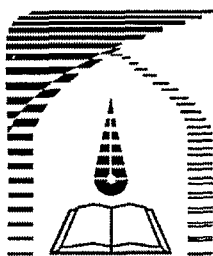


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٢١٤٧٥٣



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده کشاورزی
گروه سازه های آبی

رساله دوره دکتری در رشته سازه های آبی

مطالعه الگوی جریان و کنترل رسوب در آبگیرها با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن

سعید گوهری

استاد راهنما:

دکتر سید علی ایوب زاده

اساتید مشاور:

دکتر مسعود قدسیان

دکتر سید علی اکبر صالحی نیشابوری

۱۳۸۸ / ۴ / ۱

معاونت خدمات مدرک علمی پژوهش
شبه مدرک

بهار ۱۳۸۸

۱۱۴۷۵۳

بسمه تعالی
تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری



آقای سعید گوهری رساله ۲۴ واحدی خود را با عنوان: "مطالعه الگوی جریان و کنترل رسوب در آبرگیرها" با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن "را در تاریخ ۱۳۸۸/۲/۱۲ ارائه کردند. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آن را برای تکمیل درجه دکتری پیشنهاد می کنند.

| امضاء | رتبه علمی | نام و نام خانوادگی | اعضای هیأت داوران |
|-------|-----------|----------------------------------|---------------------------------|
| | دانشیار | دکتر سید علی ایوب زاده | ۱- استاد راهنمای اصلی |
| | استاد | دکتر مسعود قدسیان | ۳- استاد مشاور اول |
| | استاد | دکتر سید علی اکبر صالحی نیشابوری | ۴- استاد مشاور دوم |
| | استاد | دکتر محمود شفاعی بجستان | ۵- استاد ناظر |
| | استاد | دکتر جواد فهودی | ۶- استاد ناظر |
| | استاد | دکتر جمال محمد ولی سامانی | ۷- استاد ناظر |
| | دانشیار | دکتر کورش محمدی | ۸- استاد ناظر |
| | استاد | دکتر جمال محمد ولی سامانی | ۹- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی |

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه

تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.



آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

” کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته سازه های آبی است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید علی ایوب زاده، مشاوره جناب آقای دکتر مسعود قدسیان و جناب آقای دکتر سید علی اکبر صالحی نیشابوری از آن دفاع شده است“

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به دفتر نشر آثار علمی دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجوی تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب سعید گوهری دانشجوی رشته سازه های آبی مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سعید گوهری

تاریخ و امضاء: ۱۳۸۸/۲/۲۶

تقدیم بہ

خانوادہ ام

میت خدای راعز و جل که طاقش موجب قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت.

بنده همان به که ز تقصیر خویش عذره درگاه خدای آورد

ورنه سزاوار خداوندیش کس نتواند که به جای آورد

خداوند بزرگ را شاکرم که توفیق انجام این رساله را به من عطا فرمود.

بی شک انجام این تحقیق بدون تلاش های خالصانه و دلسوزانه جناب آقای دکتر سید علی ایوب زاده امکان پذیر نبود، لذا بر خود لازم می دانم نهایت سپاسگزاری را از ایشان برای آموزش و تربیت اینجانب در مراحل تحصیلی و انجام رساله داشته باشم.

استاد مشاور رساله، جناب آقای دکتر سید علی اکبر صامعی نیشابوری و مسعود قدیان در تمامی مراحل تحقیق بارها بهمانی های خود مرا مرهون زحمات بی دریغ خود ساخته اند. از ایشان نیز متمنای سپاسگزاری و شکر را دارم.

همچنین از سایر استادان گروه آقایان دکتر جمال محدودی سالانی، دکتر محمد جواد منعم و دکتر سعید میرید که لیاقت ناکردی آنها را داشته ام و مرا مرهون زحمات بی دریغ خود ساخته اند، نیز کمال شکر را دارم.

انجام این تحقیق در آزمایشگاه هیدرولیک دانشکده کشاورزی با کمک های مالی جناب آقای دکتر فتح الهی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس همراه بوده است، به خاطر حمایت های بی دریغ در تاسین اعتبار درجهنر آزمایشگاه از ایشان سپاسگزارم.

از خانم مهندس شیوا کشتکار و آقای مهندس امید بیگی که در طول انجام آزمایش ها با اینجانب همراه بودند بسیار سپاسگزارم و برای آنها آرزوی سلامتی و سعادت دارم.

از خانواده ام به خاطر صبر و تحمل و زحمات بی دریغ آنها، نهایت شکر و قدردانی را دارم و امیدوارم بتوانم در آینده بخش کوچکی از زحمات آنها را جبران نمایم.

چکیده

در این تحقیق استفاده همزمان از دو سازه آبشکن و صفحات مستغرق برای کاهش حجم رسوبات وارد شده به آبگیر جانبی مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه الگوی جریان نیز به دو صورت عددی و آزمایشگاهی صورت گرفته است. در شبیه سازی ریاضی ابتدا با استفاده از نرم افزار گمبیت (Gambit) ابعاد مدل و گره های مورد نیاز تولید و با اعمال شرایط مرزی در مدل هیدرودینامیک فلونت (Fluent) حل شده است. پردازش اطلاعات خروجی از فلونت با استفاده از نرم افزار تک پلات (Tecplot) انجام شده است. اثر پارامترهای نسبت دبی آبگیری (Q_r)، طول آبشکن (L_D)، فاصله آن از مقابل آبگیر (L_I) و زاویه آن با جریان در کانال اصلی (β) بر روی کنترل رسوب ورودی به آبگیر مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش ها برای سه نسبت آبگیری 0.13 ، 0.18 و 0.24 انجام شده است. طول آبشکن های بکار رفته 15 ، 20 و 25 سانتیمتر با زوایای قرارگیری 45 ، 90 و 135 درجه با جهت جریان اصلی بوده است. همچنین مکان قرار گیری آبشکن ها در سه موقعیت 0 ، b و $2b$ (عرض کانال آبگیر) از خط مرکزی کانال آبگیر بوده است. ابعاد، تعداد و آرایش صفحات مستغرق ثابت، و بر اساس مقادیر توصیه شده طراحی مورد استفاده قرار گرفته است. استفاده از صفحات مستغرق باعث ایجاد جریان چرخشی و دور کردن رسوبات از دهانه آبگیر و نتیجتاً باعث کاهش حجم ورود رسوبات به آبگیر می شود. به منظور هدایت جریان به سمت آبگیر و افزایش کارایی صفحات، از تک آبشکن در دیواره مقابل آبگیر در کانال اصلی استفاده شده است. همچنین برای مطالعه الگوی جریان بستر کانال اصلی و آبگیر پس از رسیدن به تعادل دینامیکی با روش های مناسب صلب شده است به طوری که امکان حرکت رسوبات پس از برقراری جریان وجود نداشته باشد. ارتفاع رسوبات کف بوسیله بستر نگار خودکار در محدوده 4 متری و در فواصل طولی 5 سانتیمتر و فواصل عرضی به 10 سانتیمتر اندازه گیری شده است. مولفه های سرعت جریان آشفته در سه بعد (u, v, w) بوسیله دستگاه سرعت سنج و کترینو در 5 نقطه از عمق و در فواصل طولی و عرضی 10 سانتیمتر اندازه گیری شده است. تعداد کل آزمایش های انجام شده در کنترل رسوب و الگوی جریان 99 مورد بوده است. نتایج حاصل از شبیه سازی عددی با نصب آبشکن و صفحات مستغرق نشان می دهد که مقدار سرعت جریان در نزدیک کف کانال آبگیر افزایش می یابد و هدایت جریان به سمت آبگیر بیشتر شده است. همچنین مقدار عرض صفحه جدایی جریان در کانال اصلی کاهش می یابد که می تواند منجر به کاهش ورود رسوبات به آبگیر گردد. با نصب آبشکن و صفحات، ناحیه پر سرعت جریان در نواحی نزدیک بستر افزایش پیدا می کند. افزایش سرعت جریان در نزدیک بستر صلب می تواند منجر به انتقال رسوبات وارد شده به آبگیر به سمت پایین دست گردد که این امر به عدم انسداد آبگیر در اثر انباشت رسوبات کمک می کند. نتایج آزمایش ها نشان می دهد که کارایی صفحات با احداث آبشکن در ضلع مقابل آبگیر افزایش پیدا کرده و مقدار ورود رسوبات به آبگیر کاهش پیدا می کند. میزان رسوبات ورودی به آبگیر در نسبت آبگیری 0.13 تقریباً به صفر نیز رسیده است. در بررسی تغییرات مقدار حجم رسوبات انباشته شده در آبگیر با طول آبشکن بدون در نظر گرفتن اثر سایر پارامترها و با طول آبشکن $B/2$ (عرض کانال اصلی)، نسبت به آبشکن با طول $B/15$ ، مقدار ورود رسوبات به آبگیر 53 درصد کاهش یافته است. ضمناً با طول آبشکن $B/25$ ، مقدار ورود رسوبات به آبگیر تا 81 درصد کاهش می یابد. بررسی ها نشان می دهد که طول ناحیه جدایی جریان در داخل آبگیر با افزایش مقدار دبی انحرافی به آبگیر کاهش پیدا می کند. بررسی های آزمایشگاهی نشان می دهد با نصب آبشکن در مقابل آبگیر، عرض خط جدایی جریان در کف کاهش، و در سطح افزایش می یابد که با این عمل ناحیه تحت تاثیر آبگیر در کف کاهش یافته و مقدار ورود رسوبات به آبگیر کاهش می یابد. با احداث آبشکن در مقابل آبگیر مقدار اندازه سرعت جریان در مقابل آبگیر و بعد از آن افزایش می یابد و مقدار سرعت عرضی جریان به سمت آبگیر بیشتر شده که می تواند باعث هدایت بیشتر جریان در کانال اصلی به سمت آبگیر گردد.

واژگان کلیدی: آبگیر جانبی، صفحات مستغرق، آبشکن، کنترل رسوب، الگوی جریان، مدل ریاضی فلونت، بررسی آزمایشگاهی

| | | |
|-------------|---|---------------|
| - | پارامتر بدون بعد شیلدز | θ |
| m^2/s | لزجت گردابی | ε |
| - | ثابت فون کارمن | κ |
| N/m^2 | تنش برشی کف | τ |
| cm | تغییر عمق آب | Δh |
| cm | عرض جدایی جریان مجاور بستر جریان | B_d |
| cm | عرض کانال آبگیر | b |
| cm | عرض کانال اصلی | B |
| m | عرض مقطع جریان نزدیک شونده به سرریز | B_w |
| - | ضریب یکنواختی رسوبات | C_u |
| $m^{1.5}/s$ | ضریب دبی سرریز مستطیلی | C_{Weir} |
| m | قطر متوسط رسوبات بستر | d_{50} |
| m | عمق هیدرولیکی | D |
| - | قطر بدون بعد ذره رسوب | D^* |
| mm | قطر متوسط رسوبات بستر | d_{50} |
| - | ثابت قانون دیواره | E |
| - | عدد فرود جریان | Fr |
| m/s^2 | شتاب ثقل | g |
| cm | ارتفاع بازشدگی درچه تنظیمی انتهای کانال اصلی | G_0 |
| - | نسبت شدت انتقال رسوبات واحد عرض کانال آبگیر به کانال اصلی | G_r |
| m | فاصله راس سرریز تا کف کانال | h_D |
| cm | عمق جریان در کانال اصلی | h_m |
| cm | ارتفاع صفحات مستغرق | H_v |
| m | ارتفاع آب روی تاج سرریز | h_w |
| $Kg(m/s)^2$ | انرژی جنبشی | k |
| - | میزان استغراق صفحه | K |
| mm | ارتفاع زبری بستر | k_s |
| m | فاصله آبشکن از خط مرکزی آبگیر | L_I |
| m | طول آبشکن | L_D |
| cm | طول صفحات مستغرق | L |
| cm | طول ناحیه گردابی در آبگیر | L_v |
| - | تعداد ردیف صفحات مستغرق | N |
| - | تعداد صفحات مستغرق | n |
| m | محیط خیس شده مقطع | P |
| - | پارامتر مربوط به آرایش صفحات مستغرق | P_i |
| m^3/s | دبی جریان در کانال آبگیر | Q_i |
| m^3/s | دبی جریان در کانال اصلی | Q_m |
| - | نسبت دبی واحد عرض آبگیر به دبی واحد عرض کانال اصلی | q_r |
| - | نسبت دبی جریان انحرافی به دبی جریان در کانال اصلی | Q_r |
| g/s | دبی رسوب حمل شده در کانال اصلی | G_m |
| g/s | دبی رسوب حمل شده در کانال آبگیر | G_d |
| - | نسبت دبی رسوبات انحرافی به دبی رسوبات در کانال اصلی | G_r |
| m | شعاع موضعی انحنا | r |
| - | عدد رینولدز جریان | Re |
| - | عدد رینولدز برشی | Re_* |
| m | شعاع هیدرولیکی | R_h |
| - | چگالی نسبی آب | S |

| | | |
|---------------|---|------------|
| cm | عرض جدایی جریان در سطح جریان | S_d |
| - | فاکتور شکل | SF |
| - | شیب کانال اصلی | S_m |
| cm/s | قدرت جریان چرخشی ثانویه (تفاوت مؤلفه عرضی سرعت در نزدیک سطح و نزدیک بستر) | S_{SRF} |
| m | عرض سطح آزاد مقطع | T |
| hr | زمان آزمایش | t |
| $^{\circ}C$ | دمای آب | T_C |
| m/s | مؤلفه سرعت جریان در جهت محور X | u |
| m/s | متوسط مؤلفه سرعت جریان در جهت محور X | U |
| m/s | سرعت برشی | u^* |
| m/s | مؤلفه سرعت جریان در جهت محور Y | v |
| m/s | متوسط مؤلفه سرعت جریان در جهت محور Y | V |
| m^3 | حجم رسوبات تجمع یافته در آبگیر | V_{si} |
| m/s | مؤلفه سرعت جریان در جهت محور Z | w |
| m/s | متوسط مؤلفه سرعت جریان در جهت محور Z | W |
| cm | عرض جدایی جریان در بستر | WB_d |
| m/s | سرعت سقوط ذره رسوب | W_S |
| cm | عرض جدایی جریان در سطح | WS_d |
| درجه | زاویه صفحات مستغرق با جریان | α |
| cm | فاصله عرضی اولین ردیف صفحات مستغرق از دهانه آبگیر | δ_b |
| cm | فاصله عرضی صفحات مستغرق | δ_n |
| cm | فاصله طولی صفحات مستغرق | δ_s |
| $kg.m.s^{-1}$ | ضریب لزجت دینامیکی | μ |
| N/m^3 | وزن مخصوص آب | γ |
| - | زاویه کانال آبگیر با کانال اصلی | λ |
| m^2/s | لزجت سینماتیکی آب | ν |
| درجه | زاویه آبشکن با کانال اصلی | β |
| kg/m^3 | جرم حجمی سیال | ρ |
| kg/m^3 | جرم حجمی رسوبات | ρ_s |
| - | انحراف معیار هندسی رسوبات بستر | σ_g |

زیر نویس‌ها

| | |
|----------------------|-----|
| بیشینه مقدار | Max |
| کمینه مقدار | Min |
| سطحی | S |
| عرضی | T |
| بالادست کانال اصلی | u |
| پایین دست کانال اصلی | d |
| جهت X | i |
| جهت Y | j |
| جهت Z | k |

فصل اول: کلیات

| | |
|---|----|
| ۱-۱- مقدمه | ۲ |
| ۲-۱- مفاهیم اساسی صفحات مستغرق | ۲ |
| ۳-۱- الگوی جریان در آبیگری از مسیر مستقیم | ۶ |
| ۴-۱- تعریف آبشکن‌ها و کاربرد آن | ۷ |
| ۵-۱- مروری بر تحقیق حاضر | ۹ |
| ۶-۱- محدودیت های آزمایشگاهی تحقیق حاضر | ۱۰ |
| ۷-۱- ضرورت انجام تحقیق | ۱۱ |
| ۸-۱- اهداف تحقیق حاضر | ۱۱ |
| ۹-۱- نحوه تدوین تحقیق | ۱۲ |

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

| | |
|--|----|
| ۱-۲- مقدمه | ۱۴ |
| ۲-۲- مطالعات انجام شده بر روی آبیگر جانبی | ۱۴ |
| ۳-۲- مطالعات انجام شده روی کاربرد صفحات مستغرق | ۲۹ |
| ۴-۲- تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد آبشکن | ۴۸ |
| ۵-۲- جمع بندی | ۵۳ |

فصل سوم: تجهیزات آزمایشگاهی، آنالیز ابعادی و روش انجام کار

| | |
|--|----|
| ۱-۳- مقدمه | ۵۵ |
| ۲-۳- بررسی پارامترهای موثر در میزان انحراف رسوبات به آبیگر | ۵۵ |
| ۱-۲-۳- آنالیز ابعادی | ۵۷ |
| ۲-۲-۳- طراحی آزمایش ها | ۵۸ |
| ۳-۳- تجهیزات آزمایشگاهی | ۶۰ |
| ۱-۳-۳- فلوم آزمایشگاهی | ۶۰ |
| ۲-۳-۳- کانال آبیگر | ۶۱ |
| ۳-۳-۳- سیستم گردش آب | ۶۲ |

- ۶۲ ۴-۳-۳ سیستم چرخشی رسوب
- ۶۳ ۵-۳-۳ اندازه‌گیری دبی جریان
- ۶۶ ۶-۳-۳ اندازه‌گیری عمق جریان
- ۶۷ ۷-۳-۳ تنظیم عمق جریان
- ۶۷ ۸-۳-۳ پیزومترهای کف
- ۶۸ ۹-۳-۳ اندازه‌گیری سرعت جریان
- ۷۰ ۱۰-۳-۳ اندازه‌گیری پروفیل بستر کانال
- ۷۱ ۱۱-۳-۳ صفحات مستغرق
- ۷۲ ۱۲-۳-۳ آبشکن ها
- ۷۳ ۱۳-۳-۳ مصالح رسوبی کف
- ۷۶ ۱۴-۳-۳ آستانه بالادست و پایین کانال اصلی
- ۷۶ ۱۵-۳-۳ تیغه تسطیح کننده بستر
- ۷۷ ۱۶-۳-۳ سبدهای تله‌انداز رسوب
- ۷۸ ۱۷-۳-۳ ترازوی دیجیتالی
- ۷۸ ۱۸-۳-۳ صلب کردن بستر
- ۷۹ ۱۹-۳-۳ محدوده صلب شده
- ۸۰ ۴-۳ انجام آزمایشهای اولیه و تعادل
- ۸۱ ۵-۳ منابع خطا در مطالعات آزمایشگاهی

فصل چهارم: تشریح مدل ریاضی

- ۸۴ ۱-۴ مقدمه
- ۸۴ ۲-۴ معادلات حاکم بر سیال
- ۸۵ ۳-۴ تقسیم بندی مدل‌های آشفتگی
- ۸۵ ۱-۳-۴ مدل های صفر معادله ای
- ۸۶ ۲-۳-۴ مدل های یک معادله ای
- ۸۶ ۳-۳-۴ مدل های دو معادله ای
- ۸۷ ۱-۳-۳-۴ مدل دو معادله ای $k - \epsilon$
- ۸۷ ۲-۳-۳-۴ مدل دو معادله ای $k - \omega$
- ۸۹ ۴-۳-۴ مدل تنش جبری (ASM)

| | |
|-----|---|
| ۱۸۹ | ۵-۳-۴- مدل تنش رینولدز (RSM)..... |
| ۹۰ | ۴-۴- نحوه برخورد مدل‌های آشفتگی با اثر دیوار..... |
| ۹۱ | ۵-۴- قانون استاندارد دیواره (Standard Wall Function)..... |
| ۹۲ | ۶-۴- تعیین فاصله اولین گره از دیوار..... |
| ۹۳ | ۷-۴- اعمال تاثیر زبری دیواره در جریان های آشفته..... |
| ۹۴ | ۸-۴- روش حجم محدود..... |
| ۹۴ | ۹-۴- روشهای مختلف انفصال ترم های جابجایی و پخش..... |
| ۹۶ | ۱۰-۴- شرایط مرزی..... |
| ۹۷ | ۱۱-۴- معرفی نرم افزارهای فلوئنت و گمبیت..... |
| ۹۷ | ۱-۱۱-۴- ساختار برنامه Gambit..... |
| ۹۷ | ۲-۱۱-۴- ساختار برنامه Fluent..... |

فصل پنجم: تحلیل میدان جریان در اطراف آبگیر جانبی با آبشکن و صفحات مستغرق

| | |
|-----|--|
| ۱۰۰ | ۱-۵- مقدمه..... |
| ۱۰۰ | ۲-۵- مشخصات میدان حل..... |
| ۱۰۲ | ۳-۵- صحت سنجی مدل..... |
| ۱۰۲ | ۴-۵- بررسی آبگیر بدون سازه..... |
| ۱۰۲ | ۱-۴-۵- خطوط جریان در تراز و مقاطع مختلف..... |
| ۱۰۷ | ۲-۴-۵- تنش برشی دیواره با آبگیر بدون سازه..... |
| ۱۱۵ | ۳-۴-۵- خط جدایی جریان با آبگیر بدون سازه..... |
| ۱۱۵ | ۵-۵- شبیه سازی الگوی جریان با کاربرد صفحات مستغرق در مقابل آبگیر..... |
| ۱۱۵ | ۱-۵-۵- خطوط جریان با کاربرد صفحات مستغرق در مقابل آبگیر..... |
| ۱۲۱ | ۲-۵-۵- بررسی تنش برشی دیواره و بستر با کاربرد صفحات مستغرق در مقابل آبگیر..... |
| ۱۲۷ | ۳-۵-۵- تغییرات خط جدایی جریان با کاربرد صفحات در مقابل آبگیر..... |
| ۱۲۸ | ۶-۵- شبیه سازی الگوی جریان با کاربرد آبشکن در مقابل آبگیر..... |
| ۱۲۸ | ۱-۶-۵- شبیه سازی الگوی جریان با کاربرد آبشکن در مقابل آبگیر..... |
| ۱۳۲ | ۲-۶-۵- بررسی تنش برشی دیواره با کاربرد آبشکن در مقابل آبگیر..... |
| ۱۳۹ | ۳-۶-۵- بررسی خط جدایی جریان با کاربرد آبشکن در مقابل آبگیر..... |
| ۱۴۰ | ۷-۵- بررسی الگوی جریان با کاربرد آبشکن و صفحات مستغرق در مقابل آبگیر..... |

| | |
|-----|---|
| ۱۴۰ | ۱-۷-۵- بررسی الگوی جریان در مقاطع مختلف با کاربرد آبشکن و صفحات مستغرق در مقابل آبگیر |
| ۱۴۳ | ۲-۷-۵- بررسی تنش برشی دیواره با کاربرد آبشکن و صفحات مستغرق در مقابل آبگیر |
| ۱۵۰ | ۳-۷-۵- بررسی خط جدایی جریان با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن |
| ۱۵۱ | ۸-۵- بررسی آزمایشگاهی الگوی جریان با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن |
| ۱۵۸ | ۹-۵- بررسی قدرت جریان ثانویه با کاربرد صفحات مستغرق و آبشکن در مقابل آبگیر |
| ۱۵۹ | ۱۰-۵- بررسی تاثیر رسوب بر مقدار انحراف جریان |
| ۱۶۰ | ۱۱-۵- بررسی تاثیر طول و فاصله آبشکن از آبگیر بر مقدار انحراف جریان |
| ۱۶۱ | ۱۲-۵- جمع بندی |

فصل ششم: مطالعه کنترل رسوب

| | |
|-----|--|
| ۱۶۴ | ۱-۶- مقدمه |
| ۱۶۴ | ۲-۶- تغییرات بستر در محدوده آبگیر |
| ۱۶۶ | ۳-۶- تاثیر نسبت انحراف و طول آبشکن جریان بر میزان ورود رسوبات به آبگیر |
| ۱۷۰ | ۴-۶- تاثیر فاصله آبشکن از آبگیر بر میزان ورود رسوبات به آبگیر |
| ۱۷۲ | ۵-۶- تاثیر زاویه آبشکن از آبگیر بر میزان ورود رسوبات به آبگیر |
| ۱۷۸ | ۶-۶- بررسی تغییرات توپوگرافی بستر آبگیر و کانال اصلی در حالت‌های مختلف |
| ۱۸۷ | ۷-۶- مقایسه نتایج تحقیق حاضر با سایر محققین |
| ۱۹۲ | ۸-۶- جمع بندی |

فصل هفتم: نتایج و پیشنهادات

| | |
|-----|---|
| ۱۹۵ | ۱-۱-۷- مقدمه |
| ۱۹۵ | ۲-۱-۷- نتایج حاصل برای حالت بدون نصب سازه |
| ۱۹۶ | ۳-۱-۷- نتایج حاصل با نصب صفحات مستغرق |
| ۱۹۶ | ۴-۱-۷- نتایج حاصل با نصب آبشکن در مقابل آبگیر |
| ۱۹۷ | ۵-۱-۷- نتایج حاصل با نصب آبشکن و صفحات مستغرق |
| ۱۹۹ | ۲-۷- پیشنهادات |
| ۲۰۱ | فهرست منابع |

- شکل ۱-۱-۱- جریان چرخشی ایجاد شده توسط قوس رودخانه ۲
- شکل ۱-۱-۲- نحوه بوجود آمدن جریان‌ها ثانویه ۳
- شکل ۱-۱-۳- تغییرات پروفیل بستر رودخانه در اثر وجود یک صفحه ۴
- شکل ۱-۱-۴- چرخش افقی ناشی از وجود یک صفحه ۴
- شکل ۱-۱-۵- نحوه تولید گرداب در نوک بال هواپیما ۵
- شکل ۱-۱-۶- محل شکل‌گیری گردابه‌ها بر روی یک صفحه ۵
- شکل ۱-۱-۷- طرح شماتیک اثر صفحات مستغرق بر پروفیل بستر رودخانه ۵
- شکل ۱-۱-۸- چرخش بوجود آمده بر اثر چند ردیف از صفحات ۶
- شکل ۱-۱-۹- نحوه تأثیر چند ردیف صفحه بر توپوگرافی بستر ۶
- شکل ۱-۱-۱۰- شمای کلی تحقیق حاضر ۶
- شکل ۱-۱-۱۱- وضعیت شماتیک جریان در اطراف آبشکن ۸
- شکل ۱-۱-۱۲- پارامترهای مهم طراحی سیستم صفحات مستغرق ۸
- شکل ۱-۱-۱۳- انواع آبشکن‌ها بر حسب نوع شکل تاج ۸
- شکل ۱-۱-۱۴- وضعیت شماتیک جریان در اطراف آبشکن ۹
- شکل ۱-۱-۱۵- شمای کلی تحقیق حاضر ۱۰
- شکل ۱-۲-۱- تأثیر نسبت سرعت جریان در کانال آبگیر و کانال اصلی بر قدرت جریان چرخشی ثانویه ۱۵
- شکل ۱-۲-۲- تأثیر نسبت سرعت جریان در کانال آبگیر و کانال اصلی بر قدرت جریان چرخشی ثانویه ۱۶
- شکل ۱-۲-۳- الگوی سه بعدی جریان در آبگیر جانبی ۱۷
- شکل ۱-۲-۴- خطوط جریان برای بستر صاف (الف): $z/h=1, q_r=0/1$; (ب): $z/h=1, q_r=0/1$; (ج): $z/h=1, q_r=0/2$; (د): ۱۷
- شکل ۱-۲-۵- خطوط جریان برای بستر زیر (الف): $z/h=1, q_r=0/1$; (ب): $z/h=0/1, q_r=0/1$ ۱۸
- شکل ۱-۲-۶- ترکیب آبشکن با صفحه هادی به همراه یک بالآمدگی ملایم ۱۹
- شکل ۱-۲-۷- ترکیب صفحه هادی به همراه یک بالآمدگی ملایم ۲۰
- شکل ۱-۲-۸- خط جدایی جریان در نزدیک بستر و سطح ۲۰
- شکل ۱-۲-۹- رابطه عرض ناحیه گردابی ورودی کانال آبگیر با نسبت آبگیری ۲۱
- شکل ۱-۲-۱۰- رابطه طول ناحیه گردابی ورودی کانال آبگیر با نسبت آبگیری ۲۲
- شکل ۱-۲-۱۱- مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با رابطه ۲۲
- شکل ۱-۲-۱۲- خطوط هم سرعت عرضی در داخل کانال آبگیر در $Y=1m$ (الف) $Q_r=0/149$, (ب) $Q_r=0/828$ ۲۳
- شکل ۱-۲-۱۳- بردارهای سرعت $u-v$ برای نسبت انحراف $Q_r=0/828$ در عمق (الف) $Z=0/27$, (ب) $Z=0/33$ ۲۴
- شکل ۱-۲-۱۴- بردارهای سرعت $u-w$ برای نسبت انحراف $Q_r=0/828$ در مقاطع (الف) $Y=0/29$, (ب) $Y=0/33$, (ج) $Y=1$ ۲۴
- شکل ۱-۲-۱۵- $Y=2/5$ ۲۴
- شکل ۱-۲-۱۵- مقایسه خطوط تقسیم جریان در (الف) آبگیری از قوس و (ب) آبگیری از مسیر مستقیم ۲۷
- شکل ۱-۲-۱۶- رابطه نسبت انحراف جریان به نسبت رسوب ورودی به آبگیر در زوایای آبگیری ۵۲ و ۹۰ درجه، دبی ۲۳۰ لیتر در ثانیه ۲۸
- شکل ۱-۲-۱۷- صفحه‌های آیوا ۳۰
- شکل ۱-۲-۱۸- نصب صفحه‌ها در خم رودخانه ۳۰
- شکل ۱-۲-۱۹- تغییر مسیر رودخانه فورک سدار غربی در اثر نصب صفحات مستغرق در بالادست پل. ۱۹۸۴ (چپ)، ۱۹۸۹ (راست) ۳۱
- شکل ۱-۲-۲۰- دو نمونه از صفحات مستغرق ساخته شده ۳۱
- شکل ۱-۲-۲۱- محل نصب صفحه‌ها و مقایسه بین پروفیل بستر برداشت شده در سال ۱۹۸۹ بدون حضور صفحه، و سال ۱۹۹۲ ۳۲
- شکل ۱-۲-۲۲- مقایسه بین پروفیل بستر برداشت شده در سال ۱۹۹۰ بدون حضور صفحه و سال ۱۹۹۴ با وجود صفحه در مقابل دهانه آبگیر نیروگاه دک ۳۲
- شکل ۱-۲-۲۳- الف: لنگر مومنتم به ازای زوایای مختلف نصب صفحه در مقطع $x=0/48 m$; ب: شیب عرضی بستر به ازای زوایای ۳۳

| | |
|---------|--|
| ۲۵..... | مختلف نصب صفحه در مقاطع عرضی مختلف..... |
| ۳۶..... | شکل ۲-۲۴- بردارهای سرعت در مقطع طولی $y=0$ m..... |
| ۳۶..... | شکل ۲-۲۵- الگوی فرسایش بستر حول یک صفحه در کانال مستطیلی مستقیم با بستر متحرک..... |
| ۳۷..... | شکل ۲-۲۶- بردارهای سرعت در مقطع طولی $y=0$ m..... |
| ۳۸..... | شکل ۲-۲۷- آرایش سه ردیفه موازی صفحات مستغرق با آبگیر..... |
| ۳۸..... | شکل ۲-۲۸- آرایش سه ردیفه صفحه‌ها با انحراف از بالادست..... |
| ۳۸..... | شکل ۲-۲۹- تغییرات G_r به ازای q_r در آرایشهای مختلف صفحه..... |
| ۳۹..... | شکل ۲-۳۰- تغییر V به ازای q_r در آرایشهای مختلف صفحه..... |
| ۳۹..... | شکل ۲-۳۱- الف: بردارهای سرعت نزدیک کف بدون صفحه، ب: بردارهای سرعت نزدیک کف با صفحه..... |
| ۴۱..... | شکل ۲-۳۲- الگوی جریان و فرسایش حول یک صفحه به طول ۳ متر در یک کانال مستطیلی با بستر متحرک..... |
| ۴۱..... | شکل ۲-۳۳- پلان محدوده اجرای طرح پس از نصب صفحات..... |
| ۴۶..... | شکل ۲-۳۴- گزینه اول در مدل سازی آبگیر نیروگاه حرارتی کانسویل..... |
| ۴۶..... | شکل ۲-۳۵- گزینه دوم در مدل سازی آبگیر نیروگاه حرارتی کانسویل..... |
| ۴۷..... | شکل ۲-۳۶- نحوه چیدمان صفحات مستغرق در مقابل آبگیر..... |
| ۴۷..... | شکل ۲-۳۷- شبیه سازی کنترل رسوب و کاهش ناحیه تحت تاثیر آبگیر در کانال اصلی..... |
| ۵۰..... | شکل ۲-۳۸- تغییرات تراز بستر برای زوایای مختلف آبشکن..... |
| ۵۱..... | شکل ۲-۳۹- شمای الگوی جریان در اطراف آبشکن..... |
| ۵۲..... | شکل ۲-۴۰- طرح شماتیک کاربرد تلفیقی آبشکن و صفحات مستغرق..... |
| ۶۱..... | شکل ۳-۱- نمایشی از درون کانال اصلی..... |
| ۶۱..... | شکل ۳-۲- نمایشی از درون کانال آبگیر..... |
| ۶۲..... | شکل ۳-۳- کانال آزمایشگاهی و اجزای آن..... |
| ۶۳..... | شکل ۳-۴- سرریز مستطیلی در انتهای کانال اصلی..... |
| ۶۴..... | شکل ۳-۵- رابطه بین ضریب دبی و ارتفاع آب روی تاج سرریز مستطیلی..... |
| ۶۴..... | شکل ۳-۶- رابطه بین مقدار جریان محاسبه شده و اندازه‌گیری شده سرریز مثلثی..... |
| ۶۵..... | شکل ۳-۷- سرریز مثلثی در انتهای کانال آبگیر..... |
| ۶۵..... | شکل ۳-۸- رابطه بین ضریب دبی و ارتفاع آب روی تاج سرریز مثلثی..... |
| ۶۶..... | شکل ۳-۹- رابطه بین مقدار جریان محاسبه شده و اندازه‌گیری شده در سرریز مثلثی..... |
| ۶۶..... | شکل ۳-۱۰- عمق‌سنج متحرک..... |
| ۶۷..... | شکل ۳-۱۱- دریچه کشویی آبگیر و کانال اصلی..... |
| ۶۸..... | شکل ۳-۱۲- تابلوی پیزومترهای کف..... |
| ۶۹..... | شکل ۳-۱۳- دستگاه اندازه‌گیری سرعت سه بعدی (Vectrino)..... |
| ۶۹..... | شکل ۳-۱۴- نحوه عملکرد دستگاه سرعت سنج و کترینو..... |
| ۷۰..... | شکل ۳-۱۵- نمونه ای از نوسانات سه بعدی سرعت دستگاه وکترینو..... |
| ۷۰..... | شکل ۳-۱۶- دستگاه اندازه‌گیری پروفیل بستر کانال..... |
| ۷۱..... | شکل ۳-۱۷- صفحات مستغرق بکار رفته در آزمایش‌ها..... |
| ۷۲..... | شکل ۳-۱۸- آبشکن استفاده شده در آزمایش‌ها..... |
| ۷۳..... | شکل ۳-۱۹- شمایی از آبشکن و صفحات مستغرق بکار رفته..... |
| ۷۴..... | شکل ۳-۲۰- دیاگرام شیلدر برای تعیین آستانه حرکت ذرات رسوبی..... |
| ۷۵..... | شکل ۳-۲۱- رابطه شکل بستر با قطر ذرات..... |
| ۷۶..... | شکل ۳-۲۲- منحنی دانه‌بندی مصالح بستر..... |
| ۷۷..... | شکل ۳-۲۳- تیغه تسطیح کننده بستر و ضخامت رسوبات..... |
| ۷۷..... | شکل ۳-۲۴- سبدهای تله‌انداز رسوب مورد استفاده در آزمایش‌های جریان با رسوب..... |

| | |
|---|-----|
| شکل ۳-۲۵- ترازی دیجیتالی | ۷۸ |
| شکل ۳-۲۶- محدوده صلب شده در کانال اصلی و کانال آبگیر | ۷۹ |
| شکل ۳-۲۷- طول محدوده صلب شده در کانال اصلی | ۷۹ |
| شکل ۳-۲۸- تغییرات زمانی دبی رسوب بر حسب زمان در کانال آبگیر | ۸۱ |
| شکل ۳-۲۹- تغییرات زمانی دبی رسوب بر حسب زمان در کانال اصلی | ۸۱ |
| شکل ۴-۱- نحوه تقسیم بندی نواحی نزدیک دیوار | ۹۱ |
| شکل ۴-۲- نحوه در نظر گرفتن اثر دیوار در مدل‌های آشفتگی (الف) روش نزدیک دیوار (ب) روش تابع دیوار | ۹۱ |
| شکل ۴-۳- حجم کنترل یک بعدی حول گره P و پروفیل‌های مرتبه دوم Quick | ۹۵ |
| شکل ۵-۱- نمایش هندسی کانال اصلی و کانال آبگیر بدون سازه | ۱۰۱ |
| شکل ۵-۲- نمایش هندسی کانال اصلی و کانال آبگیر با صفحات مستغرق | ۱۰۱ |
| شکل ۵-۳- نمایش هندسی کانال اصلی و کانال آبگیر با آبشکن | ۱۰۱ |
| شکل ۵-۴- نمایش هندسی کانال اصلی و کانال آبگیر با صفحات مستغرق و آبشکن | ۱۰۱ |
| شکل ۵-۵- واسنجی مقادیر سرعت طولی در کانال اصلی (الف) در عمق ب (ب) در عرض | ۱۰۲ |
| شکل ۵-۶- مقایسه سه مدل آشفتگی در $z/h=0.8$ | ۱۰۳ |
| شکل ۵-۷- شبکه بندی میدان جریان در آبگیر و کانال اصلی بدون سازه | ۱۰۳ |
| شکل ۵-۸- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0.13$ | ۱۰۳ |
| شکل ۵-۹- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0.13$ | ۱۰۴ |
| شکل ۵-۱۰- بردارهای سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0.13$ | ۱۰۵ |
| شکل ۵-۱۱- الگوی جریان در نزدیک بستر بارکدل | ۱۰۵ |
| شکل ۵-۱۲- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0.13$ | ۱۰۵ |
| شکل ۵-۱۳- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0.13$ | ۱۰۷ |
| شکل ۵-۱۴- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0.13$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۰۷ |
| شکل ۵-۱۵- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0.13$ ، $x=8.75\text{ m}$ | ۱۰۷ |
| شکل ۵-۱۶- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0.13$ | ۱۰۷ |
| شکل ۵-۱۷- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0.18$ | ۱۰۸ |
| شکل ۵-۱۸- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر $Q_f=0.18$ | ۱۰۹ |
| شکل ۵-۱۹- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر $Q_f=0.18$ | ۱۰۹ |
| شکل ۵-۲۰- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر $Q_f=0.18$ | ۱۱۰ |
| شکل ۵-۲۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر $Q_f=0.18$ | ۱۱۰ |
| شکل ۵-۲۲- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر $Q_f=0.18$ ، $x=8.75\text{ m}$ | ۱۱۰ |
| شکل ۵-۲۳- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر $Q_f=0.18$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۱۰ |
| شکل ۵-۲۴- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر $Q_f=0.18$ | ۱۱۱ |
| شکل ۵-۲۵- مقادیر هم اندازه سرعت $Q_f=0.24$ | ۱۱۱ |
| شکل ۵-۲۶- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0.24$ | ۱۱۱ |
| شکل ۵-۲۷- خطوط جریان در کانال اصلی، $Q_f=0.24$ | ۱۱۲ |
| شکل ۵-۲۸- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0.24$ | ۱۱۲ |
| شکل ۵-۲۹- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0.24$ | ۱۱۲ |
| شکل ۵-۳۰- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0.24$ ، $x=8.75\text{ m}$ | ۱۱۳ |
| شکل ۵-۳۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0.24$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۱۳ |
| شکل ۵-۳۲- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0.24$ | ۱۱۴ |
| شکل ۵-۳۳- نتایج مدل عددی نیروی، سطح آب | ۱۱۴ |
| شکل ۵-۳۴- نتایج مدل عددی نیروی، نزدیک بستر | ۱۱۵ |

| | | |
|-----|---|-------|
| ۱۱۷ | شکل ۵-۲۵- نحوه تعیین خط جدایی جریان | ..... |
| ۱۱۷ | شکل ۵-۳۶- تغییرات خط جدایی جریان در عمق | ..... |
| ۱۱۸ | شکل ۵-۳۷- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۱۹ | شکل ۵-۳۸- خطوط جریان در کانال اصلی، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۱۹ | شکل ۵-۳۹- بردارهای سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۱۹ | شکل ۵-۴۰- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۲۰ | شکل ۵-۴۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۲۰ | شکل ۵-۴۲- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/13$ ، $x= 8/75$ m | ..... |
| ۱۲۰ | شکل ۵-۴۳- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/13$ ، $x= 10$ m | ..... |
| ۱۲۱ | شکل ۵-۴۴- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۲۲ | شکل ۵-۴۵- مقادیر هم تنش برشی در اطراف صفحات مستغرق، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۲۲ | شکل ۵-۴۶- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۲ | شکل ۵-۴۷- خطوط جریان در کانال اصلی، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۳ | شکل ۵-۴۸- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۳ | شکل ۵-۴۹- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۳ | شکل ۵-۵۰- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۳ | شکل ۵-۵۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/18$ ، $x= 8/75$ m | ..... |
| ۱۲۴ | شکل ۵-۵۲- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/18$ ، $x= 10$ m | ..... |
| ۱۲۴ | شکل ۵-۵۳- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۴ | شکل ۵-۵۴- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۲۵ | شکل ۵-۵۵- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۵ | شکل ۵-۵۶- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۵ | شکل ۵-۵۷- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۶ | شکل ۵-۵۸- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۶ | شکل ۵-۵۹- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۶ | شکل ۵-۶۰- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/24$ ، $x= 10$ m | ..... |
| ۱۲۶ | شکل ۵-۶۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/24$ ، $x= 8/75$ m | ..... |
| ۱۲۷ | شکل ۵-۶۲- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۷ | شکل ۵-۶۳- مقادیر هم تنش برشی در اطراف صفحات مستغرق، $Q_r=0/24$ | ..... |
| ۱۲۸ | شکل ۵-۶۴- تغییرات خط جدایی جریان در عمق | ..... |
| ۱۲۸ | شکل ۵-۶۵- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۰ | شکل ۵-۶۶- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۱ | شکل ۵-۶۷- بردارهای سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۱ | شکل ۵-۶۸- مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۱ | شکل ۵-۶۹- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۱ | شکل ۵-۷۰- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/13$ ، $x= 10$ m | ..... |
| ۱۳۲ | شکل ۵-۷۱- بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_r=0/13$ ، $x= 8/75$ m | ..... |
| ۱۳۲ | شکل ۵-۷۲- الگوی جریان در صفحه XZ تحت تاثیر آبشکن، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۳ | شکل ۵-۷۳- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۳ | شکل ۵-۷۴- مقادیر هم تنش برشی اطراف آبشکن، $Q_r=0/13$ | ..... |
| ۱۳۳ | شکل ۵-۷۵- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_r=0/18$ | ..... |
| ۱۳۴ | شکل ۵-۷۶- خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_r=0/18$ | ..... |

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل

شماره صفحه

| | | |
|-----------|---|-----|
| شکل ۷۷-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۳۴ |
| شکل ۷۸-۵ | مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۳۴ |
| شکل ۷۹-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۳۵ |
| شکل ۸۰-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/18$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۳۵ |
| شکل ۸۱-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/18$ ، $x=8/75\text{ m}$ | ۱۳۵ |
| شکل ۸۲-۵ | مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۳۶ |
| شکل ۸۳-۵ | مقادیر هم تنش برشی در اطراف آبشکن، $Q_f=0/18$ | ۱۳۶ |
| شکل ۸۴-۵ | مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0/24$ | ۱۳۶ |
| شکل ۸۵-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۳۷ |
| شکل ۸۶-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۳۷ |
| شکل ۸۷-۵ | مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر | ۱۳۷ |
| شکل ۸۸-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۳۸ |
| شکل ۸۹-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/24$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۳۸ |
| شکل ۹۰-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/24$ ، $x=8/75\text{ m}$ | ۱۳۸ |
| شکل ۹۱-۵ | مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۳۸ |
| شکل ۹۲-۵ | مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر با وجود آبشکن، $Q_f=0/24$ | ۱۳۹ |
| شکل ۹۳-۵ | تغییرات خط جدایی جریان در عمق با وجود آبشکن | ۱۴۰ |
| شکل ۹۴-۵ | مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0/12$ | ۱۴۱ |
| شکل ۹۵-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۴۱ |
| شکل ۹۶-۵ | بردارهای سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۴۲ |
| شکل ۹۷-۵ | مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۴۲ |
| شکل ۹۸-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۴۲ |
| شکل ۹۹-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/13$ ، $x=8/75\text{ m}$ | ۱۴۲ |
| شکل ۱۰۰-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/13$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۴۳ |
| شکل ۱۰۱-۵ | مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۴۳ |
| شکل ۱۰۲-۵ | مقادیر هم تنش برشی در اطراف آبشکن، $Q_f=0/13$ | ۱۴۴ |
| شکل ۱۰۳-۵ | مقادیر هم تنش برشی در اطراف صفحات مستغرق، $Q_f=0/13$ | ۱۴۴ |
| شکل ۱۰۴-۵ | مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0/18$ | ۱۴۴ |
| شکل ۱۰۵-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۴۵ |
| شکل ۱۰۶-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۴۵ |
| شکل ۱۰۷-۵ | مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۴۵ |
| شکل ۱۰۸-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۴۵ |
| شکل ۱۰۹-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/18$ ، $x=8/75\text{ m}$ | ۱۴۶ |
| شکل ۱۱۰-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال اصلی بعد از آبگیر، $Q_f=0/18$ ، $x=10\text{ m}$ | ۱۴۶ |
| شکل ۱۱۱-۵ | مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۶ |
| شکل ۱۱۲-۵ | مقادیر هم تنش برشی در اطراف آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۷ |
| شکل ۱۱۳-۵ | مقادیر هم تنش برشی در اطراف آبشکن، $Q_f=0/24$ | ۱۴۷ |
| شکل ۱۱۴-۵ | مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0/24$ | ۱۴۷ |
| شکل ۱۱۵-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۸ |
| شکل ۱۱۶-۵ | خطوط جریان در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۸ |
| شکل ۱۱۷-۵ | مقادیر هم سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۸ |
| شکل ۱۱۸-۵ | بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۴۸ |

| | |
|--|-----|
| شکل ۵-۱۱۹- مقادیر هم تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر ، $Q_f=0/24$ | ۱۴۹ |
| شکل ۵-۱۲۰- مقادیر هم تنش برشی در اطراف صفحات مستغرق ، $Q_f=0/24$ | ۱۴۹ |
| شکل ۵-۱۲۱- مقادیر هم تنش برشی در اطراف آبشکن ، $Q_f=0/24$ | ۱۴۹ |
| شکل ۵-۱۲۲- تغییرات خط جدایی جریان در عمق با آبشکن و صفحات مستغرق | ۱۵۰ |
| شکل ۵-۱۲۳- مقادیر هم اندازه سرعت، $Q_f=0/13$ | ۱۵۱ |
| شکل ۵-۱۲۴- مقادیر هم اندازه سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/13$ | ۱۵۲ |
| شکل ۵-۱۲۵- مقادیر هم اندازه سرعت $Q_f=0/18$ | ۱۵۲ |
| شکل ۵-۱۲۶- مقادیر هم اندازه سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۵۲ |
| شکل ۵-۱۲۷- مقادیر هم اندازه سرعت ، $Q_f=0/24$ | ۱۵۳ |
| شکل ۵-۱۲۸- مقادیر هم اندازه سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/24$ | ۱۵۳ |
| شکل ۵-۱۲۹- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل ، $Q_f=0/13$ | ۱۵۳ |
| شکل ۵-۱۳۰- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل ، $Q_f=0/18$ | ۱۵۴ |
| شکل ۵-۱۳۱- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل ، $Q_f=0/24$ | ۱۵۴ |
| شکل ۵-۱۳۲- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل، $Q_f=0/13$ | ۱۵۴ |
| شکل ۵-۱۳۳- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل، $Q_f=0/18$ | ۱۵۴ |
| شکل ۵-۱۳۴- شکل رسوبات بستر در کانال اصلی بعد از تعادل، $Q_f=0/24$ | ۱۵۵ |
| شکل ۵-۱۳۵- مقادیر هم اندازه سرعت در کانال اصلی و آبگیر ، $Q_f=0/18$ | ۱۵۵ |
| شکل ۵-۱۳۶- مقادیر هم اندازه سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۵۶ |
| شکل ۵-۱۳۷- مقادیر هم اندازه تنش برشی در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۵۶ |
| شکل ۵-۱۳۸- بردارهای سرعت عرضی در کانال آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۵۶ |
| شکل ۵-۱۳۹- مقادیر هم اندازه سرعت در کانال اصلی و آبگیر، $Q_f=0/18$ | ۱۵۷ |
| شکل ۵-۱۴۰- اندازه قدرت جریان ثانویه در، $Q_f=0/13$ | ۱۵۷ |
| شکل ۵-۱۴۱- اندازه قدرت جریان ثانویه در، $Q_f=0/18$ | ۱۵۸ |
| شکل ۵-۱۴۲- اندازه قدرت جریان ثانویه در $Q_f=0/24$ | ۱۵۸ |
| شکل ۵-۱۴۳- تاثیر رسوب بر مقدار انحراف جریان..... | ۱۵۸ |
| شکل ۵-۱۴۴- تاثیر طول و فاصله آبشکن از آبگیر بر مقدار انحراف جریان | ۱۵۹ |
| شکل ۵-۱۴۵- مقایسه توزیع سرعت عمقی در بستر تخت و با فرم بستر، $Q_f=0/18$ | ۱۶۰ |
| شکل ۶-۱- پروفیل بستر قبل از شروع آزمایش‌ها و پس از رسیدن به تعادل | ۱۶۴ |
| شکل ۶-۲- تغییرات سرعت متوسط جریان در مقابل آبگیر در حضور آبشکن، ($L_1=40\text{ cm}$ ، $Q_f=0/3$ ، $\alpha=90^\circ$) | ۱۶۵ |
| شکل ۶-۳- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=135^\circ$ ، متوسط L_1 | ۱۶۸ |
| شکل ۶-۴- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=90^\circ$ ، متوسط L_1 | ۱۶۸ |
| شکل ۶-۵- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=45^\circ$ ، متوسط L_1 | ۱۶۸ |
| شکل ۶-۶- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $L_1 = 40\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۶۹ |
| شکل ۶-۷- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $L_1 = 80\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۶۹ |
| شکل ۶-۸- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $L_1 = 0\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۶۹ |
| شکل ۶-۹- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=90^\circ$ ، متوسط L_D | ۱۶۹ |
| شکل ۶-۱۰- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=135^\circ$ ، متوسط L_D | ۱۷۰ |
| شکل ۶-۱۱- تاثیر نسبت انحراف جریان بر کنترل رسوب، $\alpha=45^\circ$ ، متوسط L_D | ۱۷۰ |
| شکل ۶-۱۲- شکل نهایی رسوبات بستر در کانال آبگیر بعد از تعادل، $Q_f=0/13$ | ۱۷۲ |
| شکل ۶-۱۳- تاثیر طول آبشکن بر کنترل رسوب، $L_1 = 40\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۷۳ |
| شکل ۶-۱۴- تاثیر طول آبشکن بر کنترل رسوب، $L_1 = 0\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۷۳ |
| شکل ۶-۱۵- تاثیر طول آبشکن بر کنترل رسوب، $L_1 = 80\text{ cm}$ ، متوسط β | ۱۷۴ |