهی در کف فلوم مستغرق بود. وی در تحقیق خود به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم پوشش گیاهی زبری کانال و سرعت برشی جریان افزوده شده و با افزایش سرعت و عمق جریان ضریب زبری مانینگ کاهش می‌یابد ولی سرعت برشی جریان افزایش می‌یابد و به دلیل اینکه مقدار سرعت برشی جریان به نسبت سرعت جریان افزایش نمی‌یابد پس با اضافه شدن سرعت مقدار U^*/V کاهش می‌یابد که در چنین حالتی به دلیل کاهش نسبی U^*/V مقدار ضریب زبری مانینگ با اضافه شدن سرعت و جریان گرا شدن زبری کاهش می‌یابد.

مواد و روشها

به منظور رسیده به اهداف این تحقیق، آزمایشات متعددی در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و در فلومی به طول ۸ متر، عرض ۲۰ سانتیمتر، عمق ۶۰ سانتیمتر و شیب ۰/۰۰۵ انجام گردید. در ابتدای فلوم ۲۰ سانتی متری سه صفحه مشبک جهت مستهلک کردن انرژی جنبشی آب و از بین بردن شتاب جریان، قرار داده شد، که جریان پس از عبور از این صفحات با طی یک مسافت تقریباً ۲/۸ متر به ابتدای سطح زبر قرار داده شده در بستر می رسید. طول بستر زبر در تمام آزمایشات ثابت و برابر ۶ متر بود. جریان پس از عبور از روی بستر زبر با طی مسافت ۱/۲ متر به انتهای فلوم می رسید. در شکل شماره (۱) نمای جانبی فلوم ۲۰ سانتی متری و تجهیزات آن و محل قرارگیری رسوبات بستر نشان داده شده است.



شکل (۱): فلوم ۲۰ سانتیمتری و محل قرارگیری رسوبات بستر

- ۱- شیر فلکه تنظیم دبی ورودی، ۲- ورودی فلوم، ۳- صفحات مشبک ابتدای فلوم، ۴- مقطع شماره ۱، ۵- مقطع شماره ۲، ۶- مقطع شماره ۳، ۷- دستگاه مکانیکی تغییر شیب فلوم

روش انجام آزمایشها بدین نحو بود که ابتدا شیب فلوم در حد مورد نظر (۰/۰۰۵) تنظیم سپس مصالح زبر یکنواخت در بازه ۶ متری میانی فلوم قرار گرفته و آنگاه اقدام به روشن کردن پمپ و افزایش دبی ورودی تا حد مورد نظربه فلوم توسط شیر ورودی می گردید. پس از اطمینان از برقرای دبی مورد نظر و ثابت بودن شرایط جریان پارامترهای مختلف جریان، اندازه گیری می گردید. رقوم سطح آب در طول فلوم بخصوص بر روی بستر زبر در سیزده نقطه توسط رقوم سنج با دقت یک دهم میلیمتر، سرعت جریان در سه مقطع (به ترتیب ۱/۵ متر، ۳ متر و ۴/۵ متر از ابتدای بستر زبر) و در هر مقطع در اعماق مختلف توسط دستگاه میکرومولینه با دقت ۰/۰۱ سانتیمتر بر ثانیه اندازه گیری شد.

در این مطالعه چهار نوع مصالح درشت دانه با دانه بندی یکنواخت ($\sigma < 1/3$) بعنوان مصالح زبر استفاده گردید. مشخصات دانه بندی مصالح بستر در جدول شماره (۱) آمده است.

جدول (۱) مشخصات دانه بندی مصالح آزمایش

طبیعی	D_{50} بر حسب میلیمتر
A_1	۱۰
A_2	۱۵
A_3	۲۱
A_4	۲۸

محاسبات

برای محاسبه افت اصطکاکی (f) از رابطه دارسی- ویسباخ (رابطه ۲) استفاده می شود. بدین ترتیب که ابتدا مقدار شیب خط انرژی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$S_f = S_0 + S_E \quad (۸)$$

که در آن:

S_0 شیب کف کانال می باشد و مقدار آن مشخص است. ($S_0 = 0.0005$) مقدار S_E با توجه به رابطه‌ی زیر و مشخص بودن عمق و سرعت متوسط در مقاطع ۱ و ۳ به ازاء هر دبی معین، قابل محاسبه است.

$$S_E = \frac{(Y_1 + \frac{V_1^2}{2g}) - (Y_3 + \frac{V_3^2}{2g})}{\Delta X} \quad (۹)$$

که در آن: $Y_1 =$ عمق جریان در مقطع ۱، $Y_3 =$ عمق جریان در مقطع ۳، $V_1 =$ سرعت متوسط جریان در مقطع ۱، $V_3 =$ سرعت متوسط جریان در مقطع ۳ و $\Delta X =$ فاصله‌ی مقطع ۱ تا مقطع ۳ می باشد که مقدار آن در این آزمایشها سه متر بود. سرعت متوسط در هر مقطع و نیز دبی جریان با استفاده از داده‌های سرعت و مشخصات فلوم نیز محاسبه گردید. جدول شماره (۲) نتایج این مطالعه را نشان می‌دهد.

مقدار سرعت برشی جریان (U^*) با توجه به معلوم شدن S_f از رابطه زیر تعیین می شود:

$$U^* = \sqrt{gRS_f} \quad (۱۰)$$

مقدار عدد رینولدز مرزی (Re^*) برای $K_s = d_{50}$ و ضریب گرانروی سینماتیکی $\nu = 1.007 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ از رابطه زیر بدست می آید:

$$Re^* = \frac{U^* \cdot K_s}{\nu} \quad (۱۱)$$

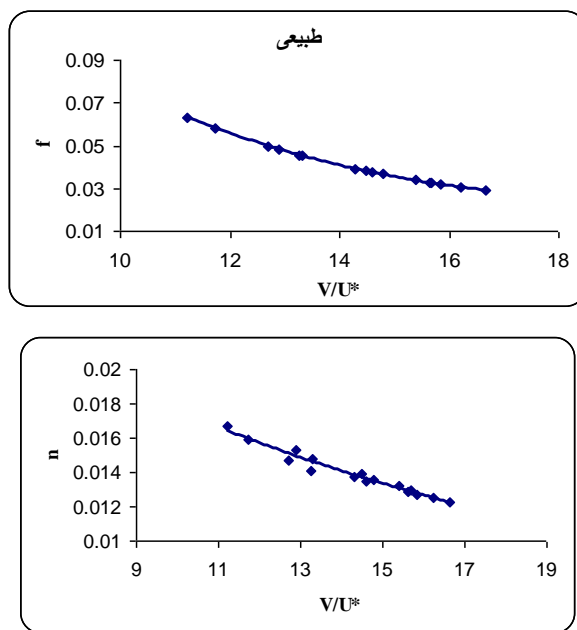
نتایج و بحث

عوامل متغیر اندازه گیری شده شامل: عمق جریان آب در ۱۳ مقطع و پروفیل سرعت در یک مقطع است. از طرفی با ۱ متغیر شیب، ۴ متغیر دبی و ۴ متغیر اندازه رسوبات بستر، جمعاً ۱۶ آزمایش انجام شد.

با افزایش دبی، عمق و سرعت جریان افزایش می یابد و هر چه سرعت بیشتر شود نقاط جدایی^۱ روی سطح ذره دیرتر اتفاق می افتند پس منطقه جداشدگی^۲ تشکیل شده کوچکتر شده و در نتیجه نیروی درگ فشاری و در نهایت ضریب زبری کمتر می شود.

نتایج نشان می دهد که ضرب زبری مانینگ تنها به اندازه ذرات بستگی ندارد. عمق جریان و شعاع هیدرولیکی جریان و در نتیجه سرعت برشی جریان (U^*) نیز می تواند موثر باشد.

در شکل شماره (۲) تغییرات ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ (f) در برابر V/U^* رسم شده است. همانطور که نمودار نشان می دهد با افزایش V/U^* ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ (f) کاهش می یابد چون با توجه به رابطه (۷) ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ (f) و V/U^* با هم رابطه عکس دارند. با توجه به رابطه (۴) ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) با هم رابطه مستقیم دارند در نتیجه با افزایش V/U^* ضریب زبری مانینگ (n) نیز کاهش می یابد.



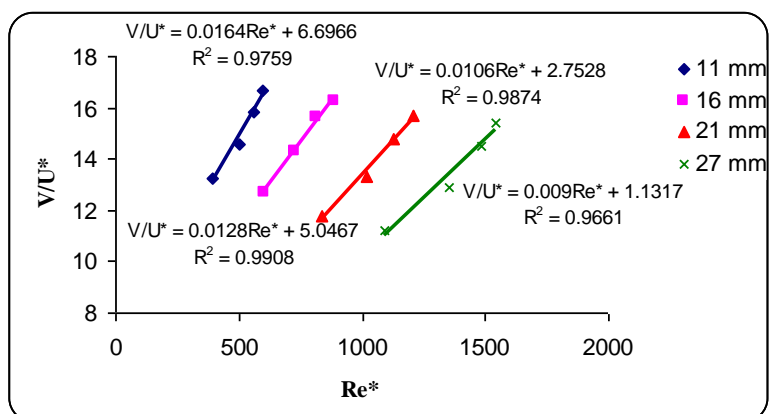
شکل (۲) تغییرات ضریب زبری در مقابل V/U^*
الف) ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ ب) ضریب زبری مانینگ

در شکل شماره (۳) تغییرات V/U^* در مقابل عدد رینولدز مرزی (Re^*) برای دانه بندی های مختلف نشان داده شده است و رابطه های دلخواه استخراج شده اند. همانگونه که شکل شماره ۳ نشان می دهد با افزایش عدد رینولدز مرزی مقدار V/U^* نیز افزایش می یابد و چون V/U^* با ضریب اصطکاک دارسی- ویسباخ (f) و

^۱ - Separation Point

^۲ - Wake

ضریب زبری مانینگ (n) رابطه عکس دارد پس با افزایش عدد رینولدز مرزی ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) کاهش می یابند. درضمن با بزرگ شدن اندازه ذرات بستر مقدار عددی V/U^* کاهش و مقادیر ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) افزایش می یابند.



شکل (۳) تغییرات V/U^* در مقابل عدد رینولدز مرزی

رابطه های استخراج شده برای دانه بندی های مختلف در جدول شماره (۲) به آورده شده است:

جدول (۲) روابط بین V/U^* و عدد رینولدز مرزی (Re^*)

شماره	فرمول	$d_{50} (mm)$
۱۲	$\frac{V}{U^*} = 0.0164Re^* + 6.6966$	۱۱
۱۳	$\frac{V}{U^*} = 0.0128Re^* + 5.0467$	۱۶
۱۴	$\frac{V}{U^*} = 0.0106Re^* + 2.7528$	۲۱
۱۵	$\frac{V}{U^*} = 0.009Re^* + 1.1317$	۲۷

نتیجه گیری و پیشنهادات

با افزایش V/U^* ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) کاهش می یابد. با افزایش عدد رینولدز مرزی مقدار V/U^* نیز افزایش می یابد و چون V/U^* با ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) رابطه عکس دارد پس با افزایش عدد رینولدز مرزی ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) کاهش می یابند. درضمن با بزرگ شدن اندازه ذرات بستر مقدار عددی V/U^* کاهش و مقادیر ضریب اصطکاک دارسی-ویسباخ (f) و ضریب زبری مانینگ (n) افزایش می یابند.

به منظور ارائه نتایج و تحلیل های جامع تر استفاده از فلوم با طول و عرض بزرگتر، مقطع مرکب، شیب های مختلف، دبی ها و دانه بندیهای بزرگتر ضروری است.

منابع

[1] Yen, B. C. (2002). "Open Channel Flow Resistance." Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 128, No. 1, PP 20-39.

[2] Aberle, J. Smart, G. M. (2003). "The Influence of Roughness Structure on Flow Resistance on Steep Slopes." Journal of Hydraulic Research Vol, 41. No, 3. pp, 259-269.

[3] ساجدی، م. صانعی، م. حبیبی، م. عباسی، ع و قدیم خانی، م. (۱۳۸۴). "بررسی آزمایشگاهی تاثیر آرایش پوشش گیاهی بر سرعت برشی جریان"، نشریه علمی پژوهشی آب و آبخیز، سال اول، شماره ۴، صفحه ۶۵-۶۰.

[4] مسعودیه، س. افضلی مهر، ح. (۱۳۸۴). "برآورد ضریب زبری در کانالی با پوشش گیاهی در دیواره ها"، پنجمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشکده مهندسی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[5] ابراهیمی، ن. (۱۳۸۷). "شبیه سازی زبری در پوشش های گیاهی رودخانه ای و کاربرد آن در مدل های ریاضی"، پایان نامه دکترا، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله