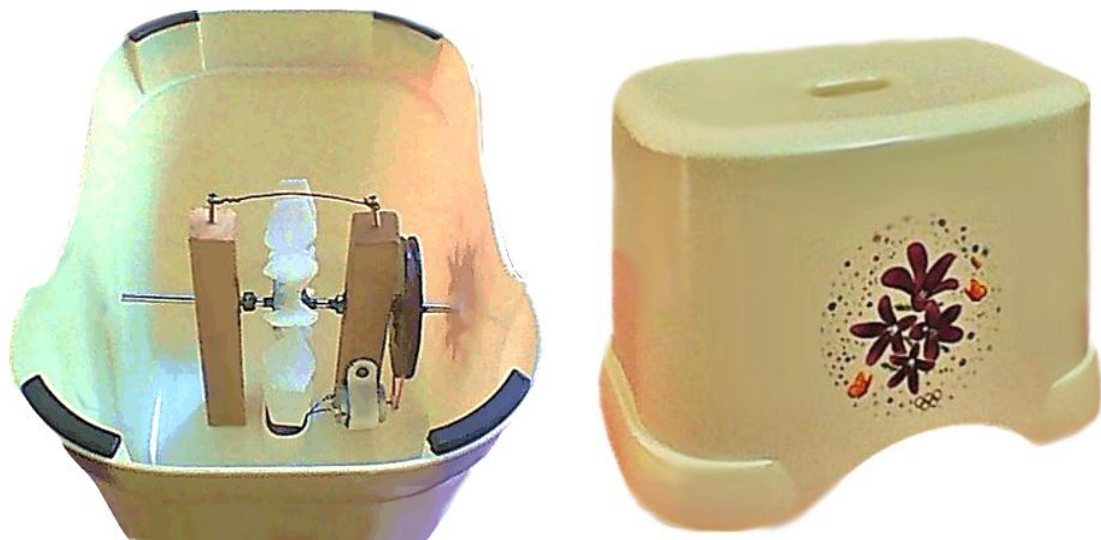


به نام خدا

گزارش کار پروژه‌ی درس مکانیک سیالات ۱

طراحی و ساخت یک توربین آبی کوچک



خرداد ماه ۱۳۹۶

فهرست مطالب

پیشگفتار ۴

فصل اول: معرفی توربین

۱-۱ مقدمه ۵

۱-۲ معرفی توربین ۵

۱-۳ فهرست اجزای توربین ۶

فصل دوم: طراحی توربین

۲-۱ مقدمه ۷

۲-۲ طرح اولیه‌ی توربین ۷

۲-۳ اصلاح طرح اولیه ۷

۲-۴ طرح توربین اصلاح شده ۸

فصل سوم: اجزا و قطعات توربین

۳-۱ مقدمه ۹

۳-۲ صندلی کوپک پلاستیکی ۹

- ۳-۳ تکیه‌گاه‌های چوبی ۱۰
- ۳-۴ روتور توربین ۱۱
- ۳-۵ شفت توربین ۱۲
- ۳-۶ تسمه پولی ۱۳
- ۳-۷ ژنراتور (موتور الکتریکی) ۱۴
- ۳-۸ مصرف کننده انرژی الکتریکی ۱۴
- ۳-۹ شلنگ و نازل ۱۵
- ۳-۱۰ ابزارها و دیگر قطعات ۱۶

نتیجه گیری

- نتیجه گیری ۱۷

پیشگفتار

این گزارش، شرحی از مراحل پروژه‌ی ساخت توربین کوچک آبی را شامل می‌شود که فرآیند تولید آن از اواسط اسفند ماه ۱۳۹۵ آغاز شد و در اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ به پایان رسید.

در ساخت این توربین سعی بر این بوده است که دقیقاً طبق دستورالعملی که از طرف استاد ارائه شده است، عمل شود و قوانین و محدودیت‌های ذکر شده در آن دستورالعمل، رعایت گردد.

این گزارش در ۴ فصل تدوین شده و در آن، مراحل طراحی و ساخت این توربین به طور کامل بیان گردیده است. فصل اول این گزارش شامل معرفی توربین، نوع آن و ارائه‌ی یک نمای کلی از اجزاء و قطعات و طرز کار توربین است. در فصل دوم، مراحل طراحی توربین و اصلاح عیوب موجود در طرح‌های اولیه بیان گردیده است. فصل سوم به معرفی دقیق اجزاء و قطعات توربین و همچنین علل انتخاب این اجزا برای استفاده در ساختمان توربین پرداخته است. در بخش پایانی این گزارش، به بررسی اهدافی که از ساخت این توربین وجود داشت و نتایجی که پس از آزمایش به دست آمد، پرداخته شده است و در نهایت، میزان مطابقت نتایج به دست آمده با اهداف مورد نظر، بیان شده است.

فصل اول:

معرفی توربین

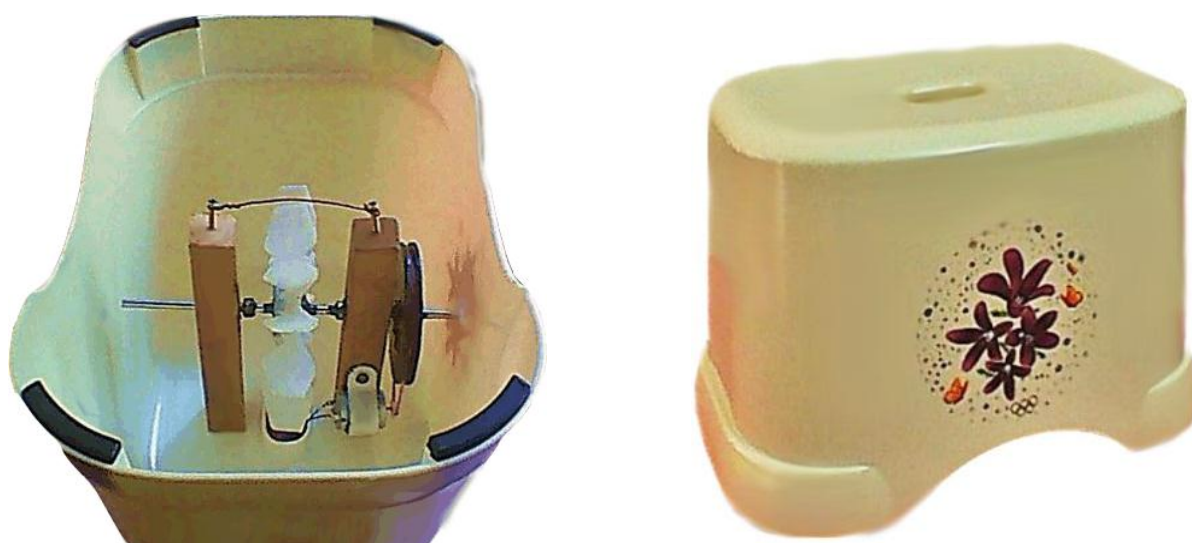
۱-۱ مقدمه

در این فصل قصد داریم که به صورت اختصار به معرفی توربین ساخته شده و ارائه‌ی یک نمای کلی از نوع توربین، اجزاء و قطعات و طرز کار آن بپردازیم.

۱-۲ معرفی توربین

در صنعت، دسته‌بندی‌های مختلفی برای توربین‌ها تعریف شده است؛ مثلاً دسته‌بندی بر اساس منبع تأمین کننده‌ی انرژی دورانی، افقی و عمودی بودن محور توربین، چگونگی برخورد آب یا باد به پره‌های توربین و ... نمونه‌هایی از این دسته‌بندی‌ها هستند.

توربینی که در طی این پروژه طراحی و ساخته شده است، یک توربین آبی از نوع توربین پلتون است که در اثر برخورد آب با فشار زیاد به پره‌های توربین موجب چرخش آن‌ها و در نتیجه، تولید انرژی الکتریکی می‌شود. این توربین تمامی اجزای لازم برای یک توربین یعنی روتور، سیستم انتقال قدرت، ماشین الکتریکی و مصرف کننده را شامل می‌شود؛ شکل ۱-۱.



شکل ۱-۱؛ نمای بیرونی و درونی توربین آبی

یک پروانه‌ی الکتروموتور، در این توربین، نقش روتور را ایفا می‌کند. سیستم انتقال قدرت نیز از یک شفت فلزی صیقلی به همراه تسمه پولی تشکیل شده است. یک موتور الکتریکی نیز وظیفه‌ی تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی را بر عهده دارد و سرانجام ۷ عدد لامپ LED، انرژی الکتریکی تولید شده را مصرف نموده و روشن می‌شوند.

۳-۱ فهرست اجزای توربین

در جدول زیر به طور خلاصه، فهرستی از اجزاء و قطعات و مواد استفاده شده در ساخت این توربین آمده است:

ردیف	نام قطعه	جنس	تعداد	توضیحات
۱	صندلی کوچک	پلاستیک	۱	به عنوان بدنه‌ی توربین به کار رفته است.
۲	تکیه‌گاه‌های شفت	چوب	۲	شفت فلزی درون سوراخ‌های این دو تکیه‌گاه قرار می‌گیرد.
۳	پروانه‌ی الکتروموتور	پلاستیک	۱	به عنوان روتور توربین به کار رفته است.
۴	شفت	فلز	۱	نقش انتقال قدرت از روتور به تسمه پولی را بر عهده دارد.
۵	پولی	چوب و پلاستیک	۲	پولی بزرگ، چوبی و پولی کوچک، پلاستیکی است.
۶	تسمه	لاستیک	۱	وظیفه‌ی انتقال قدرت از پولی بزرگ به پولی کوچک را انجام می‌دهد.
۷	موتور الکتریکی	فلز	۱	نقش ژنراتور را ایفا می‌کند.
۸	لامپ LED	-	۷	مصرف کننده‌ی انرژی الکتریکی
۹	پیچ و مهره	فلز	۷	برای اتصال قسمت‌های مختلف
۱۰	چسب	-	-	از چسب‌های مختلف برای اتصال بعضی قطعات استفاده شده است.

جدول ۱-۱؛ فهرست اجزای توربین

در فصل‌های بعد، توضیحات بیشتری درباره‌ی اجزای توربین ارائه خواهد شد.

فصل دوم:

طراحی توربین

۲-۱ مقدمه

در این فصل قصد داریم که به بیان مراحل طراحی توربین و ایده‌ی ساخت آن و ارائه‌ی نقشه‌ها و طرح‌های اولیه‌ی طراحی توربین بپردازیم.

۲-۲ طرح اولیه‌ی توربین

اولین قدم در ساخت توربین، ایده‌پردازی و ارائه طرح‌های ذهنی اولیه بود. از آنجا که یکی از نکات مهم در طراحی این توربین، جلوگیری از پاشیده شدن آب به اطراف بود، تصمیم گرفتیم محفظه‌ای که برای این منظور مناسب باشد در نظر گرفته شود.

طرح اولیه‌ای که در نظر گرفته شده بود، توربینی نسبتاً بزرگ بود که در آن سیستم تسمه پولی به کار رفته بود و از تسمه‌ی چرخ خیاطی و پایه‌ی چرخان صندلی‌های متحرک برای انتقال قدرت از شفت به موتور استفاده می‌شد.

طرح اولیه اگرچه ظاهر پیچیده‌تری داشت و روتور آن نیز تقریباً خوب می‌چرخید، اما به دلیل سنگین بودن قطعات و پایین بودن فشار آب، قادر به تولید انرژی الکتریکی قابل ملاحظه‌ای نبود. بنابراین تصمیم به انجام اصلاحاتی در طرح اولیه گرفته شد.

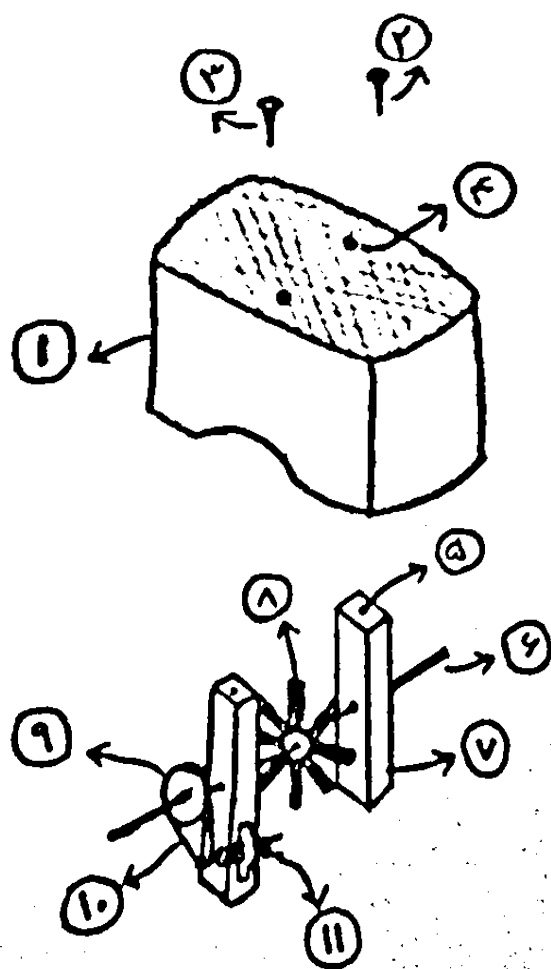
۲-۳ اصلاح طرح اولیه

در طراحی توربین ثانویه، نکات زیادی در نظر گرفته شد؛ از جمله اینکه اجزای توربین از نظر جرم سبک باشند، اجزاء و قطعات به گونه‌ای طراحی و انتخاب شوند که روتور توربین با سرعت بالا چرخش کند و همچنین همه‌ی اجزاء به گونه‌ای محکم به هم متصل شوند که در هنگام برخورد آب با فشار زیاد به روتور، توربین دچار لرزش نشده و اتصال اجزای آن از هم باز نشود.

به همین جهت برای رسیدن به اهداف مذکور، سعی شده است که بیشتر اجزای توربین از جنس پلاستیک یا چوب باشند که هم دارای استحکام بوده و هم سبک باشند. برای اتصالات نیز از پیچ و مهره و چسب استفاده شده است که علاوه بر استحکام و جرم ناچیز، در صورت لزوم امکان باز کردن پیچ‌ها نیز وجود دارد. (یعنی اتصالات قابل جدا شدن هستند).

۲-۴ طرح توربین اصلاح شده

در طرح زیر که به صورت دستی ترسیم شده است، می‌توان بخش‌های مختلف توربین و طرز کار آن را به شکل شماتیک مشاهده نمود:



۱: صندلی پلاستیکی کوچک

۲ و ۳: پیچ برای اتصال تکیه‌گاه‌های چوبی به صندلی پلاستیکی

۴ و ۵: سوراخ اتصال تکیه‌گاه‌های چوبی به صندلی پلاستیکی

۶: شفت فلزی

۷: تکیه‌گاه چوبی

۸: روتور (پره‌ی پلاستیکی)

۹: پولی

۱۰: تسمه

۱۱: موتور الکتریکی

شکل ۱-۲؛ نمایش شماتیک اجزای توربین

فصل سوم:

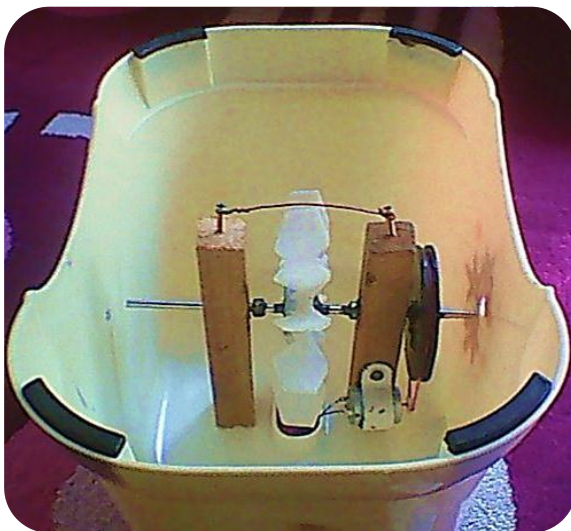
اجزاء و قطعات توربین

۳-۱ مقدمه

در این فصل قصد داریم که به صورت کامل به معرفی اجزاء و قطعاتی که در ساخت این توربین مورد استفاده قرار گرفته است بپردازیم.

۳-۲ صندلی کوچک پلاستیکی

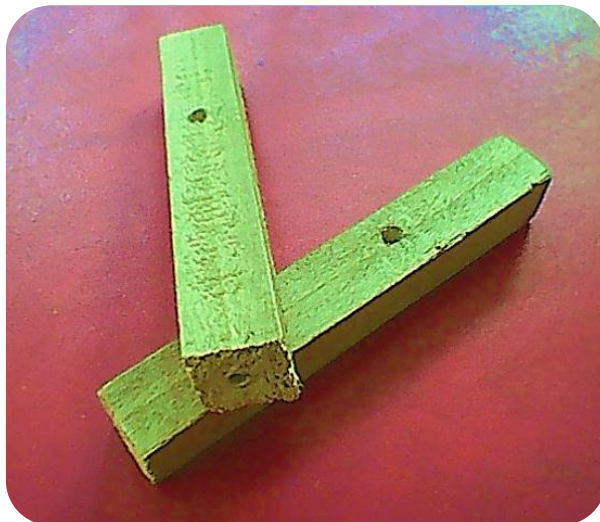
اولین و بزرگترین قطعه‌ای که در این توربین به کار رفته است، یک صندلی کوچک پلاستیکی است که از آن به عنوان بدنه‌ی توربین استفاده شده است. یکپارچه بودن صندلی موجب جلوگیری از پاشش آب به اطراف می‌شود. اجزای دیگر توربین در فضای داخل این صندلی قرار گرفته اند و توسط دو عدد پیچ به سطح بالایی صندلی متصل شده‌اند؛ شکل ۳-۱.



شکل ۳-۱؛ صندلی کوچک پلاستیکی (بدنه‌ی توربین)

۳-۳ تکیه‌گاه های چوبی

دو قطعه چوب به شکل مکعب مستطیل با ابعاد $۱۶,۵ \times ۲,۵ \times ۲,۵$ سانتیمتر که توسط پیچ از داخل، به سطح بالایی صندلی متصل شده‌اند و در هر یک از آن‌ها سوراخی برای قرار گرفتن شفت توربین ایجاد شده است؛ شکل ۲-۳.



شکل ۲-۳؛ تکیه‌گاه‌های چوبی

به جهت روان شدن چرخش روتور، سطح داخل سوراخ‌ها گریس کاری شده است. همچنین برای جلوگیری از لرزش چوب‌ها در هنگام چرخش روتور، در دو انتهای چوب‌ها دو عدد پیچ قرار داده شده و به وسیله‌ی یک سیم انعطاف‌پذیر به هم متصل گردیده‌اند؛ شکل ۳-۳.



شکل ۳-۳؛ تکیه‌گاه‌های چوبی و سیم متصل کننده‌ی آن‌ها

۳-۴ روتور توربین

از یک پروانه‌ی الکتروموتور به عنوان روتور توربین استفاده شده است. جنس این پروانه از پلاستیک بوده و جرم آن نسبتاً سبک است و به همین دلیل در اثر برخورد آب به آن، با سرعت زیادی شروع به چرخش می‌نماید؛ شکل ۳-۴.



شکل ۳-۴؛ روتور توربین

این روتور از نظر هندسی، به شکل دایره‌ای با قطر ۱۴,۵ سانتیمتر و دارای ۱۲ پره است که توسط چسب به شفت متصل شده است و در دو طرف آن، دو عدد مهره برای جلوگیری از انحراف روتور به چپ و راست قرار داده شده است؛ شکل ۳-۵.

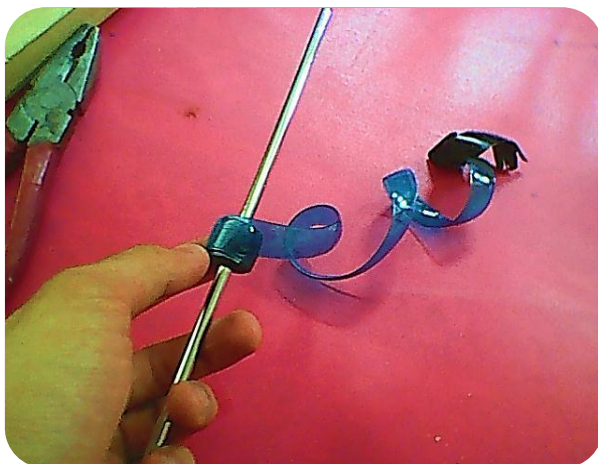


شکل ۳-۵؛ روتور و مهره‌ها در دو طرف آن

۳-۵ شفت توربین

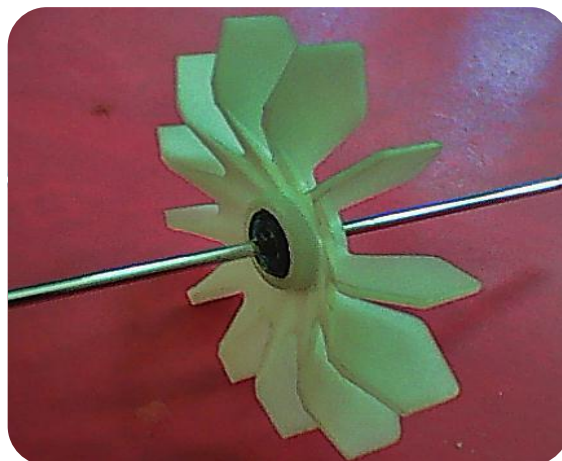
از یک میله‌ی توخالی با قطر سطح مقطع ۵ میلی‌متر به عنوان شفت استفاده شده است که به دلیل صاف و صیقلی بودن سطح آن، قابلیت چرخش با سرعت بالا را به ما خواهد داد.

در وسط شفت (محل قرار گرفتن روتور) به دلیل بزرگتر بودن سوراخ روتور از قطر شفت، مقداری نوار لاستیکی به دور شفت پیچیده شده و پس از قرار دادن روتور در وسط شفت، با چسب محکم شده است؛ شکل ۳-۶.



شکل ۳-۶؛ شفت توربین

در شکل زیر، شفت فلزی که در درون روتور قرار گرفته است مشاهده می‌شود:



شکل ۳-۷؛ شفت توربین به همراه روتور

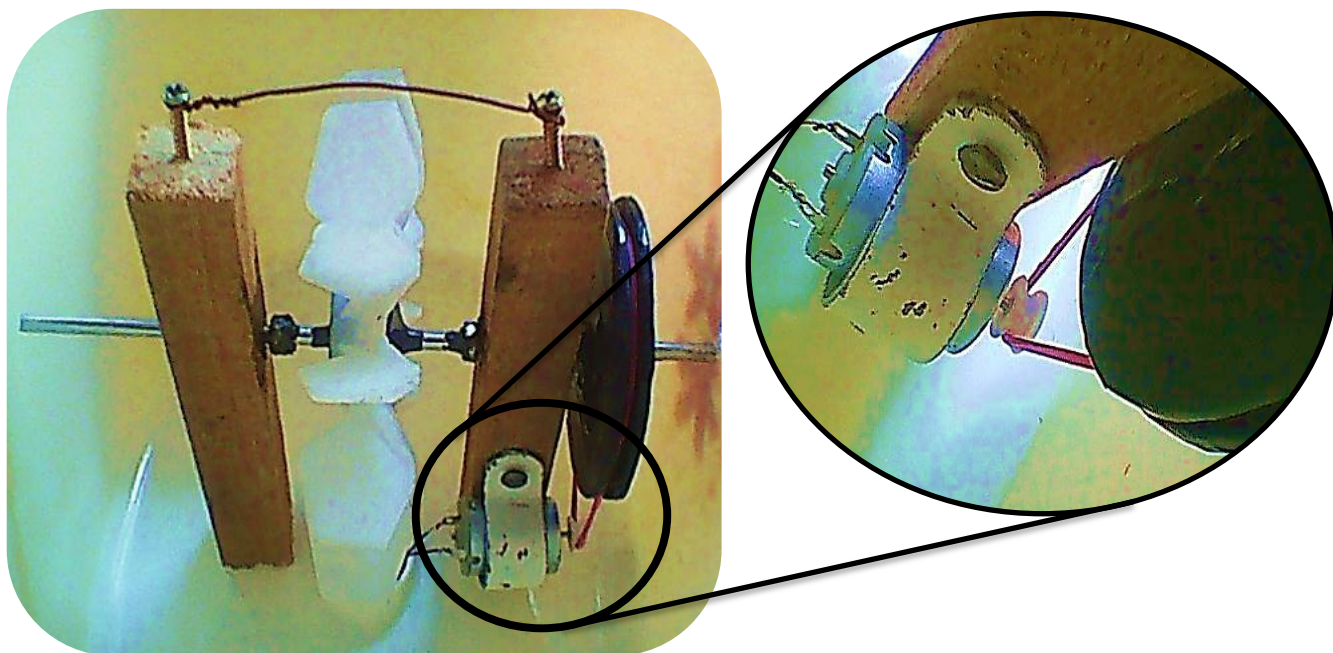
۳-۶ تسمه پولی

سیستم تسمه پولی شامل دو عدد پولی و یک تسمه است. پولی بزرگ از سه قطعه چوب دایره‌ای شکل تشکیل شده است که دو قطعه چوب کناری دارای شعاع ۴ سانتیمتر و قطعه چوب میانی دارای شعاع ۳٫۵ سانتیمتر است. این سه قطعه چوب، ابتدا با چسب به هم متصل شده‌اند سپس برای محکمتر شدن و جلوگیری از جدا شدن قطعه چوب‌ها از یکدیگر، در آن‌ها سوراخ‌هایی ایجاد شده است و با قطعه سیم‌های کوچک محکم شده‌اند. و سرانجام سطح قطعه چوب‌ها با نوار چسب پوشانده شده است؛ شکل ۳-۸.



شکل ۳-۸؛ پولی بزرگ

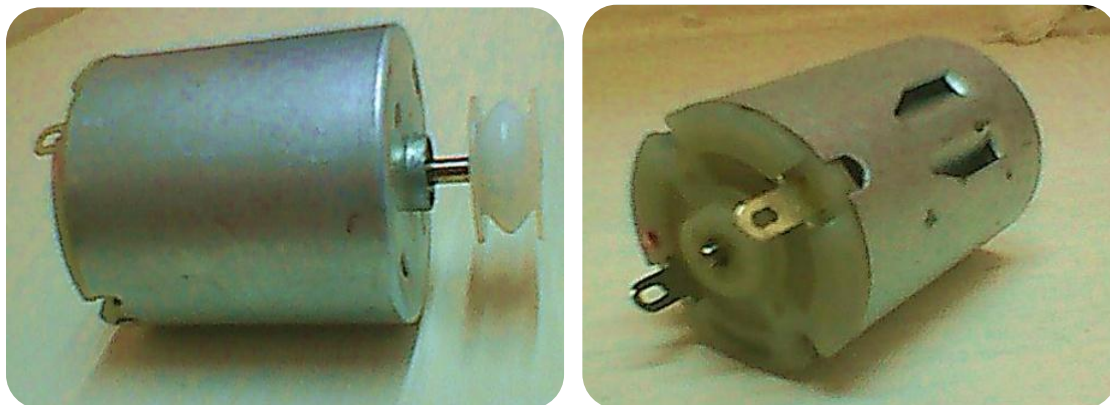
پولی کوچک نیز از جنس پلاستیک بوده و همراه با موتور الکتریکی خریداری شده است؛ شکل ۳-۹.



شکل ۳-۹؛ سیستم تسمه پولی در توربین (پولی بزرگ، پولی کوچک و تسمه)

۳-۷ ژنراتور (موتور الکتریکی)

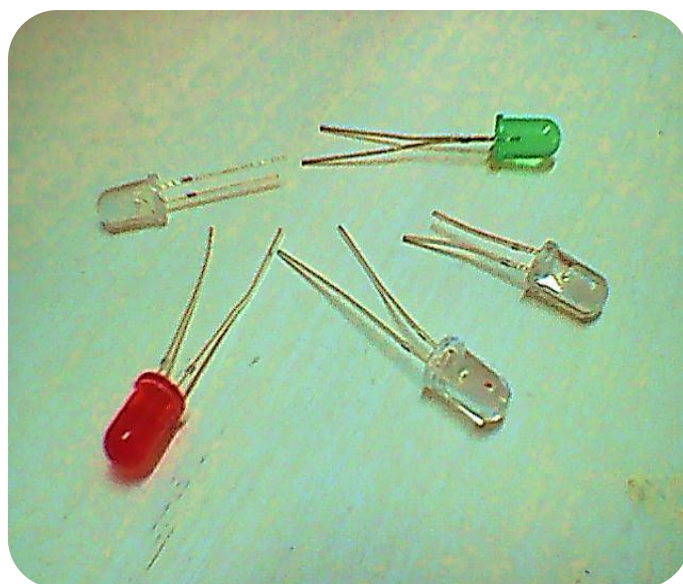
از یک موتور الکتریکی به عنوان ژنراتور توربین استفاده شده است. این موتور الکتریکی نقش تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی را ایفا می‌کند و به وسیله‌ی گیره با پیچ به تکیه‌گاه چوبی متصل شده است.



شکل ۱۰-۳؛ ژنراتور (موتور الکتریکی)

۳-۸ مصرف کننده انرژی الکتریکی

از ۷ عدد لامپ LED به عنوان مصرف کننده‌ی انرژی الکتریکی استفاده شده است. در صورتی که آب با فشار بالاتر به پره‌های توربین برخورد کند امکان روشن کردن تعداد بیشتری لامپ LED نیز وجود خواهد داشت.



شکل ۱۱-۳؛ لامپ‌های LED

ایده‌ی دیگری که قبلاً وجود داشت این بود که به جای لامپ LED از یک بلندگوی موبایل اسباب بازی استفاده شود به این طریق که از انرژی الکتریکی توربین به جای باتری موبایل اسباب بازی استفاده می‌شد و هنگامی که جریان آب، روتور توربین را به حرکت در می‌آورد، بلندگوی موبایل، به آرامی شروع به پخش آهنگ می‌نمود؛ اما این ایده به دلیل احتمال وجود سر و صدا در محل آزمایش توربین که موجب شنیده نشدن صدای بلندگو می‌شد، کنار گذاشته شد و تصمیم بر استفاده از لامپ‌های LED گرفته شد.

در شکل ۱۲-۳، لامپ‌های LED که بر روی توربین قرار داده شده‌اند، مشاهده می‌شود؛ به جهت زیبایی و منظم بودن کار، بر روی سیم‌هایی که به پایه‌ی لامپ‌ها متصل شده‌اند، یک لایه‌ی کاغذی با چسب نواری چسبانده شده است.



شکل ۱۲-۳؛ لامپ‌های LED روی توربین

۳-۹ شلنگ و نازل

برای برخورد آب به پره‌های روتور، از یک شلنگ به طول ۱۵۵ سانتیمتر و قطر سطح مقطع ۱۵ میلیمتر استفاده شده است. جهت افزایش فشار آب در نوک شلنگ، با استفاده از میله‌ی خودکار، یک نازل تعبیه

شده است که قطر دهانه‌ی آن ۵ میلی‌متر است و موجب می‌شود که آب با قدرت و شدت بسیار بیشتر از قبل، از شلنگ خارج شود.



شکل ۱۳-۳؛ شلنگ و نازل

۱۰-۳ ابزارها و دیگر قطعات

سایر قطعات و ابزارهایی که در مراحل ساخت این توربین، مورد استفاده قرار گرفته‌اند، عبارتند از: پیچ، مهره، بست شلنگ، بست لوله‌ی آب، چسب، سیم و ... ؛ شکل ۱۴-۳.



شکل ۱۴-۳؛ برخی از قطعات و ابزارهای دیگر که در ساخت توربین به کار رفته‌اند

نتیجه گیری

* نتایجی که در طی این پروژه به دست آمد به شرح زیر است:

۱. اجزای توربین، به خصوص روتور، شفت و تسمه پولی باید از نظر جرم، خیلی سنگین نباشند.
۲. برای به حرکت درآوردن روتور لازم است که فشار آب، نسبتاً زیاد باشد و به همین منظور، استفاده از نازل در نوک شلنگ ضروری است.
۳. هرچه زاویه‌ی راستای آب با سطح پره‌ها به زاویه‌ی قائم نزدیک‌تر باشد (یعنی سطح پره‌های روتور کج نباشد) بازدهی توربین، بالاتر خواهد بود.
۴. هرچه شفت توربین، صاف‌تر و فاقد کجی و انحراف باشد، بازده توربین بالاتر خواهد بود.
۵. هرچه پره‌های روتور، منظم‌تر و فاقد ناهمگونی باشند، توربین از بازدهی بالاتری برخوردار خواهد بود.
۶. اجزاء و قطعات، بایستی به صورت محکم و منظم در کنار هم مونتاژ شوند تا انرژی کمتری از سیستم به صورت اصطکاک و ... اتلاف شود.