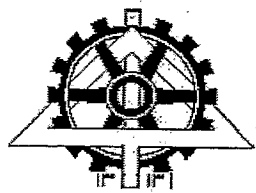


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی توربین پلتون و تهیه نرم افزار آن

نگارش: داود کریمی

اساتید راهنما: دکتر سید احمد نوربخش
دکتر مهرداد رئیسی

استاد مشاور: دکتر کیوان صادقی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

۱۳۸۷ / ۱۱ / ۲۷

زمستان ۸۶

۴ ۷۵۳

کتابخانه اطلاعات مکانیک
موسسه مکانیک

چکیده

در دنیای امروز بحث انرژی به مهمترین دغدغه بشر تبدیل شده است به طوری که یکی از فاکتورهای اساسی و اصلی پیشرفت کشورها را می توان در میزان تولید انرژی آنها دید. با توجه به این مسئله و وجود منابع و ذخایر بزرگ و کوچک آبی در کشورمان یکی از روشهای مهم تولید انرژی استفاده از انرژی آب می باشد. با توجه به نیاز روز افزون کشور به انرژی و با افزایش استفاده از انرژی هیدروالکتریک و همچنین توسعه و تکامل صنعت سد سازی و بالطبع با پیشرفت و بهینه و کارا شدن نیروگاههای آبی موجود و نیاز به ساخت نیروگاههای بیشتر برای تامین انرژی درخواستی و همچنین ذخیره بیشتر و استفاده معقول تر از انرژی های فسیلی موجود، ضروری است که تکنولوژی و فن آوری طراحی توربین های هیدرولیکی بومی شده و در کشور خودمان انجام گیرد. توربین پلتون نیز به عنوان یکی از انواع مختلف توربین های آبی می تواند با توجه به مشخصات هیدرولیکی مناطق کوهستانی و با ارتفاع زیاد و همچنین چون این نوع توربین در واحدهای کوچک هم مقرون به صرفه می باشد، مورد استفاده قرار گیرد. طراحی قاشقک توربین پلتون به دلیل پیچیدگی جریان داخل آن همواره کاری دقیق و حساس بوده و هنوز نیز منحنی خاصی برای آن پیشنهاد نشده است.

در این تحقیق سعی گردیده است با جمع آوری منابع مهم موجود برای طراحی توربین پلتون، روابط و معادلات مورد نیاز و مهم گرد آوری شود و با توجه به نیاز کشور به انرژی و استفاده از انرژی های تجدید پذیر امید است بتوانیم آنرا در کشورمان بومی نماییم.

برای این منظور و با توجه به موضوع رساله ابتدا به بررسی روابط و بدست آوردن آنها با استفاده از قوانین مکانیک سیالات و معادلات حاکم بر سیالات پرداخته شده است. که این بخش از تحقیق مهمترین بخش از کار تحلیل جریان در مورد چرخ توربین پلتون را شامل می گردد.

سپس به ارائه روابط در طراحی اجزای توربین پلتون شامل انژکتور، نازل، قاشقک و چرخ پرداخته شده است. و روابط طراحی که از روشهای آزمایشگاهی و آماری بدست آمده است بیان گردیده است. البته این بخش از طراحی برای طراحی های اولیه و ابتدائی و جهت تخمین کارائی توربین در محل مورد نظر و بررسی جنبه های اقتصادی آن بیشتر مورد توجه طراحان قرار می گیرد.

در این تحقیق سعی شده است تا با کمک شبکه عصبی و منحنی های موجود از چند قاشقک شبکه را جهت تولید کیفی منحنی قاشقک بر اساس سرعت مخصوص توربین آموزش داده و نتایج آنرا مورد بررسی قرار دهیم.

و در انتها سعی شده است با استفاده از روابط مذکور جهت طراحی توربین پلتون نرم افزاری ساده تهیه و ارائه شود.

تشکر و قدردانی

لازم می‌دانم مراتب قدردانی و سپاس خود را از استاد ارجمند جناب آقای دکتر نوربخش به سبب راهنمایی‌ها و هدایت این جانب در انجام این پروژه ابراز نمایم.

همچنین از دوست عزیزم آقای مهندس علیرضا ریاسی کمال تشکر را دارم.

فهرست علائم

| | | | |
|------------|-------------------------------|-----------|--|
| Q | دبی | H_t | ارتفاع ریزش هندسی یا ظاهری |
| k_D | ضریب تخلیه | H_b | ارتفاع ریزش خام |
| k_D | ضریب تصحیح مقطع جت آب | H_n | ارتفاع ریزش خالص |
| k_u | ضریب سرعت محیطی | H_{eff} | ارتفاع ریزش موثر |
| k_c | ضریب سرعت مطلق | i | تعداد جت آب |
| σ | ضریب عکس العمل | N_p | تعداد زوج قطب ژنراتور |
| β | زاویه سیال در خروج | Z | تعداد چرخ |
| n_s | سرعت مخصوص | η | راندمان |
| n | سرعت دورانی چرخ | ζ | راندمان جریان در قاشقک |
| ω | سرعت زاویه ای چرخ | α | زاویه برخورد آب با قاشقک در نمای جانبی زاویه بین سرعت مطلق و خط افق |
| W_1 | سرعت نسبی آب در ورود به قاشقک | θ | زاویه پره با خط عمود |
| W_2 | سرعت نسبی آب در خروج از قاشقک | δ | زاویه بین دو قاشقک |
| U | سرعت محیطی قاشقک | t | زمان |
| C_1 | سرعت مطلق جت آب | f | فرکانس جریان الکتریکی |
| Ω_s | سرعت مخصوص بی بعد | d_j | قطر جت آب |
| C'_0 | سرعت جت آب در نقطه کمترین قطر | D | قطر چرخ |
| Re | عدد رینولدز | P | قدرت |

A_{noz}

مساحت مقطع نازل

A_j

مساحت مقطع جت آب

D_b

قطر خارجی چرخ توربین

x

نسبت سرعت محیطی فاشتک
به سرعت جت آب

فهرست مطالب

فصل اول

- مقدمه ۲
- ۱-۱- نیروگاه برقابی ۲
- ۲-۱- تعاریف اصلی ۶

فصل دوم

- توربین پلتون ۱۱
- ۱-۲- توربین پلتون ۱۱
- ۲-۲- تئوری ساده شده ۱۷

فصل سوم

- تئوری اصلی توربین پلتون ۲۵
- ۱-۳- نیروهای جریان و مبادله انرژی ۲۵
- ۲-۳- جت قطع شده توسط قاشقک در حال چرخش ۴۰
- ۳-۳- حالت انطباق و سرعت محیطی مخصوص اپتیمم ۴۸
- ۴-۳- حرکت نسبی آب داخل پره ۵۰
- ۱-۴-۳- نیروهای کنترلی در حرکت نسبی ۵۰
- ۲-۴-۳- قانون انرژی و معادلات نامتغییر ۵۱
- ۳-۴-۳- تاثیر گرادیان فشار در نتیجه انحنای سطح ۵۱
- ۴-۴-۳- بسط معادله نامتغییر ۵۳
- ۵-۳- راندمان هیدرولیکی ۵۷
- ۱-۵-۳- راندمان هیدرولیکی یک ذره سیال ۶۲

۶۴ راندمان هیدرولیکی یک لایه از جت ۲-۵-۳

۶۵ راندمان هیدرولیکی جت ۳-۵-۳

فصل چهارم

۶۷ مشخصات و کاربرد توربین پلتون

۶۷ ۱-۴- سرعت مخصوص

۷۱ ۲-۴- مشخصه های توربین پلتون

۷۱ ۱-۲-۴- مشخصه های توربین پلتون در دور ثابت

۷۵ ۲-۲-۴- مشخصه های توربین پلتون با ارتفاع ریزش ثابت

۷۸ ۳-۴- پارامترهای تشابهی و منحنی های هیل

۸۴ ۴-۴- مقایسه عملکرد و دامنه کار توربین ها

فصل پنجم

۹۱ طراحی توربین پلتون

۹۱ ۱-۵- جت آب

۹۶ ۲-۵- نازل

۱۰۰ ۳-۵- انژکتور (سوزن نازل)

۱۰۴ ۱-۳-۵- راندمان مانومتریک انژکتور

۱۰۸ ۴-۵- چرخ و قاشقک توربین پلتون

۱۱۴ ۵-۵- تعداد قاشقک های توربین پلتون

۱۱۶ ۶-۵- سرعت اپتیمم

۱۲۰ ۷-۵- سرعت فرار

۱۲۱ ۸-۵- دفلکتور

- ۹-۵- تاثیر تغییرات دبی و ارتفاع..... ۱۲۳
- ۱۰-۵- نکاتی دیگر در طراحی توربین..... ۱۲۴
- ۱۱-۵- طراحی توربین پلتون با روابط تجربی..... ۱۲۵
- ۱-۱۱-۵- ابعاد چرخ..... ۱۲۷

فصل ششم

- شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۳۶
- ۱-۶- مقدمه..... ۱۳۶
- ۲-۶- تک نرون به عنوان دسته بندی کننده..... ۱۳۷
- ۳-۶- پرسپترون تک لایه..... ۱۴۰
- ۴-۶- پرسپترون چند لایه..... ۱۴۳
- ۵-۶- آموزش شبکه های عصبی MLP..... ۱۴۵
- ۶-۶- بدست آوردن منحنی کیفی قاشقک با کمک شبکه عصبی..... ۱۴۸

فصل هفتم

- ۱-۷- نرم افزار طراحی توربین پلتون..... ۱۵۹

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: طرح شماتیک نیروگاه برقابی ۴
- شکل ۱-۲: خطوط فشار و سرعت در طول حرکت سیال ۵
- شکل ۱-۴: توربین پلتون با دو جت ۷
- شکل ۱-۲: طرح قاشقک اختراعی لستر پلتون ۱۲
- شکل ۲-۲: توربین پلتون با محور افقی و دو جت ۱۴
- شکل ۲-۳: توربین پلتون با محور عمودی و شش جت ۱۴
- شکل ۲-۴: برخورد جت آب با قاشقک ۱۶
- شکل ۲-۵: تبادل انرژی جت آب و قاشقک ۱۸
- شکل ۲-۶: ضربه جت آب به چرخ توربین در حال چرخش ۲۱
- شکل ۲-۷: جریان آب در خروج از قاشقک در موقعیت های مختلف ۲۲
- شکل ۳-۱: دیاگرام سرعت آب در ورود و خروج ۲۵
- شکل ۳-۲: طرح سه بعدی آب داخل قاشقک ۳۰
- شکل ۳-۳: زوایای برخورد جت و قاشقک ۳۵
- شکل ۳-۴: موقعیت جت آب و قاشقک برای حالت $x > x_{lim}$ ۳۷
- شکل ۳-۵: برخورد جت با قاشقک در زاویه غیر ۹۰ درجه ۳۸
- شکل ۳-۶: تغییرات θ_B و θ_{lim} را بر حسب X ۳۹
- شکل ۳-۷: برخورد جت آب با قاشقک و قطع آن ۴۱
- شکل ۳-۸: قطع جت آب ۴۱
- شکل ۳-۹: تعیین موقعیت قاشقک در زمانهای t_c و t_d ۴۵
- شکل ۳-۱۰: شروع برش جت آب توسط قاشقک ۴۹

- شکل ۳-۱۱: رابطه ضریب سرعت محیطی و تعداد قاشقک ۵۰
- شکل ۳-۱۲: تقسیم جت آب به n لایه ۵۴
- شکل ۳-۱۳: معادله نامتغیر لایه در فاصله Y از لایه آزاد ۵۵
- شکل ۳-۱۴: نمودار راندمان توربین پلتون ۵۷
- شکل ۳-۱۵: منحنی واقعی راندمان توربین پلتون ۵۸
- شکل ۳-۱۶: تاثیر پارامتر R_s/R_1 روی راندمان هیدرولیکی ۶۲
- شکل ۳-۱۷: تاثیر زاویه β روی راندمان هیدرولیکی ۶۲
- شکل ۳-۱۸: روش انتگرال گیری برای محاسبه راندمان ۶۴
- شکل ۴-۲: دامنه کارکرد توربین ها بر اساس سرعت مخصوص ۷۱
- شکل ۴-۳: نمودار انتخاب سرعت مخصوص توربین بر اساس ارتفاع کارکرد ۷۲
- شکل ۴-۴: سرعت در ورود و خروج قاشقک ۷۳
- شکل ۴-۵: منحنی مشخصه توربین پلتون در دبی ثابت ۷۶
- شکل ۴-۶: منحنی مشخصه توربین پلتون در دور ثابت ۷۷
- شکل ۴-۷: منحنی هیل توربین پلتون ۸۲
- شکل ۴-۸: دامنه عملکرد توربین های مختلف ۸۴
- شکل ۴-۹: همپوشانی دامنه کارکرد توربین پلتون و فرانسیس ۸۶
- شکل ۴-۱۰: عملکرد توربین ها بر اساس قدرت و ارتفاع ۸۷
- شکل ۴-۱۱: محدوده توربین های تجاری ۸۷
- شکل ۴-۱۲: مقایسه راندمان چهار توربین پلتون (۱)، فرانسیس (۲)، کاپلان (۳) و دریاژ (۴) با تغییر دبی ۸۸
- شکل ۴-۱۳: منحنی تغییرات راندمان توربین ۸۹
- شکل ۴-۱۴: منحنی تغییرات راندمان بر حسب سرعت مخصوص (بی بعد) ۸۹
- شکل ۵-۱: تغییرات فشار دینامیک در جت آب ۹۳

- شکل ۵-۲: توزیع سرعت جت آب در نازل بدون سوزن انژکتور و دارای سوزن انژکتور ۹۵
- شکل ۵-۳: خروج آب از نازل بدون سوزن ۹۶
- شکل ۵-۴: انواع مختلف نازل ۹۹
- شکل ۵-۵: دو نوع سوزن انژکتور با طراحی قدیم و جدید ۱۰۱
- شکل ۵-۶: هندسه سوزن انژکتور ۱۰۲
- شکل ۵-۷: منحنی قطر جت و راندمان انژکتور بر حسب کورس سوزن ۱۰۶
- شکل ۵-۸: ابعاد سوزن و نازل بر حسب قطر جت آب ۱۰۷
- شکل ۵-۹: تفاوت قاشقک قدیمی تر (سمت راست) و اصلاح شده (سمت چپ) ۱۰۹
- شکل ۵-۱۰: ابعاد قاشقک توربین پلتون ۱۱۰
- شکل ۵-۱۱: مشخصات قاشقک توربین پلتون ۱۱۱
- شکل ۵-۱۲: مشخصات قاشقک توربین پلتون از نمای بالا ۱۱۲
- شکل ۵-۱۳: منحنی تغییرات راندمان قاشقک بر حسب ابعاد قاشقک ۱۱۳
- شکل ۵-۱۴: دو بخش مهم قاشقک ۱۱۴
- شکل ۵-۱۵: مسیر نسبی ذره آب ۱۱۵
- شکل ۵-۱۶: منحنی تغییرات نسبت قدرت به سرعت توربین ۱۲۰
- شکل ۵-۱۷: چهار نوع دفלקتور مختلف ۱۲۲
- شکل ۵-۱۸: توربین پلتون با جت در جهت مخالف چرخش ۱۲۳
- شکل ۵-۱۹: مسیر نسبی ذره آب در شرایط مختلف سرعت و ارتفاع ۱۲۴
- شکل ۵-۲۰: ابعاد چرخ و قاشقک ۱۲۸
- شکل ۵-۲۱: طرح شماتیک از دو توربین پلتون و فرانسیس ۱۲۹
- شکل ۵-۲۲: انتخاب سرعت مخصوص (بی بعد) بر حسب ارتفاع ریزش خالص ۱۳۰
- شکل ۵-۲۳: انتخاب سرعت مخصوص (SI) بر حسب ارتفاع ریزش خالص ۱۳۲

- شکل ۵-۲۴: ابعاد هندسی توربین بر حسب سرعت مخصوص (بی بعد)..... ۱۳۳
- شکل ۶-۱: ساختار تک نرون ۱۳۸
- شکل ۶-۲: توابع محرک به ترتیب راست به چپ: خطی، لگاریتمی، تانژانت هیپربولیک، تابع آستانه ۱۳۹
- شکل ۶-۳: ساختار کلی پرسپترون تک لایه ۱۴۰
- شکل ۶-۴: دو حالت پراکنندگی داده های چهار کلاس در فضای دو بعدی ورودی ۱۴۲
- شکل ۶-۵: مرزهای جداکننده یک پرسپترون تک لایه با دو ورودی و سه خروجی ۱۴۳
- شکل ۶-۶: ساختار شبکه پیشرو دولایه با توابع سیگموئید در لایه پنهان و لایه خروجی ۱۴۴
- شکل ۶-۷: کمینه کلی و کمینه محلی ۱۴۶
- شکل ۶-۸: ساختار کلی آموزش با ناظر ۱۴۷
- شکل ۶-۹: یک قاشقک توربین پلتون ۱۴۸
- شکل ۶-۱۰: نیمی از قاشقک توربین ۱۴۹
- شکل ۶-۱۱: تعیین مختصات نقاط روی منحنی های قاشقک ۱۴۹
- شکل ۶-۱۲: نقاط حاصل از شبکه عصبی ۱۵۶
- شکل ۷-۱: ورود داده ها به نرم افزار ۱۶۰
- شکل ۷-۲: انتخاب وضعیت افقی و دو جت آب ۱۶۱
- شکل ۷-۳: انتخاب وضعیت عمودی و چهار جت آب ۱۶۱
- شکل ۷-۴: نتایج محاسبات توربین پلتون ۱۶۲
- شکل ۷-۵: ابعاد چرخ و قاشقک توربین پلتون ۱۶۳
- شکل ۷-۶: نتایج با استفاده از روابط آزمایشگاهی ۱۶۴
- شکل ۷-۷: معرفی قسمتهای مختلف توربین پلتون ۱۶۵
- شکل ۷-۸: مشاهده محدوده کار توربین پلتون ۱۶۵

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

۱-۱- نیروگاه برقابی

نیروگاههای برقابی به نیروگاههایی که در آنها بوسیله توربینهای آبی از انرژی موجود در آب، برق تولید می‌شود گفته می‌شود. به دلیل مسائل زیست محیطی و ارزش مواد سوختی و محدودیت آنها، امروزه در اغلب کشورهای جهان ساخت نیروگاههای برقابی و بهره حداکثر از انرژی آب افزایش چشمگیری داشته است و شاید تنها اشکال نیروگاههای آبی در مقایسه با نیروگاههای بخار و گازی را بتوان بالا بودن سرمایه اولیه و مدت زمان طولانی ساخت اینگونه از نیروگاهها دانست. از دیگر مزایای نیروگاههای آبی می‌توان به عمر مفید طولانی و هزینه نگهداری کم این نیروگاهها نام برد. نیروگاههای آبی از نظر قدرت تولیدی به چند گروه تقسیم می‌شوند:

۱- نیروگاههای آبی بزرگ

۲- نیروگاههای آبی متوسط

۳- نیروگاههای آبی کوچک^۱

۴- نیروگاههای آبی خیلی کوچک^۲ با ارتفاع ریزش ۲ تا ۴۰۰ متر و قدرت تولیدی ۵۰ تا ۵۰۰۰ کیلو وات.

۵- نیروگاههای آبی ریز^۳ با ارتفاع ریزش ۱/۵ تا ۵۰ متر و قدرت تولیدی ۵ تا ۵۰ کیلو وات.

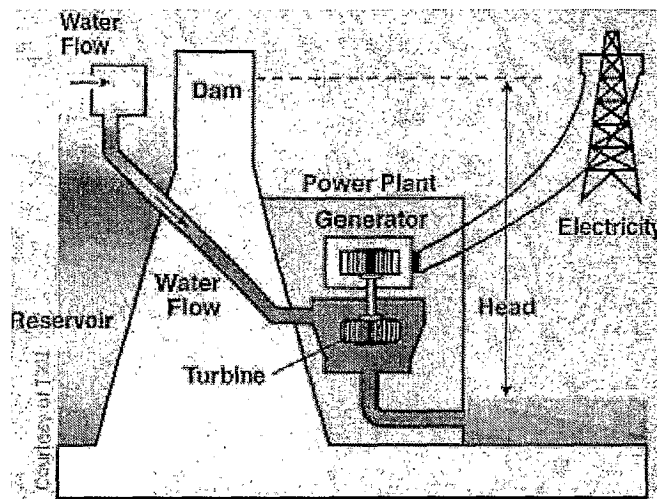
همچنین از نظر ارتفاع آبی که توربین با آن کار می کند نیز به سه دسته با ارتفاع کم، متوسط و زیاد دسته بندی می شوند [8].

توربینهای آبی انرژی آب را به انرژی مکانیکی تبدیل نموده و این انرژی در ماشینهای مولد الکتریسیته که ژنراتورها نامیده می شوند به انرژی برق تبدیل می گردد و با گذشت سالیان متمادی و طراحی های جدید به تدریج در دامنه وسیعی از دبی و ارتفاع استفاده می شوند [2].

توربینهای آبی که در طبقه بندی کلی توربو ماشینها در طبقه ماشینهای مولد قرار دارند را ممکن است از لحاظ امتداد ورود و خروج سیال به داخل آنها به انواع محوری^۴، شعاعی^۵ و مماسی تقسیم می شوند.

که در مورد توربینهای شعاعی چون در حالتی که حرکت سیال در چرخ به سمت در جهت ازدیاد فاصله نسبت به محور آن افت انرژی بیشتری از حالتی است که این حرکت در جهت کاهش فاصله با محور چرخ (به سمت محور) می باشد در نتیجه راندمان آنها کمتر بوده در نتیجه چرخهای گریز از مرکز کمتر مورد توجه سازندگان بوده است [10].

Mini²
Micro³
Axial⁴
Radial⁵



شکل ۱-۱: طرح شماتیک نیروگاه برقابی

توربینهای آبی به لحاظ چگونگی تغذیه چرخ آنها نیز به دو دسته تقسیم می‌شوند به این ترتیب که اگر ورود و خروج سیال از تمام نقاط محیط چرخ انجام گیرد ماشینها را با تغذیه کامل و اگر تغذیه چرخ و توربین فقط روی قسمتی از محیط چرخ انجام گیرد ماشین را با تغذیه جزئی نامند. [10]

مشخص است که در توربینهای با تغذیه جزئی تعداد پره های فعال کمتر از تعداد کل پره ها می‌باشد پس اگر تمام پره ها داخل سیال قرار گیرند تماس پره‌های غیر فعال باعث ایجاد افت انرژی قابل توجهی خواهد گردید و برای جلوگیری از بروز چنین مشکلی لازم است که تمام پره ها در هوا دوران نمایند در نتیجه فشار استاتیک آب در ورود به چرخ و خروج از چرخ آن مساوی می‌باشد و داریم: [10]

$$\sigma = \frac{H_s}{H} = 0 \quad (1-1)$$

به چنین توربینهایی بدون عکس العمل^۶ یا ضربه‌ای^۷ گویند.

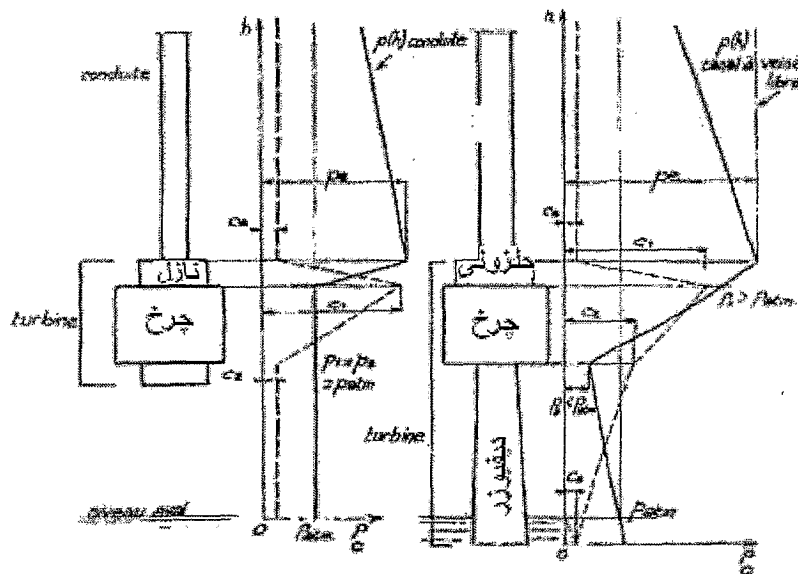
پس در حالت کلی می‌توان نوشت:

Action turbine⁶
Impulse turbine⁷

۱- توربین با تغذیه جزئی و بدون عکس العمل یا ضربه‌ای؛

۲- توربین با تغذیه کامل و عکس العملی^۸.

در توربینهای نوع ضربه‌ای کل ارتفاع ریزش آب توسط یک یا چند نازل به سرعت تبدیل گشته و برخورد جت آب با سرعت بالا باعث ایجاد دوران می‌گردد. از این نوع توربینها می‌توان به توربین پلتون^۹، تورگو^{۱۰} و بانکی^{۱۱} (جریان متقاطع)^{۱۲} را نام برد [8].



شکل ۱-۲: خطوط فشار و سرعت در طول حرکت سیال [1]

همانطور که در شکل (۱-۲) خطوط فشار و سرعت در طول حرکت سیال قبل و بعد توربین به طور شماتیک رسم شده است. مشخص است که در توربین ضربه‌ای فشار آب در حین زمان برخورد برابر فشار اتمسفر

- Reaction turbine⁸
- Pelton turbine⁹
- Turgo turbine¹⁰
- Banki turbine¹¹
- Cross-Flow Turbine¹²

می‌باشد. در حالی که در توربینهای عکس‌العملی فشار استاتیک آب داخل چرخ ثابت نبوده و تنها بخشی از ارتفاع آن قبل از ورود به چرخ تبدیل به سرعت می‌گردد، فشار و سرعت آب در حین عبور از چرخ به تدریج کاهش یافته و در نتیجه انرژی موجود در آب به چرخ واگذار می‌شود [1].

یک محفظه حلزونی^{۱۳} شکل و معمولاً دو هدایت‌کننده با پره‌های ثابت و متحرک وظیفه رساندن آب به چرخ توربین را عهده دار هستند. از توربینهای عکس‌العملی می‌توان به توربین فرانسیس^{۱۴}، کاپلان^{۱۵}، دریاز^{۱۶}، لوله‌ای^{۱۷} و حبابی^{۱۸} اشاره نمود [8].

۱-۲- تعاریف اصلی

برای درک بهتر از قوانین اساسی و تئوری‌های حاکم در مهندسی نیروگاه‌های آبی می‌بایست تعاریف روشن و واضح از برخی کلمات ارائه گردد. در این تحقیق به طور مختصر به چندی از آنها اشاره می‌شود. قدرت تولیدی یک نیروگاه هیدروالکتریک تابع دو متغیر دبی و ارتفاع ریزش خالص می‌باشد. دبی آب برابر مقدار جریان آب بوده به زمان و سطح حوزه بارندگی بستگی دارد و بر اساس بارندگی و ذخیره آب متغیر است [10].

ارتفاع ریزش یا ارتفاع هیدرولیکی نیز تابع مشخصات توپوگرافی و محل استقرار نیروگاه می‌باشد و انواع مختلفی به شرح زیر دارد.

ارتفاع ریزش هندسی یا ظاهری که برابر اختلاف ارتفاع سطح آب در بالا دست و پایین دست نیروگاه نسبت به یک سطح مبنا می‌باشد و به صورت زیر نوشته می‌شود [20]:

$$H_t = Z_a - Z_f \quad (2-1)$$

Spiral Case¹³
Francis Turbine¹⁴
Kaplan Turbine¹⁵
Deriaz Turbine¹⁶
Tubular Turbine¹⁷
Bulb Turbine¹⁸