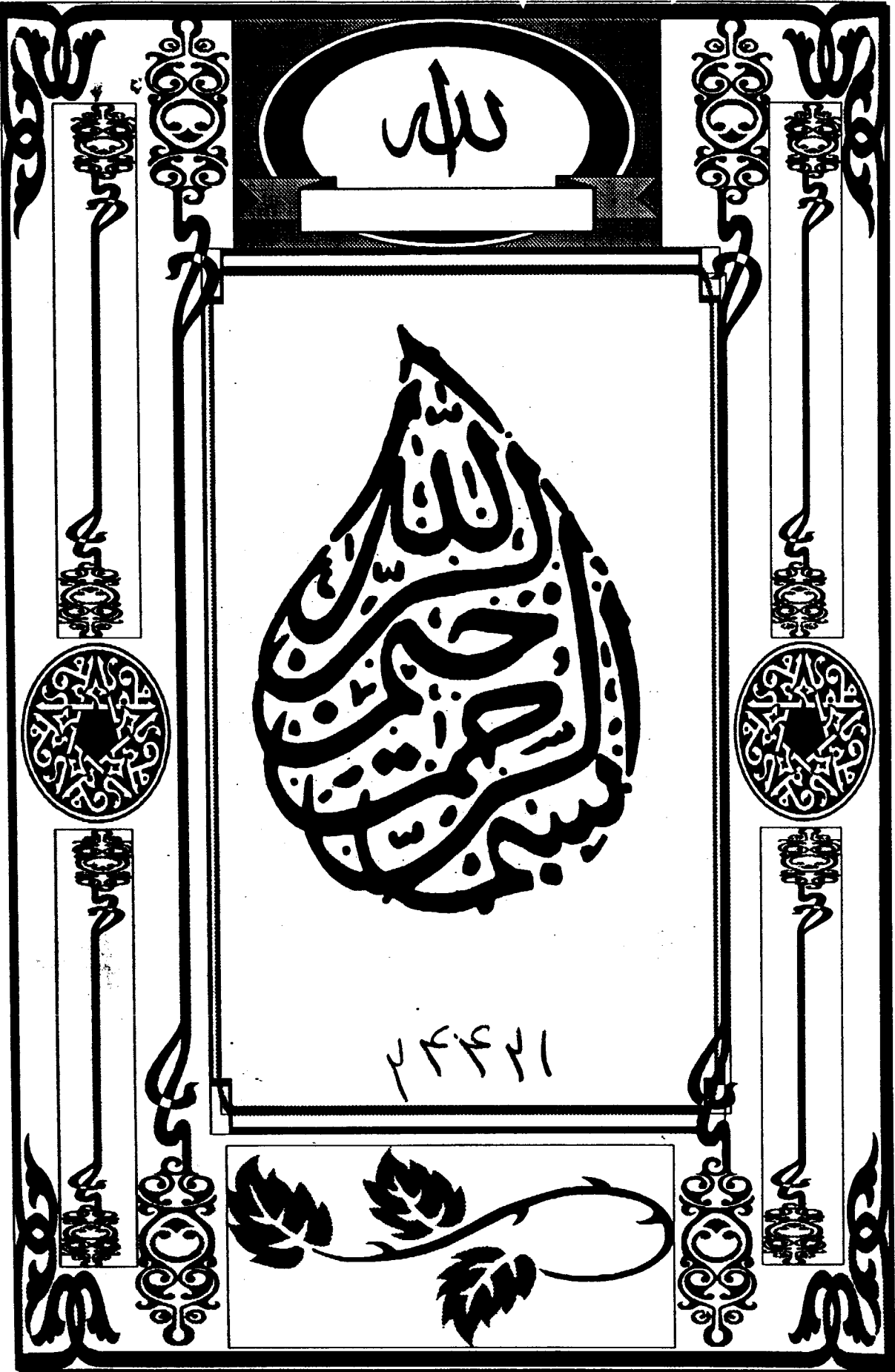


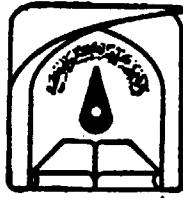
Handwritten numbers and scribbles at the top of the page.

Allah

Large stylized calligraphic text, likely 'Bismillah' (In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful).

Handwritten numbers '۲۴۲۱' at the bottom of the central text area.





دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی عمران - مهندسی آب

# بررسی اثر شرایط جریان ورودی (کانال تقرب آبیگیر نیروگاهها) در ایجاد جریانهای گردابی

عبدالباسط هلال بیکی

استاد راهنما

دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری

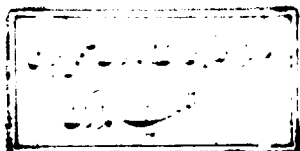
با مشاورت

آقای مهندس علیرضا دائمی

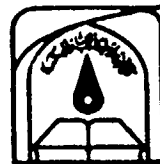
زمستان ۱۳۷۷

۲۴۴۲۱

1458/2



۱۳۲۸ / ۲ / ۲۵



دانشگاه تربیت مدرس

## تاییدیه هیات داوران

آقای عبدالباسط هلال بیگی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان بررسی اثر شرایط جریان ورودی (کانال تقرب آبگیر نیروگاهها) در ایجاد جریانهای گردابی در تاریخ ۷۷/۱۲/۱۲ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران باگرایش آب پیشنهاد می کنند. ۱۳۲۸

امضاء

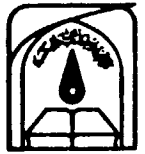
### نام و نام خانوادگی

آقای دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری  
آقای مهندس دائمی  
آقای دکتر آزر مسا  
آقای دکتر سامانی  
آقای دکتر قدسیان

### اعضای هیات داوران

۱- استاد راهنما:  
۲- استاد مشاور:  
۳- استادان ممتحن:  
۴- مدیر گروه:  
(با نمایندگی گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان ... / رساله مورد تایید است.  
امضای استاد راهنما:



شماره: .....

تاریخ: .....

پیوست: .....

## 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 فعالیت های 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 مرکز نشر 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 تربیت مدرس است که در سال ۱۳۷۷ در دانشکده تربیت مدرس دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/ جناب آقای دکتر علیرضا رانجری و مشاوره سرکار خانم/ جناب آقای دکتر علیرضا رانجری از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر 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 دانشجو 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 علیرضا رانجری دانشجوی رشته تربیت مدرس مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

## تقدیم

با ستایش بیکران به پیشگاه پروردگار عالم این اثر را به  
رهروان راه علم و دانش که تکامل و سعادت و آزادگی بشر  
رامی جویند مخصوصاً آموزگارانم از جمله پدر و مادرم که  
از بزرگترین آموزگاران زندگی ام هستند تقدیم می کنم

## تشکر قدردانی

خداوند رحمان را ستایش می‌کنم که پس از تلاش‌های مستمر موفق به انجام این پایان‌نامه گردیدم. بر خود لازم می‌دانم که از راهنمایی‌های ارزشمند آقای دکتر صالحی و دکتر محمد تقی احمدی و آقای مهندس علیرضا دائمی که تلاش فراوانی در پیشبرد و هدایت این پایان‌نامه نمودند، و همچنین سرکار خانم مهندس فرزین عارفی که مرا در انجام این پایان‌نامه مشاورت و مساعدت فرمودند تشکر نمایم.

در ضمن جا دارد از مدیریت محترم گروه آب دانشکده فنی جناب آقای دکتر قدسیان که همواره مرا در پیشبرد این پایان‌نامه و در طول دوره تحصیل مورد لطف خویش قرار دادند تشکر کنم. همچنین از اساتید محترم مدعو که زحمت مطالعه پایان‌نامه را متحمل شدند قدردانی می‌شود.

قبلاً از مساعدت و همکاری مدیریت محترم مرکز تحقیقات آب جناب آقای مهندس منتظری، معاونت فنی تحقیقاتی جناب آقای مهندس دائمی، سرپرست خدمات، تجهیزات و ابزار دقیق آقای مهندس هاشمیان، مدیریت محترم گروه سازه‌های هیدرولیکی سرکار خانم مهندس جمالزاده، سرپرست پروژه آبگیر کارون ۳ مهندس کریمی نژاد و کادر فنی و کارگاهی آن مرکز (کارگاه چوب و پلکسی و کارگاه آهنگری و تاسیسات برق و مکانیک و ساختمانی نقاشی و تراشکاری) کمال تشکر و قدردانی ابراز می‌شود و برای همگان جزای خیر و موفقیت در کلیه مراحل زندگی را طلب می‌نمایم.

در ضمن از آقای مهندس شجاعیان و آقای زیتونلی که در مراحل برداشت آزمایش‌ها مراباری نمودند تشکر می‌نمایم.

## چکیده

تشکیل گرداب در دهانه آبگیر های تحت فشار سد ها باعث بروز صدماتی در تاسیسات برق آبی می گردد. این پدیده تا کنون به اشکال مختلف توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته است و به منظور اجتناب از خسارات ناشی از تشکیل آن معیار های متنوعی ارائه گردیده است. در این پژوهش سعی بر آن شده که ضمن ارائه تجارب محققان مختلف پارامتر های مؤثر بر پدیده گرداب به صورت کامل تر مورد بررسی قرار گیرد. دو پارامتر عمده که تمامی محققان بر اثر آنان در تشکیل گرداب هم عقیده اند، عدد فرود در لوله آبگیر و عمق استغراق در دهانه آبگیر می باشد. اما در آبگیر نیروگاه محدود کردن عدد فرود و یا عدد استغراق بحرانی جریان، تاثیر عمده ای بر راندمان نیروگاه خواهد گذاشت. از این رو در این پژوهش پارامتر دیگری به نام نسبت تقارن توزیع سرعت جریان نزدیک شونده، مورد بررسی قرار گرفته است. این نسبت که با ضریب چولگی توزیع سرعت جریان در کانال تقرب مورد استفاده قرار گرفته است، اثر محسوسی بر شکل گیری و تشدید گرداب دارد، که این موضوع توسط داده های آزمایشگاهی نشان داده شده است.

### لغات کلیدی

گرداب، جریان چرخشی، دوران، آبگیر، چولگی توزیع سرعت جریان

## فهرست مطالب

### ۱- فصل اول - کلیات

۱	۱-۱- مقدمه.....
۲	۲-۱- آشنایی با پدیده گرداب.....
۶	۱-۲-۱- روند شکل گیری گرداب.....
۸	۲-۲-۱- منابع ایجاد گرداب.....
۱۴	۳-۱- انواع آبگیر.....
۱۶	۴-۱- طبقه بندی انواع گرداب.....
۱۶	۱-۴-۱- معیارهای طبقه بندی گردابها.....
۲۱	۲-۴-۱- دامنه تغییر انواع گردابها در طبیعت.....
۲۲	۵-۱- مشکلات جریانهای گردابی.....
۲۲	۶-۱- معادلات حاکم بر جریان های گردابی.....
۲۵	۷-۱- خطوط گرداب و لوله گردابی.....
۲۷	۸-۱- مروری بر کارهای تجربی انجام شده.....
	۲- فصل دوم مفاهیم اساسی گرداب
۳۵	۱-۲- بررسی جریانهای چرخشی و غیر چرخشی.....
۳۵	۱-۱-۲- جریانهای چرخشی.....



۲۱	۲-۱-۲-جریانهای غیر چرخشی .....
۲۵	۲-۱-۲-۱- دوران در جریانهای غیر چرخشی .....
۵۰	۲-۲-گرداب مرکب رانکین .....
۵۵	۲-۳- دوران .....
۵۶	۲-۴- پارامترهای حاکم و روابط بی بعد .....
۵۹	۲-۵- مفهوم عمق استغراق .....
۶۴	۲-۶- اثرات نزدیک بودن دیواره به آبگیر .....
۶۵	۲-۷- وضعیت سرعت جریان در گرداب .....
۶۵	۲-۷-۱- سرعت مماسی .....
۶۸	۲-۷-۲- سرعت شعاعی .....
۷۰	۲-۷-۳- سرعت مموری .....
۷۱	۲-۸- پروفیل سطح جریان .....
	۳-فصل سوم- مدل فیزیکی بررسی پدیده گرداب
۷۴	۳-۱- آشنایی با مدل فیزیکی .....
۷۸	۳-۲- روند آزمایش ها .....
۷۸	۳-۲-۱- پارامترهای مؤثر .....
۸۱	۳-۲-۲- محدوده اندازه گیری .....

۸۲	۳-۲-۳- اهداف اندازه گیری سرعت .....
۸۲	۳-۳- آشنائی با سیستم اندازه گیری .....
۸۲	۳-۳-۱- مشخصات سیستم اندازه گیری .....
۸۴	۳-۳-۲- دقت و خطای سیستم اندازه گیری .....
۸۵	۳-۴- تشابه سازی .....
۸۶	۳-۴-۱- پارامترهای بی بعد .....
۸۶	۳-۴-۱-۱- عدد رینولدز ( لزجت) .....
۸۷	۳-۴-۱-۲- عدد فرود .....
۸۸	۳-۴-۱-۳- عدد ویر (کشش سطحی) .....
۹۰	۳-۴-۱-۴- هندسه مدل .....
۹۰	۳-۵- اثرات مقیاسی .....
۹۱	۳-۵-۱- انتخاب مقیاس مدل فیزیکی .....
۹۱	۳-۵-۲- معیار انتخاب مدل .....
فصل چهارم- تجزیه و تحلیل نتایج	
۹۴	۴-۱- مقدمه .....
۹۴	۴-۲- آنالیز و تجزیه تحلیل قدرت گرداب .....
۹۷	۴-۳- بررسی اثر فرود .....

۹۹ ..... ۴-۴- بررسی اثر عدد استغراق جریان

۱۰۱ ..... ۴-۵- بررسی اثر الگوی جریان در رابطه با قدرت گرداب

۵- فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادها

۱۰۸ ..... ۵-۱- نتیجه گیری

۱۰۸ ..... ۵-۲- پیشنهادها

۱۱۰ ..... ۶- مراجع

۱۱۲ ..... ۷- ضمائم

فصل اول

کلیات

سازه‌های آبگیر<sup>۱</sup> معمولاً برای تهیه آب مورد نیاز، جهت مصارف گوناگون از قبیل مصارف شرب، بهداشتی، صنعتی و تولید نیروی برق بکار می‌رود، در بعضی موارد خاص دچار مشکلاتی می‌گردد. یکی از این مشکلات پدیده شکل‌گیری گرداب<sup>۲</sup> می‌باشد. شکل‌گیری گرداب بسته به وضعیت و شرایط آبگیر دارای مراحل مختلف می‌باشد که خود تقسیم‌بندی گردابها را بدنبال دارد. یکی از مواردی که بیش از بقیه مشکل‌آفرین است تشکیل گرداب بر دهانه آبگیر نیروگاه‌های آبی و سیستم‌های پمپاژ می‌باشد. معمولاً این نوع سیستم‌ها که بعد از آبگیر در مسیر توربین یا پمپ قرار دارد، پدیده گرداب حادث می‌شود. تاجائی که اگر گرداب با هوا همراه باشد، و این‌هوای ورودی، قابل ملاحظه باشد. مشکلات جدی برای دستگاهها و سازه‌های پایین دست ایجاد می‌کند و در بعضی موارد ممکن است باعث تخریب و انهدام دستگاههای پایین دست گردد.

پدیده گرداب مشکلات دیگری نیز ایجاد می‌کند که عبارتند از افزایش افت، کاهش راندمان ماشین‌های هیدرولیکی، عملکرد نامناسب آنها، ایجاد لرزش و سروصدا و نیز خوردگی در توربین‌ها و مجاری آب‌بر. برای تشکیل جریانهای گردابی فرضیه‌های مختلفی ارائه گردیده است، که از آن جمله می‌توان به توزیع غیریکنواخت سرعت در بالادست آبگیر، موقعیت نامناسب آبگیرها، شرایط نامتقارن جریان ناشی از هندسه بالادست، زاویه خطوط جریان نسبت به دهانه آبگیر، موقعیت دیواره‌ها و زیر هندسه بالادست آبگیر اشاره کرد.

اکثر محققان در میان بسیاری از عواملی که باعث شکل‌گیری گرداب می‌گردد، نیروی گریز از مرکز جریان ورودی نسبت به دهانه آبگیر را مهمترین عامل ذکر کرده‌اند. در موارد گوناگون مشاهده گردیده که عدم تقارن شرایط ورودی جریان از نظر هندسی باعث شکل‌گیری گرداب می‌گردد. اما در بعضی حالات خاص جریان هیدرولیکی با هندسه متقارن گرداب مشاهده گردیده. در این گونه موارد

عدم کفایت عمق جریان در دهانه آبیگرو و بالا بودن دبی گذرنده از آبیگیر، عوامل تشکیل دهنده گرداب تشخیص داده شده‌اند.

گروهی دیگر از محققان گریز از مرکزیت بین مقطع کانال تقرب و آبیگیر را علت شکل‌گیری دوران<sup>۱</sup> جریان ذکر کرده‌اند. که این دوران باعث ایجاد گرداب می‌گردد، معمولاً می‌توان گفت که شدت و پایداری جریان چرخشی با افزایش محدوده چرخش، افزایش می‌یابد. گاهی اوقات شرایط محلی و یا شرایط خاص طراحی به لحاظ بهینه نمودن اقتصادی دراصل مسایل هیدرولیکی گرداب در آبیگیرها دخالت می‌کند، در این گونه حالات باید طراح طوری عمل کند که با توجه به شرایط اجباری که به لحاظ محلی وجود دارد کمترین گرداب تشکیل گردد.

### ۱-۲- آشنایی با پدیده گرداب

از نظر هیدرولیکی هنوز پدیده گرداب به طور کامل شناخته نشده است، اما در این زمینه تحقیقات وسیعی صورت گرفته است. گرداب پدیده پیچیده‌ای می‌باشد که افراد مختلف ایده‌های گوناگونی در راستای شناخت آن ارائه داده‌اند. بعضی از نظرات که بیشتر به آنها تاکید شده است در زیر آمده است. در گرداب با سطح آزاد<sup>۲</sup> تمام گردابها در ابتدا در مرزهای سیال تشکیل می‌گردند و با گذشت زمان به داخل سیال انتشار می‌یابند. به طور معمول ابتدای یک جریان گردابی از سطح جریان شروع می‌شود، و به تدریج به داخل جریان انتشار می‌یابد، و ممکن است در یک سیستم پمپاژ گرداب از کف آبیگیر (مرز صلب) شروع شود، و تا دهانه لوله مکش ادامه یابد. [۱۹]

هرگاه ذرات سیال ضمن حرکت حول مراکز خود در امتداد جریان دوران نمایند. و در نتیجه آن، سرعت زاویه‌ای ایجاد می‌شود، که این سرعت زاویه‌ای باعث ایجاد جریان چرخشی<sup>۳</sup> می‌گردد. ولی اگر این ذرات بدون دوران با سرعت زاویه‌ای برابر صفر به حرکت خود ادامه دهند، جریان غیر چرخشی<sup>۴</sup> را بوجود می‌آورند [۱]. برای روشن شدن بهتر این موضوع تعاریف زیر بیان می‌گردد.

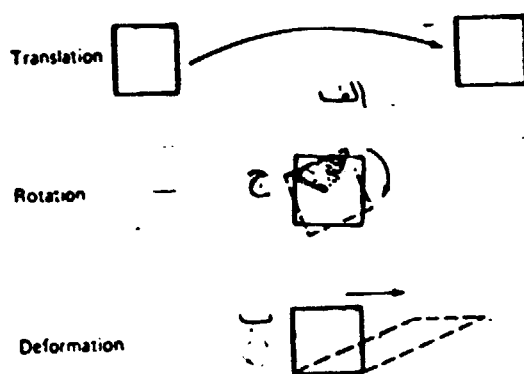
تغییر مکان<sup>۵</sup> (انتقال): عبارتست از جابجایی ذره از نقطه‌ای به نقطه دیگر. شکل (۱- الف)

۱ circulation    ۲ Free Surface    ۳ Rotational flow    ۴ Irrotational flow    ۵ Movment

تغییر شکل<sup>۱</sup>: در حین حرکت سیال ممکن است بعلت حضور لزجت در سیال تغییر شکل در المان سیال بوجود آید. شکل (۱-۱-ب)

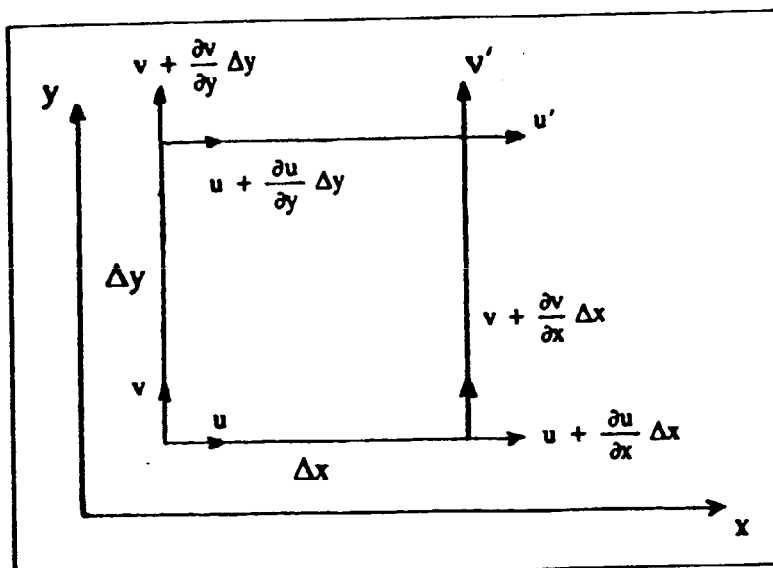
چرخش<sup>۲</sup>: این پدیده در اثر عواملی همانند وجود مرزهای غیر لغزشی (سرعت صفر در مرزها) المان سیال قابلیت چرخش یا دوران را حول محورش پیدا می کند. شکل (۱-۱-ج)

لازمه وجود یک جریان، حرکت انتقالی است و چنانچه جریان دو یا سه بعدی باشد تغییر شکل روی خواهد داد، حرکت چرخشی بیانگر انرژی تلف شده می باشد و در معادله کلی جریان شرکت نمی کند.



شکل (۱-۱) انتقال (الف) تغییر شکل (ب) چرخش (ج) در سیال [۱۵]

باتوجه به شکل (۲-۱) شکل ریاضی مطالب فوق را می توان به صورت زیر بیان کرد:



شکل (۲-۱) ذره سیال در دو بعد

همراه مؤلفه های سرعت [۲]

۱ Deformation

۲ Rotation