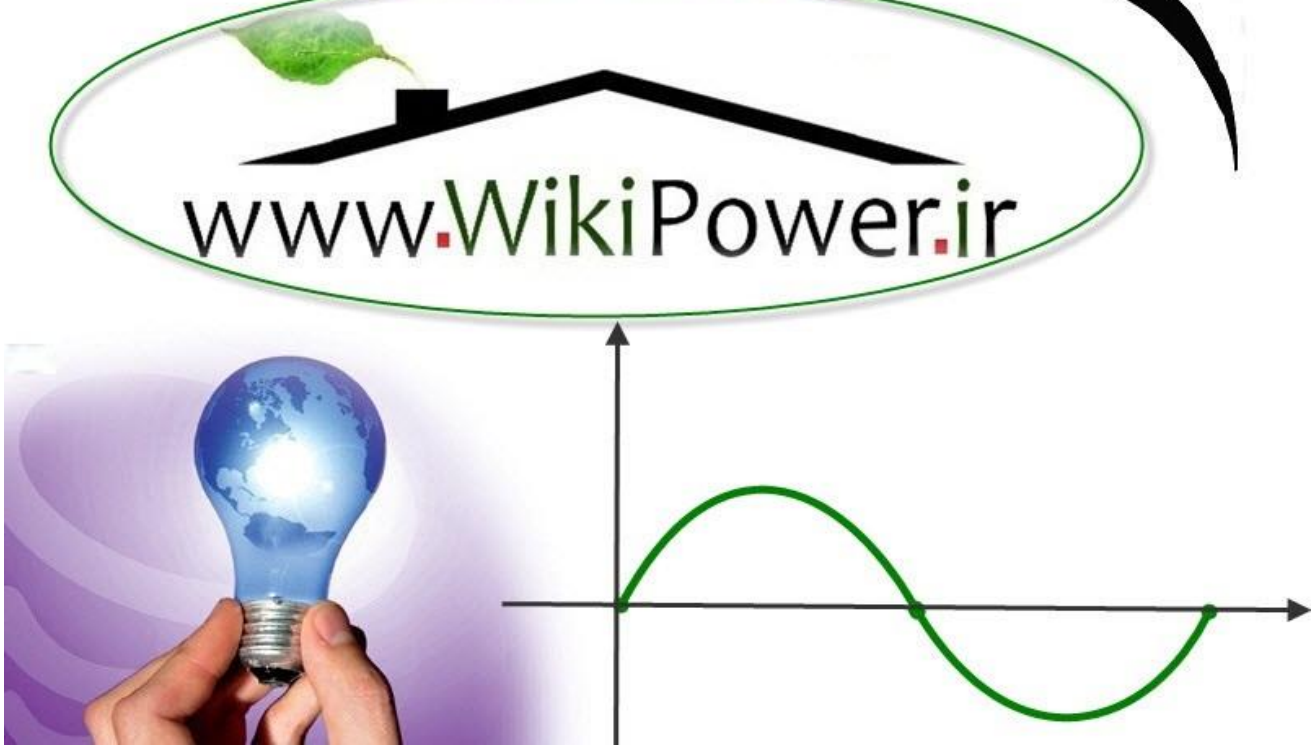
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

بهینه سازی انرژی و کاهش تلفات موتورهای القایی

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۴۱۰)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه و ضرورت انجام پروژه

۱ – ۱ – مقدمه ---------- ۲

۱ – ۲ – ضرورت انجام پروژه از دیدگاه منابع انرژی و محیط زیست ---------- ۳

۱ – ۳ – اهمیت موضوع پروژه در صنعت برق ---------- ۳

۱ – ۴ – هدف اصلی این پروژه و دیگر پروژه های بهینه سازی انرژی ---------- ۴

فصل دوم : بهینه سازی

۲ – ۱ – تاریخچه ---------- ۶

۲ – ۲ – تعریف بهینه سازی انرژی ---------- ۶

۲ – ۳ – روشهای بهینه سازی انرژی ---------- ۶

۲ – ۴ – الکتروموتورها ---------- ۷

۲ – ۴ – ۱ – روشهای انتخاب اندازه الکتروموتورها برای مصارف مختلف ---------- ۹

الف – بزرگ گیری موتورها ---------- ۹

ب – تطابق بار ---------- ۱۰

ج – بارگذاری روی موتورها برای کمترین تلفات ---------- ۱۲

۲ – ۴ – ۲ – انتخاب موتور پربازده ---------- ۱۴

۲ – ۴ – ۳ – به کار گیری محرکهای سرعت متغیر ---------- ۱۶

۲ – ۴ – ۴ – استفاده نکردن از موتورهای مجدداًسیم پیچی شده ---------- ۱۷

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲ – ۴ – ۵ – نگهداری و مراقبت از موتور ---------- ۱۷

۲ – ۵ – سیستم های غیر موتوری ---------- ۱۸

فصل سوم :تعیین تلفات و راندمان موتورهای القایی

۳ – ۱ – تعریف تلفات موتور ---------- ۲۱

۳ – ۲ – تعریف راندمان ---------- ۲۲

۳ – ۳ - ضرورت راندمان ---------- ۲۲

۳ – ۴ – ساختمان موتور القایی ---------- ۲۳

۳ – ۵ – ماهیت تلفات در موتورهای القایی ---------- ۲۴

۱ – تلفات ثابت ---------- ۲۵

الف) تلفات هسته ---------- ۲۵

ب) تلفات مکانیکی ---------- ۲۶

۲ – تلفات متغیر ---------- ۲۶

الف) تلفات سیم پیچی ---------- ۲۶

ب) تلفات سرگردان ---------- ۲۷

۳ – ۶ – استانداردهای تعیین راندمان موتورهای الکتریکی ---------- ۲۷

۳ – ۷ – ضرورت استفاده از یک روش بدون مزاحمت برای تعیین راندمان موتورهای القایی سه فاز در کارخانجات

۲۳

۳ – ۸ – معرفی یک روش جدید برای محاسبات راندمان بار موتورهای صنعتی سه فاز ---------- ۳۱

۳ – ۸ – ۱ – رابطه اساسی **ORMEL96** برای تخمین بار موتور ---------- ۳۳

۳ – ۸ – ۲ – محدودیت های ORMEL96 ---------- ۳۴

فصل چهارم : تعیین عملی راندمان و بار موتورهای القایی و راندمان خط تولید
در یک کارخانه شالیکوبی

۴ – ۱ – معرفی کارخانه ---------- ۳۷

۴ – ۲ – آشنایی با فرآیند تولید ---------- ۳۷

۴ – ۳ – موتورهای نصب شده در کارخانه ---------- ۴۰

۴ –۴ – مصرف انرژی موتورهای نصب شده در کارخانه ---------- ۴۱

۴ – ۵ – معرفی آزمایشهات تعیین راندمان نامی موتورهای القایی ---------- ۴۲

۴ – ۵ – ۱ – آزمایشات بی باری ---------- ۴۲

۴ – ۵ – ۲ – آزمایشات اتصال کوتاه ---------- ۴۳

۴ – ۵ – ۳ – آزمایش اندازه گیری مقاومت dc استاتور ---------- ۴۴

۴ – ۶ - معرفی وسایل آزمایش ---------- ۴۴

۴ – ۷ – نحوهٔ انجام آزمایشات در کارخانه ---------- ۴۵

۴ – ۷ – ۱ – نحوهٔ انجام آزمایش بی باری ---------- ۴۵

الف)نحوهٔ انجام آزمایشات بی باری (۱) ---------- ۴۵

ب) نحوهٔ انجام آزمایشات بی باری (۲) ---------- ۴۶

۴ – ۷ – ۲ – نحوهٔ انجام آزمایشات اتصال کوتاه ---------- ۴۷

۴ – ۷ – ۳ – نحوهٔ انجام آزمایشات اندازه گیری مقاومت dc استاتور ---------- ۴۸

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ – ۷ – ۴ – نحوهٔ انجام آزمایش تلفات ، راندمان موتور در حالت بهره برداری و توان نامی مکانیکی دستگاه متصل به موتور ---------- ۴۹

۴ – ۸ – نتایج آزمایشات ---------- ۵۱

۴ – ۹ – یک مثال نمونه برای نشان دادن نحوهٔ محاسبهٔ تلفات ، راندمان موتور و توان نامی وسیله مکانیکی متصل به موتور ---------- ۷۵

۴ – ۱۰ – تحلیل آزمایشات ---------- ۸۲

۴ – ۱۱ – تعیین راندمان خط تولید کارخانه ---------- ۸۴

فصل پنجم :بهینه سازی انرژی در کارخانه شالیکوبی

۵ – ۱ – مقدمه ---------- ۸۶

۵ – ۲ – انتخاب موتورهای جدید برای طرح پیشنهادی ---------- ۸۷

۵ – ۳ – مقایسه موتورهای انتخاب اولیه با یکدیگر ---------- ۸۷

۵ – ۴ – طرح پیشنهادی ---------- ۹۴

۵ – ۵ – راندمان خط تولید کارخانه در صورت به کارگیری طرح پیشنهادی ---------- ۹۷

۵ – ۶ – نتیجه گیری ---------- ۹۷

۵ – ۷ – پیشنهادات ---------- ۹۸

پیوست ها

پیوست ۱ : (کاددت :مرکز بررسی و نشر تکنولوژی مستند انرژی) ---------- ۱۰۱

پیوست ۲ : (یک پروژه مستند : استفاده از موتورهای پربازده برای دمنده ها و پمپ ها) ---------- ۱۰۳

پیوست ۳ : (بارگذاری با کمترین تلفات) ---------- ۱۰۵

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ۴ : (محفظه های موتور) ---------- ۱۰۸
پیوست ۵ : (طبقه بندی موتورهای القایی قفس سنجابی) ---------- ۱۱۰
پیوست ۶ : (کلاس های عایقی ، کلاس های حفاظتی و نوع نصب موتورهای القایی) ---------- ۱۱۳
پیوست ۷ : (اندازه گیری توان در بار نامتقارن سه فازه سه سیمه (روش دو واتمتری) ---------- ۱۱۵
پیوست ۸ : (اطلاعات برگرفته از کاتالوگ موتورهای **LEORY SOMER**) ---------- ۱۱۷
مراجع ---------- ۱۲۱

WikiPower.ir

خلاصه

کلمات کلیدی :بهینه سازی انرژی – موتور القایی – راندمان موتور – کاهش تلفات – تطابق موتور بار – بزرگ گیری موتور
امروزه با افزايش هزينه انرژي الكتريكي و از طرفي كمبود ذخاير و منابع تامين انرژي، سعي بر اين است كه حتي الامكان سيستمهاي مصرف كننده انرژي را به نوعي طراحي نمود كه هزينه آنها بهينه گردد. يكي از روشهايي كه مي تواند منجر به صرفه جويي و بهينه سازي انرژي گردد، انتخاب مناسب تجهيزات و وسايل مصرف كننده ميباشد.

در اغلب کشورها، صنایع قسمت عمده برق تولیدی را مصرف می کنند و مصرف برق آنها نیز عمدتا توسط الکتروموتورهای قفس سنجابی صورت می پذیرد .

بررسی هایی که در بسیاری از کشورها انجام گرفته نشان می دهد که در اغلب کاربردهای صنعتی ، قدرت نامی موتورها بسیار بیشتر از اندازه بار مکانیکی گردنده با آنها میباشد؛ این در حالیست که در تقریبا کمتر از ۴۰ الی ۵۰ درصد بار نامی موتور ، راندمان افت قابل ملاحظه ای پیدا می کند ؛ بنابر این انتخاب اندازه صحیح موتور می تواند باعث صرفه جویی انرژی گردد.

در این پروژه تعداد ۲۲ الکتروموتور القایی سه فاز رتور قفس سنجابی با قدرت های نامی **1.1 kw** (۶ دستگاه) ، **5.5 kw** (۱۰ دستگاه) ، **7.5 kw** (۲ دستگاه) و **15kw** (۴ دستگاه) در یک مجموعه صنعتی (کارخانه شالی کوبی) مورد آزمایش و بررسی قرار گرفته اند . هدف انتخاب مجدد و صحیح الکتروموتورها جهت به حد اقل رساندن تلفات بوده است.

نحوه کار به این صورت بوده که ابتدا راندمان حالت بهره برداری موتورهای موجود در کارخانه به روشی مشابه روش استاندارد **IEE-112 Method F** تعیین گردید؛ همچنین اندازه بارهای مکانیکی گردنده با موتورها به روش خاصی اندازه گیری شد. سپس به ازای هر بار مکانیکی معلوم ، امکان به کارگیری چند موتور جدید بررسی گردید . در این بررسی ، دیدگاههای ((تطابق بار)) و ((بار گذاری موتور جهت حداقل شدن تلفات)) مدنظر قرار گرفته اند که نهایتاًدر طرح پیشنهادی ، موتورهای جدیدی برای هر با ر مکانیکی معلوم انتخاب گردیده اند .

نتایج طرح پیشنهادی به صورت کاهش مجموع تلفات توان از **24.332 kw** به **12.788kw** ، افزایش راندمان خط تولید از ۶۷,۳٪ به ۷۹,۱٪ صرفه جویی انرژی

35574 kwh/yr ، صرفه جویی مالی **2135520 Rials/yr** با دوره بازگشت سرمایه **18.8** سال می باشد که با توجه به طولانی شدن دوره بازگشت سرمایه ،علیرغم صرفه جویی های قابل توجه انرژی اجرای طرح پیشنهادی در این کارخانه غیر ممکن به نظر می رسد؛ اما به کارگیری طرح پیشنهادی برای کارخانجات شالیکوبی ای که در آینده احداث می شوند، علاوه بر صرفه جویی های انرژی ، از هزینه های سرمایه گذاری اولیه نیز به میزان قابل توجهی خواهد کاست.

همچنین روش به کار گرفته شده در این پروژه ، قابل استفاده برای مهندسان و طراحان سیستمهای موتوری صنعتی و تجاری خواهد بود.

WikiPower.ir

فصل اول:

مقدمه و ضرورت انجام بحث

WikiPower.ir

۱ – ۱ – مقدمه

بحران انرژی از مشکلات جهان امروز است . اکنون بشر نه تنها به خاطر هزینه بالا به دنبال صرفه جویی در مصرف انرژی است ، بلکه از نظر حفاظت از محیط زیست هم باید در کاهش مصرف انرژی بکوشد . برای این منظور در جستجوی روشهایی است که از نظر اقتصادی به صرفه باشند و سبب کاهش هزینه ها و کاهش آلودگی محیط زیست گردند.

از نقطه تولید انرژی الکتریکی در نیروگاهها ، تا انتقال و توزیع آن ، مقداری از انرژی اولیه تلف می شود . در این بخشها سعی بر آن است که با طراحی و بهره برداری بهینه سیستم های تولید، انتقال و توزیع از میزان تلفات انرژی کاسته شود . اما حوزهٔ مورد مطالعه در این پروژه مربوط به بعد از این بخشها، یعنی ((نقطه نهایی مصرف[۱])) می باشد.

۱ – ۲ – ضرورت انجام پروژه از دیدگاه منابع انرژی و محیط زیست

امروزه یکی از بزرگترین نگرانی های بشر این است که منابع اولیه انرژی به زودی پایان خواهد پذیرفت ؛ نسل های آینده پشتیبان خود را به خاطر استفاده نابخردانه از مواد با ارزشی چون نفت نخواهد بخشید . علاوه بر آن ، سالهای سال مصرف سوختهای فسیلی باعث اثراف زیانبار زیست محیطی گردیده است تا جایی که مدتهاست تاجایی که مدتهاست حتی نفس کشیدن هم برای بشر مشکل شده و روز به روز بدتر می شود . گرم شدن جو، ذوب شدن یخهای قطب ، بارش بارانهای اسیدی ، افزایش بیماریها و مرگ و میر ناشی از غلظت آلاینده ها و بسیاری از عوامل دیگر ، به خاطر مصرف بیش از اندازهٔ سوختهای فسیلی در این سالها بوده است.

چه چیزی می تواند جایگزین سوختهای فسیلی گردد؟ آیا عادت بشر به استفاده از این سوختها به سادگی تغییر خواهد کرد؟ آیا تکنولوژی جدید تولید انرژی می توانند به سادگی جایگزین روشهای قدیمی گردند؟ آیا می توان از اثرات سوء نیروگاههای هسته ای بر محیط زیست و زندگی بشر غافل بود؟ اینها هزاران سوال دیگر ذهن بشر را به خود مشغول داشته

---

[۱] - End-use point

ا ست و او برای ادامهٔ بقای خود باید بتواند پا سخ های منا سبی به این سوالها بدهد. یکی از راههایی که می تواند حداقل از سرعت سرسام آور کاهش ذخایر انرژی و افزایش روز افزون آلودگی محیط زیست بکاهد، استفاده بهینه از انرژی می باشد.

۱ – ۳ – اهمیت موضوع پروژه در صنعت برق

تولید وتهیه انرژی الکتریکی برای صنعت برق بسیار گران تمام می شود. از طرف دیگر با ورود صنایع جدید ، تقا ضا برای انرژی بی شتر می گردد و صنعت برق را وادار به احداث نیروگاههای جدید می نماید . بنابراین صرفه جویی هر واحد انرژی الکتریکی هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت می تواند باعث کاهش هزینه های صنعت برق گردد.

۱ – ۴ – هدف اصلی این پروژه و دیگر پروژه های بهینه سازی انرژی

صرفه جویی انرژی الکتریکی در همه جا اعم از خانه ،مدرسه ، دانشگاه ، ادارات ، مراکز تجاری ، صنایع و ... امکانپذیر است . در این میان صنایع به عنوان مصرف کنندهٔ عمدهٔ انرژی الکتریکی از قابلیت بالایی برای صرفه جویی انرژی الکتریکی برخوردار هستند . سعی برای شنا سایی این قابلیت ها و ارائه و پیشنهاد راهکارهای عملی (بر ا ساس رو شها و حما سبات علمی) جهت بکارگیری آنها ، هدف اصلی هر پروژه بهینه سازی می باشد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم:

بهینه سازي انرژي

WikiPower.ir

۲ – ۱ – تاریخچه

این واقعیت که مصـــرف انرژی باید به طور جدی کاهش یابد خود را در اولین بحران نفت در اوایل دهۀ هفتاد میلادی به وضوح نشان داد . بحران نفتی سال ۱۹۷۳ ، به دلیل جنگ اعراب و اسراییل و تجریم نفتی و متعاقب آن چهار برابر شدن قیمت نفت در ژانویه ۱۹۷۴ ، سیاستمداران اقتصادی و صنعتی غرب را از آسیب پذیری شدید صنعت وابسته به نفت خود در برابر نوسـان های انرژی آگاه نمود و همین آگاهی منشأ تحولی شـد تا در سـه دهۀ پایانی قرن بیسـتم مفهوم نوینی از تکنولوژی و صنعت ارائه گردد. در واقع بهینه سازی مصرف انرژی مهمترین تحولی بوده که در ساختار اقتصادی کشورهای صنعتی روی داده است .

۲ – ۲ – تعریف بهینه سازی انرژی

به مجموعه روشـها و فنون مهندسـی که برای افزایش بازده انرژی مصـرفی در سـیتم ها ، تجهیزات و فر آیندهای صـنعتی صـورت می پذیرند ، بهینه سـازی انرژی می گویند . طبیعی اسـت که به کارگیری این روشـها در یک کارخانه نباید باعث کاهش میزان تولید محصول گردد . در واقع باید به دنبال روشهایی بود که از میزان انرژی بری به ازای محصول تولید شده کاست. علاوه بر موارد فوق ، این روشها نباید نقض کنندۀ استانداردهای ایمنی باشند.

۲ – ۳ – روشهای بهینه سازی انرژی

امروزه روشهاي مختلفي براي بهينه سازي انرژي پيشنهاد مي شود. روشهاي جديد تر نيز به طور مستمر به وجود مي آيند . از ديدگاه مصرف كننده ، بر اساس نوع سيستم مصرف ،حوزه‌هاي گوناگوني براي صرفه جويي انرژي الكتريكي وجود دارند . گروههاي اصلي عبارتند از :

- الکترو موتورها و سیستم های گردنده با آنها
- سیستم های روشنایی
- سیستم های گرمایش و سرمایش الکتریکی
- سیستم های توزیع برق داخلی و ترانسفورماتورها

نظر به اهمیت الکتروموتورها و سهم عمده آنها در مصرف برق صنایع ، ابتدا شرح مختصری راجع به این گروه از مصرف کننده ها و روشهای صرفه جویی برای آنها ارائه می شود. دست آخر نیز به برخی از روشهای صرفه جویی انرژی الکتریکی در حوزه های دیگر (غیر موتوری) اشاره می گردد.

۲ – ۴ – الکتروموتورها

در دهه های اخیر ، مصارف موتوری سهم عمدهٔ مصرف برق کشورها را به خود اختصاص داده است. برای اثبات این موضوع کافیست به گزارشی که مربوط به مصرف برق ایالات متحده امریکا در سال ۱۹۷۶ میلادی بوده و توسط ادارهٔ فدرال [۱] (در حال حاضر دپارتمان انرژی امریکا [۲]) تهیه گردیده ،توجه شود . مطابق گزارش ، مصارف روشنایی در حدود ۲۰٪ از کل مصرف برق در ایالات متحده بوده است . گرمایش الکتریکی و موارد متفرقه ۱۶٪ دیگر را تشکیل می دادند. به مقدار قابل ملاحظه ، بیشترین مقدار مصرف برق ، برای گرداندن موتورها و به میزان ۶۴٪ از کل مصرف برق بوده است . از این مقدار مصرف موتوری ، در حدود ۱۴٪ از توان مصرف شده به موتورهای خانگی کوچک اختصاص داشته که عمدتاً تکفاز، با قدرت نامی کمتر از یک اسب بخار و با دور نامی کمتر از **rpm** ۱۸۰۰ بودند. ۸۶٪ باقیمانده به موتورهای الکتریکی تجاری و صنعتی مربوط می شد که تقریباً همگی سه فاز و با قدرت نامی چندین اسب بخار بودند. شکل (۲-۱)وضعیت مصرف برق در ایالات متحده امریکا را در سال ۱۹۷۶ میلادی نشان می دهد.

هر چند آمارها و نمودار فوق قدیمی به نظر می رسند اما در صد مربوط به موتورها، در آمارهای جدید ، چندان تفاوتی نکرده است. مطابق یک آمار خیلی جدید در سال ۲۰۰۰ میلادی ، در امریکا بیشتر از ۴۰ میلیون موتور تقریباً ۶۷٪ از کل برق تولید شده را مصرف می کنند.[۳] یک درصد مشابه نیز شامل حال اغلب کشورهای عضو **CADDET** [۴] می گردد .

- [۱] Fedral Energy Administration
- [۲] US Department of Energy
- [۳] (OIT) - این آمار را اداره فن آوریهای صنعتی وابسته به دپارتمان انرژی امریکا ، منتشر کرده است.
- [۴] Center for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies ؛ برای آشنایی

صرفه جویی انرژی برای الکتروموتورها در ایالات متحده در حدود سال ۲۰۰۰ میلادی به اندازهٔ ۲ میلیارد کیلو وات ساعت در سال تخمین زده شده است که این معادل است با صرفه جویی ۱۰۰ میلیون دلار امریکا و کاهش ۰/۵ میلیون تن کربن معادل گازهای گلخانه ای . صـرفه جویی یاد شـده در حدود ۲۰۱۰ میلادی ممکن اسـت به میزان ۱۰۰ میلیارد کیلو وات ساعت در سال تخمین زده شود.

با توجه به بحث فوق ، هر گونه کاهش مصرف برق موتور و حتی افزایشی نا چیز در راندمان[۱] موتورهای الکتریکی می تواند به صرفه جویی کاملا برجستهٔ الکتریسیته و کاهش آلودگی محیط زیست منتهی گردد.

از میان انواع گوناگون موتور ، الکتروموتور القایی با رتور قفس سـنجابی[۲] به دلیل ارزان بودن، هزینهٔ نگهداری پایین ، ساختمان ساده ، ساختار نیرومند و قابلیت اطمینان نسبتاً بالا، نوع غالب و پرکاربرد موتور در صنعت می باشد .

از این قسـمت پروژه به بعد نیز هر جا که راجع به موتور ، تلفات[۳] و یا راندمان آن بحث شـده، منظور الکتروموتور القایی با رتور قفس سنجابی می باشد.

۲ – ۴ – ۱ – روش های انتخاب اندازه الکتروموتورها برای مصارف مختلف

هنگام تعیین اندازه موتور سه دیدگاه ممکن است وجود داشته باشد که در اینجا هر سه دیدگاه مورد بررسی قرار می گیرد :

الف) بزرگ گیری موتورها

اغلب مهندسین و طراحان محافظه کار[۴] هستند . بنابراین آنها معمولاً اندازهٔ موتور را بزرگ انتخاب می کنند. چندین دلیل برای بزرگ گیری[۵] وجود دارد که عبارتند از :

- [۱] Efficiency (برای تعریف راندمان به قسمت ۳-۲ رجوع شود.)(Efficiency)
- [۲] Squirel Cage Rotor
- [۳] Loss (برای تعاریف تلفات به قسمت ۳-۱ رجوع شود.)(Loss)
- [۴] Condervative
- [۵] oversize

- اطمینان از توانایی موتور در فرآیندهای بحرانی نظیر اضافه بار ناخواسته .
- عدم اطلاع از بار واقعی موتور و نتیجتاً انتخاب موتور بزرگتر از اندازه مورد نیاز برای افزایش ضـریب اطمینان کاری

.

- سازگاری با افزایش تولید در آینده
- تعویض موتورهای سوخته با موتور بزرگتر موجود ، به دلیل در دسترس نبودن اندازهٔ مناسب آن .
- قادر نبودن موتور به کار تحت شرایط نامطلوب مانند نامتعادلی ولتاژ .

ب) تطابق بار [۱]

این دیدگاه ، بزرگ گیری موتورها را مورد تعرض قرار می دهد و چنین بیان می دارد که عدم تنا سب قدرت موتور با بار آن سبب اتلاف انرژی در موتورها می شود. زیرا بزرگ گرفتن الکتروموتورها منجر به کاهش راندمان و نیز کاهش ضریب قدرت آنها می شـود. شـکل ۲ – ۲ منحنی های تغییرات راندمان و ضـریب قدرت یک موتور نمونه را در درصـدهای مختلف از بار نامی نشان می دهد. مطابق شکل ، در بارهای کمتر از ۵۰ درصد با رنامی ،راندمان افت محسوسی پیدا می کند که این افت در بار های کمتر از ۲۵ درصد بار نامی ، بسیار قابل ملاحظه می باشد.

بزرگ گرفتن موتورها و مخصوصاً بزرگ گرفتن فاحش [۲] که باعث می شود آنها در کمتر از ۴۰ درصد بار نامی کار کنند به دلایل زیر غیر موجه است:

۱. افزایش هزینه سرمایه گذاری اولیه
۲. افزایش هزینه های نگهداری و تعمیرات
۳. افزایش هزینه های کلی تجهیزات اصلاح ضریب توان

- [۱] Load matching
- [۲] Gross Oversize

۴. افزایش هزینه مصرف برق .

از طرف دیگر کوچک گرفتن[۱] الکتروموتوروها منجر به اعمال اضـــافه بار[۲] به آنها و در نهایت افزایش تلفات و گرم شدن موتور و در صورت فقدان و یا عمل نکردن سیستم های حفاظتی ، باعث سوختن الکتروموتورها می شود. بنابراین مطابق این دیدگاه ، ضـــرورت دارد که در انتخاب الکتروموتورها، تطابق موتور با توان مکانیکی مورد نیاز مورد نیاز بررســـی شـــود. یعنی پس از تعیین بار مکانیکی ، کوچکترین موتوری که توان نامی آن بزرگتر از بار مکانیکی باشـــد انتخاب گردد. بدیهی است که انتخاب کوچکترین موتور ممکن برای هر بار مکانیکی مستلزم برقراری شرایط مطلوب باشد. به عنوان مثال چنانچه کوچکترین موتور ممکن برای بار خاصی انتخاب شده و نصب گردد، در صورت کاهش ولتاژ شبکه ، گشتاور ایجاد شـــده موتور کاهش می یابد و این در حالی اســـت که بار مکانیکی ثابت مانده اســـت و بنابراین موتور به حالت اضـــافه بار در خواهد آمد .

ج – بار گذاری روی موتور برای کمترین تلفات [۳]

این دیدگاه ، دیدگاه تطابق بار را مورد بازبینی ، تصـــحیح و تعدیل قرار می دهد و چنین بیان می دارد که انتخاب موتور به منظور بارگذاری به ۱۰۰ در صد با رنامی ، ممکن است اقتصادی‌ترین روش نباشد . انتخاب موتور بر اساس این دیدگاه ، مستلزم تعیین تلفات برای هر موتور، در هر مقدار از بارگذاری می باشد . بدین ترتیب می توان مناسب ترین موتور را برای یک بار مکانیکی داده شده انتخاب نمود . بطور مثال به شکل (۲-۳) توجه شود همانطور که در شکل (الف) ملاحظه می شود ،موتور بزرگتر در همهٔ بارگذاری تلفات کمتری نسبت به موتور کوچکتر دارد، اما این لزوماً برای همهٔ موتورها و در تمام بارگذاری ها صـدق نمی کند. در شـکل (ب) ملاحظه می‌شـود که موتور **hp** ۱۵۰ در بارهای بیشـتر از **hp** ۶۵ کمترین

- [۱] Undersize
- [۲] Overload
- [۳] Motor loading for lowest losses

تلفات را دارد، موتور **hp** ۱۲۵ در تمام بارگذاری ها تلفات بیشـــتری از هر دو موتور **hp** ۱۰۰ و **hp** ۱۵۰ دارد . همچنین موتور **hp** ۱۰۰ در بارهای کمتر از **hp** ۶۵ کمترین تلفات را دارد[۱] . این مو ضوعات شاید در ابتدا خیلی تعجب آور به نظر برسند مخصوصاً در شکل (الف)اختلاف صدو هشتاد درجه ای با دیدگاه تطابق بار وجود دارد. به هر حال در برخی از موارد ، بزرگ گیری موتور باعث کاهش تلفات خواهد شد علت آن هم می تواند حجم بیشتر آهن به کار رفته در هسته و ضخامت بیشتر مس به کار رفته در سیم پیچی های موتور بزرگتر باشد. به عبارت دیگر ، برای یک بار مکانیکی خاص، موتور بزرگتر تلفات هسته[۲] و اهمی[۳] کمتری نسبت به موتور کوچکتر دارد ولی نمی توان این موضوع را به همهٔ موارد تعمیم داد.

نتیجه گیری :

با توجه به موارد مطرح شده در فوق ، نتیجه گیری می شود که بهترین روش برای انتخاب موتور بدینگونه است : ابتدا باید اندازه بار مکانیکی تعیین گردد . ســپس تلفات موتورهایی که بار مکانیکی مورد نظر ، حداقل ۴۰٪ بار نامی آنها باشــد را با یکدیگر مقایسه نمود . در این صورت می‌توان بهترین موتور را با کمترین تلفات برای بار مورد نظر انتخاب کرد. [۴]

۲ – ۴ – ۲ – انتخاب موتور پربازده

در حال حاضر ، موتورهای الکتریکی از نظر بازده به دو دستهٔ اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از :

- موتورهای استاندارد [۵]
- موتورهای پر بازده [۶]

---

[۱] - در پیوست ۳ طرز بدست آوردن رابطهٔتلفات موتور بر حسب توان مکانیکی خروجی بیان گردیده است.

[۲] – و ۴ برای تعاریف تلفات هسته و تلات اهمی به قسمت ۳-۵ مراجعه شود.

[۴] - به قسمت ۵-۲ رجوع شود.

[۵] - Standard motors

[۶] - Energy – efficient motor

موتور پر بازده ، توان مکانیکی خروجی (اســـب بخار) [۱] برابر با موتور اســـتاندارد تولید می کند، اما توان ورودی **(kw)** [۲] کمتری نسبت به موتور استاندارد مصرف می نماید . در واقع موتور پر بازده، راندمان بیشتری نسبت به موتور استاندارد دارد ولی در عوض گرانتر است .

موتورهای پر بازده ، فریم [۳] (قاب) هایی مشابه فریم های موتورهای **T-frame** استاندارد دارند اما ویژگیهایی که آنها را از موتورهای استاندارد متمایز می کنند عبارتند از :

- ورقه های فولادی با کیفیت تر و نازکتر در استاتور .
- سیم پیچی با مس ضخیم تر .
- فاصلهٔ هوایی بهینه شدهٔ بین رتور و استاتور .
- تلفات فن (پروانه) کاهش داده شده .
- تولرانس های کمتر .
- طول بیشتر .

WikiPower.ir

ویژگیهای فوق باعث بالا رفتن راندمان این موتورها و نیز افزایش قیمت آنها می گردد.

مـوتـورهـای پـر بـازده در انـدازه هـای **hp** ۱ تـا **hp** ۵۰۰ ، در ســـرعـتـهـای **rpm** ۱۲۰۰ ، **rpm** ۱۸۰۰ و **rpm** ۳۶۰۰ [۴] و در ولتاژهای سه فاز ۲۰۸ ، ۲۳۰ ، ۴۶۰ ، ۵۷۵ و بالاتر از آن در دسترس هستند . متأسفانه در این رده بندی ، موتور ســه فاز ۳۸۰ ولتی مشــاهده نمی شــود. البته بعید نیســت که برخی از تولید کنندگان ، اقدام به

- [۱] horsepower
- [۲] kilowatt
- [۳] Frame
- [۴] سرعتهای فوق مربوط به فرکانس ۶۰ هستند . hz

ساخت موتورهای پر بازده ۳۸۰ ولتی نموده با شند و یا در آینده بخواهند این کار را انجام دهند. به هر حال ا ستفاده از این نوع موتورها می تواند باعث صرفه جویی های قابل ملاحظه ای در مصرف برق گردد. [۱]

۲ – ۴ – ۳ – به کار گیری محرکهای سرعت متغیر [۲]

در بیشتر ایستگاههای دمنده [۳]و پمپاز . سرعت انتقال سیال با استفاده از میراکننده[۴] ها، شیرهای کنترلی [۵]و یا با خاموش و روشـــن کردن یک یا چند محرک انجام می گیرد و به این ترتیب انرژی زیادی توســـط ترمزهای مکانیکی و یا مقاومتهای الکتریکی تلف می شود.

استفاده از محرکهای سرعت متغیر، امکان اعمال تغییرات لازم در سرعت موتور دمنده یا پمپ را به طور دایم فراهم آورده و به این ترتیب می توان با توجه به فرآیند مورد نظر از اتلاف انرژی به وسیلهٔ تنظیم کنندهٔ مکانیکی جلوگیری نمود . همچنین کنترل سرعت دقیق و متعاقب آن توان خروجی ، قابل دسترسی بوده و با توجه به استفاده از مدارات الکترونیکی ، استهلاک قسمتهای کنترل کننده در حد بسیار پایینی می باشد .

۲ – ۴ – ۴ – استفاده نکردن از موتورهای مجدداً سیم پیچی شده [۶]

در اغلب موارد وقتی که یک موتور فر سوده می شود یا می سوزد[۷]،برای ا ستفاده دوباره، مجدداً سیم پیچی می شود. از نظر تئوری ، سیم پیچی مجدد ، راندمان موتور را تغییر نمی دهد مخصوصاً اگر از سیم های نمرهٔ بزرگتر برای سیم بندی کلاف های ا ستاتور ا ستفاده شود راندمان افزایش می یابد ولی در عمل تلفات موتور به خاطر خراب شدن ورقه های

---

[۱] – به عنوان نمونه به پیوست ۲ رجوع شود .
– [۲]Variable speed drives
– [۳]Fan
– [۴]Damper
– [۵]control valve
– [۶]Rewound Motor
– [۷]Burn out

فولادی و یا عایق بین ورقه ها افزایش پیدا می کند. تجربه نشان داده است که سیم پیچی مجدد موتورها باعث کاهش دست کم ۱٪- ۳٪ راندمان نسبت به موتور استاندارد می گردد.

۳ – ۴ – ۵ – نگهداری و مراقبت[۱] از موتور

یکی از عوامل موثر بر بازدهی موتور برخورداری از تهویهٔ مطلوب و تمیز نگه داشـــتن بدنهٔ موتور جهت تبادل حرارتی بین موتور و هوای مجاور است . علاوه بر این گریسکاری[۲]صحیح و به موقع قسمتهای گردان موتور و سیتم مکانیکی متصل به آن و بالانس بودن به آنها می تواند از تلفات ا ضافی جلوگیری نماید. متأ سفانه به این نکات در صنایع توجه نمی شود در حالی که رعایت موارد فوق از اقدامات کم هزینه و بی دردسر برای صرفه جویی انرژی است .

ادامهٔ جدول۲–۲– روشهای صرفه جویی و بهینه سازی انرژی الکتریکی در سیستم های غیر موتوری

نوع سیستم	روشهای صرفه جویی و بهینه سازی انرژی
گرمایش الکتریکی	۱ – استفاده نکردن از گرمکن های برقی غیر ضروری مانند بخاری برقی، آبگرمکن برقی و ...
	۲ – عایق بندی مناســـب در پروســـه های حرارتی مانند کوره های القایی و ترمیم عایق بندی آسیب دیده .
	۳ – استفاده از ترموستات جهت تنظیم حرارت در پروسه های حرارتی .
	۴ – بکار گیری **Microwave** در پروسه هایی که امکانپذیر است .
سرمایش الکتریکی	۱ – عایق بندی مناسب و ترمیم عایق بندی آسیب دیده .
	۲ – ا ستفاده از ترمو ستات برای کولر ها و د ستگاههای خنک کننده جهت تنظیم برودت محیط .

[۱] Maintenace
[۲] Lubrication

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

	۳ – تعویض وسـایل قدیمی و پر مصـرف با وسـایل جدید و کم مصـرف (مانند یخچالها و فریزرها).
توزیع برق داخلی و ترانسفورماتورها	۱ – متعادل ساختن بار ترانسفورماتور ها . ۲ – تعویض ترانسفورماتور های کم بار با ترانسفورماتورهای کوچکتر . ۳ – اتصال باس بار به صورت موازی به منظور جدا کردن ترانسفورماتورهای کم بار. ۴ – انتقال بار به نزدیک ترانسفورماتور جهت کاهش تلفات توزیع . ۵ – متنا سب ساختن اندازهٔ فیدر ، کابلها و یا خطوط هوایی به منظور به حداقل ر ساندن افت ولتاژ و اتلاف توان. ۶ – بالا بردن ضریب توان سمت بار . ۷ – بهینه سازی شبکه توزیع .

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم:
تعیین تلفات و راندمان موتورهاي القايي

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳ – ۱ – تعریف تلفات موتور

در موتور ایده آل ، توان ورودی کاملاً مساوی با کار انجام شده یا توان خروجی است اما موتورهای واقعی مقداری از توان ورودی را تلف می کنند. در واقع تلفات قسمتی از توان دریافتی موتور است که به کار یا توان خروجی تبدیل نمی شود. شکل ۳-۱ تجسم خوبی از فرایند تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی در موتور را نشان می دهد. همانطور که در شکل نیز مشاهده می‌شودتلفات موتور عبارت است از توان ورودی منهای توان خروجی .

۳ – ۲ – تعریف راندمان

راندمان موتور ، حاصل نسبت خروجی مکانیکی موتور (توان ظاهر شده بر روی محور موتور) به ورودی الکتریکی آن می باشد و معمولاً به درصد بیان می شود:

$$\text{راندمان } (\%) = \frac{\text{توان ورودی}}{\text{توان خروجی}} * ۱۰۰ \qquad (۳-۱)$$

در نگاه اول به این رابطه ، ممکن است بدست آوردن راندمان کار ساده ای به نظر برسد و گفته شود که ((فقط با موتور یا همان توان مکانیکی خروجی را اندازه بگیرید، همزمان ، ورودی الکتریکی را با یک واتمتر اندازه بگیرید ، اکنون مقادیر بدست آمده را در رابطه فوق قرار دهید و راندمان را به سادگی بدست آورید.)) اما بدبختانه موارد فوق ،به ویژه تعیین خروجی مکانیکی، کارهای ساده و سرراستی نیستند. مخصوصاً حتی اندازه گیری تقریبی توان خروجی به خاطر ماهیت مکانیکی ، دشوار ، پیچیده ، دارای محاسبات و به ویژه متنوع می باشد. در حقیقت تعیین مستقیم راندمان موتور با استفاده

از رابطهٔ (۳-۱) کار ســـختی خواهد بود[1] . پس چه باید کرد؟ می دانیم که توان یا کار خروجی برابر اســـت با توان ورودی منهای ورودی منهای تلفات . پس رابطه (۳-۱)به صورت زیر در می آید:

$$\text{مان (٪)} \quad \frac{\text{تلفات} - \text{توان ورودی}}{\text{توان ورودی}} * ۱۰۰ \qquad (۳-۲)$$

با بد ست آوردن توان ورودی و تلفات می توان راندمان را به روش غیر مستقیم تعین نمود. هر چند که تعیین تلفات هم کار آسانی نیست .

۳ – ۳ – ضرورت تعیین راندمان

با تمام مشکلاتی که بر سر راه تعیین راندمان موتور الکتریکی وجود دارد، ممکن است گفته شود ((چه لزومی دارد که راندمان موتور تعیین شود؟ مگر بدون تعیین راندمان ، امکان بهینه سازی انرژی وجود ندارد ؟)) در پا سخ باید گفت راندمان یا بازده ، در ست مانند ملاک ، معیار، پیمانه، ترازو و یا ابزار سنجش برای ت صمیم گیری در هر پروژه بهینه سازی است تا به وسیلهٔ آن بتوان تحلیلی از وضعیت موجود داشت و سپس میزان بهبودی و صرفه جویی انرژی قابل دستیابی از طریق طرح های جدید را برآورد نمود.

۳ – ۴ – ساختمان موتور القایی

ساختمان موتور القایی از دو جزء اصلی استاتور و رتور تشکیل گردیده است . هستهٔ استاتور از یک ساختار ورقه ورقه فولادی تشکیل می شود. سطح داخلی استاتور حاوی شیارهایی است که سیم پیچی سه فاز درون آن جاسازی می شود. هستهٔ رتور نیز از یک ســاختار ورقه ورقه فولادی ســوار شــده بر روی یک محور، هادیها یا میله های قفس ســنجابی و معمولاً یک فن تشکیل می شود. (شکل (۳-۲))

۳ – ۵ – ماهیت تلفات در موتورهای القایی

[1] A - البته بعضی از استانداردها از جمله روشهای B و IEEE-112 استاندارد را موتور راندمان ، خروجی و ورودی تعیین با و مستقیم روش به تعیین می کنند. (به قسمت ۳-۶ مراجعه شود.)

تلفات توان در موتورهای القایی می تواند به دو دستهٔ اصلی تقسیم شود:

- تلفات ثابت
- تلفات متغیر

هر کدام از این دو دسته تلفات شامل چندین جزء مختلف هستند که در شکل (۳-۲) نیز نشان داده شده اند.

۱ – تلفات ثابت

فرض می شـود که تلفات ثابت در تمام شـرایط بارگذاری موتور ، از بی باری تا بار کامل ، ثابت باشـد. این فرض ، به طور کامل درست نیست اما تقریباً اینگونه است و با این تقریب ، خطای ناچیزی به وجود می آید. تلفات ثابت شامل تلفات هسته و تلفات مکانیکی (تلفات اصطکاک و باد) می باشند.

الف – تلفات هسته

تولید میدان مغناطیسی گردان در موتور القایی ، موجب می شود تا آرمیچر بچرخد. هنگامی که مولکولهای فولاد، به وسیله جریان متناوب، ابتدا در یک جهت دیگر مغناطیس می شـوند، تلفات انرژی در فولاد به وجود می آید . این تلفات به صـورت گرما ظاهر می شود و به ((تلفات هیسترزیسس)) موسوم است . تلفات هیسترزیس با افزایش چگالی فلوی مغناطیسی (ناشی از افزایش جریان) و همچنین با افزایش فرکانس منبع ، افزایش می یابد.

همچنین میدان مغناطیسـی متناوب ، ولتاژهای کوچکی در هسـته فولادی ایجاد می کند که موجب گردش جریانهای تصـادفی در فولاد می گردد. این جریانها که موسـوم به جریانهای گردابی هسـتند باعث ایجاد تلفات توان می شـوند که به صـورت گرما ظاهر می شـودو به ((تلفات جریان گردابی)) (فوکو) موسـوم اسـت . تلفات فوکو نیز با افزایش چگالی فلو و فرکانس تغییر فلو افزایش می یابد .

تلفات هیسترزیس و تلفات فوکو ، معمولاً تحت عبارت ((تلفات آهنی)) یا ((تلفات هسته)) با یکدیگر ادغام می شوند.

تلفات هسته با تغییر جریان بارگذاری ، تغییرات سرعت و سایر شرایط عملکرد موتور تغییر

می کند . ولی اســـتانداردهای تعیین تلفات ، فرض می کنند که تلفات هســـته در تمام رنج بارگذاری موتور، ثابت اســـت .

نادرستی نتایج این فرض به حساب تلفات سرگردان گذشته می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱ ب) تلفات مکانیکي

مقداری از انرژی دریافتی توسط موتور ، برای غلبه بر اصطکاک بلبرینگها و اصطکاک بخش‌های متحرک (مخصوصاً پره های

فن) با هوا ، مصرف می شود. این تلفات ، موسوم به ((تلفات مکانیکی)) هستند و فرض می شود که از بی باری تا بار کامل

، ثابت باشند. هر گونه عدم سحت ناشی از این فرض ، به حساب تلفات سرگردان گذشته می شود.

۲ – تلفات متغیر

تلفات متغیر ، متنا سب با بار گذاری روی موتور افزایش می یابد و تقریباً متنا سب با مربع جریان بارگذاری موتور می با شد.

این تلفات ، در درجۀ اول شامل تلفات اهمی در سیم پیچی‌های ا ستاتور و رتور و در درجۀ دوم شامل تلفات سرگردان می

باشد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۲ الف) تلفات سیم پیچي

ولتاژ اعمالی به موتور ، جریان را در سیم پیچی های موتور جاری می سازد. در موتور القایی سه فاز نمونه ، ولتاژ مستقیماً به

اســتاتور یا ســیم پیچی اولیه اعمال می شــود و در جریان القایی در رتور یا ســیم پیچی ثانویه جاری می گردد. ســیم پیچی

ثانویه یک موتور قفس سنجابی از میله های مسی یا آلومینیومی تشکیل می شود که درون شیارهای رتور قرار گرفته اند و از

دو سمت توسط حلقه های انتهایی به هم متصل گردیده اند . به هر صورت ، به علت عبور جریان از سیم پیچی ها مقداری

از الکتریسیته به صورت گرما در مقاومتهای ا ستاتور و رتور تلف می شود. این تلفات به ((تلفات سیم پیچی)) یا ((تلفات

اهمی)) و یا ((تلفات RI^2)) موســوم می باشــد و فرض می شــود که با مربع جریان بار گذاری تغیی کند. این فرض بطور

کامل درست نیست زیرا مقدار مقاومت موثر سیم پیچی ها ثابت نبوده و به دما ، بار ، اثر پوستی جریان متناوب ، اثرات مغناطیسی ، تقسیم نامساوی جریان در میان هادیها و عوامل مشابه بستگی دارد . خطای ناشی از این فرض نیز به حساب تلفات سرگردان گذشته می شود.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳ ب)تلفات سرگردان

همانطور که در ق سمت های قبل گفته شد ، فرض می شود که چندین نمونه از تلفات، در تمام رنج بارداری موتور ، ثابت باشند ولی آنها عملاً تا اندازه ای با بار تغییر می کنند . به علاوه ، مقداری ثابت وجود دارند که نمی توان آنها را محاسبه نمود . جریان ها دی ها ، به خاطر تعیین فلو با بار ، تأثیر پوستی و هندسهٔ هادی، تا اندازه ای به طور نامساوی تقسیم خواهد شد . همچنین، همانطور که جریان افزایش می یابد ،دمای هادی نیز افزایش خواهد یافت که باعث افزایش مقاومت هادی و بنابراین افزایش تلفات هادی خواهد شد. علاوه بر این ، از آنجایی که فلوی معناطیسی با جریان بار گذاری افزایش می یابد ، تلفات هسته نیز زیاد می شود . تمام این تلفات جزئی از هر دو منبع شناخته شده و ناشناخته ، با یکدیگر از قماش دانسته می شوند. این تلفات جزئی با عنوان ((تلفات سرگردان)) نامگذاری می شوند و متنا سب با توان دوم جریان ورودی متغیر می کنند.

۳ – ۶ - استانداردهای تعیین راندمان موتورهای الکتریکی

چند ا ستاندارد برای تعیین راندمان موتورهای الکتریکی وجود دارد که تو سط سازندگان موتور به کار گرفته می شود. این استانداردها عبارتند از :

- **IEC 34-2** (بین المللی)
- **BS-269** (بریتانیایی)
- **JEC-37** (ژاپنی)

- **IEEE-112 Method B** (امریکایی)
- **CSA-390** (کانادایی)

در این میان ، استاندارد بریتانیایی ، مشابه استاندارد بین المللی و استاندارد کانادایی ، مشابه استاندارد امریکایی می باشد.

ا ستاندارد **IEEE-112 Method B** از روش دینامومتوری برای تعیین راندمان موتور الکتریکی ا ستفاده می نماید . این استاندارد به روش مستقیم و با تعیین ورودی و خروجی راندمان موتور را تعیین می کند.

ا ستاندارد **IEEE-112 Method B** م شکل ترین و گران ترین روش جهت تعیین راندمان می با شد. اما در عین حال دقیق ترین و متقیم ترین روش ا ست . با ا ستفاده از این روش، راندمان ها واقعی هستند و صرفه جویی های انرژی ، مبالغه آمیز نخواهد بود.

استاندارد **IEEE-112** ، پنج روش برای تعیین راندمان ، ارائه می نمایدکه عباتند از :

روش های **A , B , C , E** و **F** (روش **D** وجود ندارد). روش **A** از یک ترمز مکانیکی قابل تنظیم برای بارگذاری موتور به اندازهٔ گ شتاور مورد نیاز ، ا ستفاده می کند . روش **B** یا روش دینامومتری ، که در مورد آن تو ضیح داده شده ا ست. در روش **C** ، دو موتور کاملاً یکسان که با یکدیگر کوپل شده اند به دو منبع الکتریکی وصل می گردند. یکی از موتورها به صورت موتور و دیگری به صورت ژنراتور کار می کند (شکل (۳-۴)). روش های **E** و **F** به روش های ((تلفات مجزا)) [۱] معروف هستند که یا با اندازه گیری و محاسبه (روش **E**)و یا با محاسبات بر اساس مدار معادل الکتریکی موتور (روش **F**) بستگی دارند.

سایر استاندارد های تعیین راندمان بر مبنای آزمایش بی باری و نیز تعدادی از فرضیات، تقریبات و محاسبات انجام می پذیرند که بعضاً شباهت هایی به روش های استاندارد **IEEE-112** نیز دارند . به علاوه استاندارد ژاپنی از تلفات

[۱] Segregated - loss

سرگردان صرفنظر می کند و ا ستاندارد های بین المللی و بریتانیایی نیز فرض می کنند که تلفات سرگردان در حالت بار گذاری نامی به اندازهٔ ۰/۵٪ از توان ورودی موتور می باشد . این در حالی است که استاندارد **IEEE-112** ، تلفات سرگردان را اندازه گیری می کند و در صورتیکه اندازه گیری امکان ندا شته با شد، مقادیر فر ضی جدول ۳-۱ را برای این تلفات در نظر می گیرد.

جدول ۳-۱ مقادیر پذیرفته شده برای تلفات سرگردان در استاندارد **IEEE-112**

Machine rating ۱,۱,۱,۱,۱,۱,۳,۱		**Stray–load loss** **percent of rated output**
1-125 hp	**1-90 kw**	**1.8%**
126-500 hp	**91-375 kw**	**1.5%**
501-2499 hp	**376-1850 kw**	**1.2%**
2500 hp and greater	**1851 kw and greater**	**0.9%**

۳ – ۷ – ضرورت استفاده از یک روش بدون مزاحمت برای تعیین راندمان موتورهی القایی سه فاز در کارخانجات

روش های پیشنهادی هر یک از استانداردهای یاد شده ، برای تعیین راندمان موتورهای کارخانجات به دلایل زیر دست و پا گیر هستند:

۱. ناچار به توقف و یا جدا کردن موتور از وسیله مکانیکی متصل به محور هستند که باعث توقف عملیات در یک فرآیند به هم وابسته خواهند شد .

۲. ملزم به اندازه گیری چند گانه و تمنوع هستند و باید توسط افراد خبره و با تجربه انجام گیرد .

۳. بسیار وقت گیر هستند .

۴. بسیار پر درد سر و در برخی موارد خطرناک هستند.

۵. برخی از آزمایش ها ، نیاز به ابزار پیچیده و گران قیمت دارند.

۶. حمل و نقل کردن برخی از ابزار آزمایش به کارخانه و جابجا کردن آنها در محوطهٔ کارخانه بسیار دشوار است.

۷. بعضی از این روشها ، به محاسبات متعدد نیاز دارند.

به دلایل فوق ، لازم است که تعیین راندمان موتورهای القایی سه فاز در کارخانجات یا استفاده از یک روش بدون مزاحمت و آسان انجام گیرد.

در قسمت بعد، یک روش جدید برای تعیین بدون مزاحمت راندمان و بار موتورهای القایی سه فاز در کارخانجات ، معرفی می شود. هر چند که در این پروژه از این روش استفاده نشده ، اما آگاهی از وجود چنین روشی و شناخت و به کارگیری آن ، می تواند یاری دهندهٔ مهندسین در بهینه سازی سیستم های موتوری موجود و طراحی بهینه سیستم های موتوری جدید باشد.

۳ – ۸ – معرفی یک روش جدید برای محاسبه راندمان و بار موتورهای صنعتی سه فاز

ایالت تنسی ، شهراک ریج ، هفتم ماه مه ۱۹۹۶ ، برنامه کامپیوتری تهیه شده در لابراتوار ملی شهراک ریج [۱]، راندمان و بار موتور را محاسبه می کند .

مشاغلی که از موتورهای صنعتی سه فاز استفاده می کنند، مشتری مناسبی برای یک برنامه کامپیوتری جدید و محاوره ای هستند که بتواند راندمان و بار موتور را به همان صورت که در حال کار است اندازه بگیرد .

برنامهٔ کاربرد پسند[۲]مذکور ، در لابراتوار ملی شهر اک ریج وابسته به دپارتمان انرژی امریکا[۳]، بوجود آمده است . به گفته دکتر **Pedro Otaduy** ، یک محقق در بخش فن آوری مهندسی **ORNL** و تهیه کنندهٔ این برنامه کامپیوتری ، برنامه فوق قرار است ابزار ارزشمندی برای صنایع غذایی ، نساجی ، فولاد و غیره باشد. در بسیاری از این صنایع ، قیمت موتورها و نیز قیمت انرژی الکتریکی مهم است و این برنامه می تواند به کارخانجات کمک کند تا به شکل دقیق‌تری ، موتور را با کار مورد نظر انطباق دهند. همچنین این برنامه می تواند به مهندسین و تکنسین ها کمک نماید تا مشخص کنند که آیا یک موتور دارد به طرز موثری کار می کند یا خیر؟

Otaduy ، عضو بخش فن آوری مهندسی ، پیش بینی می کند که برنامه اش بصورت بخشی از برنامهٔ **Motor challenge program** [۴]متعلق به دپارتمان انرژی امریکا ، گسترش یابد تا برای مصرف کنندگان صنعتی موتورهای سه فاز، کمک دهنده و سودمند باشد. این برنامه می‌تواندبه صنعت کمک کند تا هزینه ها را پایین بیاورد و عملکردهای سیستم را بهینه سازد.

- [۱]ORNL:Oak Ridge National Laboratory
- [۲]User - friendly
- [۳]DOE:Department of Energy
- [۴]Motor master - این برنامه اکنون به صورت نرم افزاری به نام (down load) به صورت رایگان قابل دریافت www.oit.doe.gov ، زیر مجموعه دپارتمان انرژی امریکا ، به آدرس (office of industrial Technologies) ، با مراجعه به وب سایت اداره فن آوری های صنعتی است .

برنامه **Otaduy** به صورت بخشی از برنامهٔ **Motor challenge program** ادارهٔ انرژی امریکا ، گسترش یافت . **ORMEL 96** [۱] نامیده شد . این برنامه برای به وجود آمدن یک مدل از موتور [۲]، از اطلاعات پلاک موتور استفاده می کند. پلاک موتور شامل برخی از مشخصات است. از جمله : اسب بخار ، تعداد قطب ، جریانها و ولتاژهای نامی و کلاس طراحی موتور . برای ا ستفاده از این برنامه ، تمامی چیزی که مورد نیاز ا ست ، صرفاً اندازه گیری سرعت موتور می با شد. **ORMEL 96** ، بقیه کار را انجام می دهد.

با وجود اینکه روشهای دیگری برای اندازه گیری راندمان و بار موتور وجود دارند. آنها اغلب و به دفعات بر اساس تقریبات و قواعد تجربی هستند . به گفته **Otaduy** ، آوردن کامپیوتر به معادله باعث ایجاد تفاوت شگفتی در ظرافت و دقت شده است. به علاوه روشهای دیگر مستلزم اندازه گیری های متعدد و توقف و یا جداکردن موتور از بار مکانیکی می باشند که پر دردسر و وقت گیر هستند . روش **ORNL** ، ارزیابی موتور و سیستم گردانده را در حالی که آنها دارند کار می کنند، با حداقل دخالت و مزاحمت ، اجازه می دهند.

۳ – ۸ – ۱ – رابطه اساسی ORMEL برای تخمین بار موتور

سرعت واقعی موتور ، کمتر از سرعت سنکرون آن است که اختلاف میان سرعت سنکرون و سرعت واقعی ، با عنوان لغزش نامیده می شود. مقدار درصد لغزش موتور با باری که توسط تجهیز مکانیکی گردنده ، به محور موتور اعمال می شود متناسب است. با موتور می تواند به وسیله اندازه‌گیری لغزش موتور ، به صورت زیر تخمین زده شود:

$$\text{نسبی موتور}(\%) = \frac{\text{لغزش}}{\text{سرعت نامی} - \text{سرعت سنکرون}} * ۱۰۰ \qquad (۳-۳)$$

که در آن :

$$\text{لغزش} = \text{سرعت سنکرون} - \text{سرعت اندازه گیری شده} \qquad (۳-۴)$$

۱- Oak Ridge Motor Efficiency and Load 96

۲- IEEE 112 – مدل موتور ، بر گرفته از مدل استاندارد می باشد که با به حساب آوردن سرگردان و تلفات بار و اصطکاک بهبود یافته است.

مثال :

اطلاعات زیر از پلاک یک موتور بدست آمده است:

فرکانس نامی = **60 hz** توان نامی = **25 hp**

و

تعداد قطب = **4** سرعت نامی = **1750 rpm**

سرعت موتور در حالت بار گیری مکانیکی ، اندازه گیری شده است:

سرعت اندازه گیری شده = **1770 rpm**

با استفاده از اطلاعات فوق ، خواهیم داشت :

سرعت سنکرون = $\frac{120.f}{p}=\frac{120\times 60}{4}$ **1800 rpm**

بنابراین :

بار نسبی موتور = $\frac{1800-1770}{1800-1750}=\frac{30}{50}=0.6$

بار فعلی موتور = **0.6 x 25 hp = 15hp**

۳ – ۸ – ۲ – محدودیت های ORMEL 96

روش **ORMEL 96** برای تعیین بار نسبی موتور،به دلیل مزایای سادگی و ایمنی آن، مورد پسند واقع شده است . بیشتر موتورها به گونه ای ساخته می شوند که محور آنها قابل دخول در یک تاکومتر یا یک نورافکن چرخان است .

به هر حال دقت روش **ORMEL 96** توسط چند عامل محدود می گردد. بزرگترین منشأ تردید در استفاده از این روش ، به خاطر تولرانس ۲۰ درصدیی است که از طرف **NEMA**[1] برای تولید کنندگان ، راجع به گزارش سرعت نامی موتور ،

[1] - National Electrical Manufactor's Association

مجاز شمرده می شود. با این تولرانس وسیع ارائه شده، معمولاً تولید کنندگان ، مقادیر نامی گزارش شدهٔ خود را به تعدادی مضرب **5 rpm** گرد می کنند . روش **ORMEL** به اختلاف میان سرعت سنکرون و سرعت نامی وابسته است، در حالی که **5 rpm** تنها در صد کوچکی از سرعت نامی است و ممکن است بی اهمیت انگاشته شود. به طور مثال یک تناقض ظاهراً جزئی **5 rpm** در لغزش صحیح **40 rpm** ، موجب تغییر **12** درصدی در بار محاسبه شده می گردد.

همچنین ، لغزش به طور معکوس با مربع ولتاژ ترمینال تغییر می کند و این در حالیست که ولتاژ ، مشمول یک تولرانس مستقل **10 ±** در صدی **NEMA** ،در ترمینالهای موتور می باشند. البته یک فاکتور تصحیح ولتاژ می تواند در معادله بار لغزش قرار داده شود . بدین ترتیب ،معادله بار لغزش اصلاح شده به صورت زیر خواهد بود :

$$\text{لغزش بی موتور (٪)} = \frac{\text{لغزش}}{(\text{ولتاژ نامی/ ولتاژ انداره گیری شده}) * (\text{سرعت نامی} - \text{سرعت سنکرون})} * 100$$

(۵-۳)

با آنکه روش **ORMEL** به خاطر سادگی اش جذاب است ، دقت آن نباید بیش از واقعیت وانمود شود . روش **ORMEL96** معمولاً جهت محاسبهٔ دقیق بار موتور در محل پیشنهاد، نمی شود.

فصل چهارم:

تعیین عملی راندمان و بارموتورهای القایی و راندمان خط تولید در یک کارخانه شالیکوبی

WikiPower.ir

۴ - ۱ – معرفی کار خانه

آزمايشات تعيين راندمان موتورهاي القايي ، در كارخانه شاليكوبي طلوع واقع در شهرستان فريدونكنار انجام گرفته و تاريخ انجام آزمايشات در خرداد ماه ۱۳۷۹ بوده است . در يك شهرستان فريدونكنار نزديك ۲۰۰ كارخانه شاليكوبي وجود دارد كه كمابيش مشابه يكديگر مي باشد . لذا بررسي اين كارخانه مي تواند بعنوان الگوي مصرف براي ساير شاليكوبي هاي منطقه و كشور به حساب آيد .

۲ – ۴ – آشنایی با فرآیند تولید

شالی بد ست آمده از شالیزارها برای تبدیل شدن به برنج سفید ، به کارخانجات شالیکوبی منتقل می شود. شکل (۴-۱) فرآیند تبدیل شالی به برنج سفید را نشان می دهد . همانطور که در شکل نیز مشاهده می شود این کارخانه دارای دو خط تولید است که هر خط تولید از پنج دستگاه به شرح زیر تشکیل می گردد:

۱ – خشک کن ، ۲ – بالابر ، ۳ – غربال ، ۴ – پوستکن ، ۵ – سفید کن

تجهیزات و فرآیند تبدیل شالی به برنج سفید در هر خط تولید به شرح زیر می باشد :

خشک کن :

هر خط تولید از ۵ خشک کن تشکیل گردیده و هر خشک کن نیز شامل یک مخزن روباز، یک مشعل و یک دمنده (فن) می با شد که هر دمنده تو سط الکتروموتور سه فاز (**rpm** ۱۵۰۰ و **hp** ۷/۵) کار می کند . از گازوییل به عنوان سوخت مشعل استفاده می شود . یک درجه اتوماتیک قابل تنظیم در کنار هر مشعل قرار دارد که با خاموش و روشن کردن مشعل ، درجه حرارت مخزن را به طور خودکار تنظیم می کند. کار خشک کن، گرفتن رطوبت شالی می باشد به گونه ای که جدا کردن پو ست آن به آ سانی انجام گیرد. نحوۀ انجام این کار به این صورت ا ست که ابتدا کارگرها، شالی ها را درون مخزن روباز تخلیه می کنند هوای سردی که توسط دمنده از درون مشعل عبور می کند به هوای داغ تبدیل شده و به طرف مخزن فرستاده می شود. در سرتاسر کف مخزن ، یک صفحۀ مشبک تعبیه شده که شالی ها بر روی این صفحه مشبک انباشته می گردند. هوای داغ با عبور از صفحه مشبک ، باعث گرم شدن شالی های می شود. به این ترتیب بسته به درجه حرارت و رطوبت محیط ، از ۲/۵ تا ۴ روز طول می کشد تا شالی ها خشک شوند.

شالی های خشک شده توسط کارگرها به درون حوضچه ها تخلیه می گردند. (در هر خط تولید یک حوضچه وجود دارد .) قسمت کف حوضچه به صورت شیبدار ساخته شده تا شالی ها از دریچه ای که در انتهای حوضچه قرار دارد به تدریج تخلیه گردند.

بالابر :

در هر خط تولید سه بالابر وجود دارد که هر کدام ازآنها به و سیله یک الکتروموتور سه فاز (۷۵۰ **rpm** و ۱/۵ **hp**) کار می کند هر بالابر از یک نوار نقاله برزنتی تشکیل شده اند که به صورت عمودی حرکت می کند و بر روی آن در فوا صل مساوی ، پیمانه هایی نصب شده اند کار این پیمانه ها ، بارگیری و تخلیه شالی است. با باز شدن دریچه انتهایی حوضچه ، شالی های خروجی از آن بارگیری شده و به درون غربال تخلیه می شوند.

غربال :

در هر خط تولید یک غربال وجود دارد که توسط یک الکتروموتور سه فاز (۷۵۰ **rpm** و ۱/۵ **hp**)کار می کند . در این قسمت ، ناخالصی هایی از قبیل سنگ ، کلوخ و غیره از شالی ها جدا می شوندند. شالی غربالی شده مجدداً به و سیله یک بالابر ، بارگیری شده و درون دستگاه پوستکن تخلیه می گردد.

پوست کن :

در خط تولید یک پوست کن وجود دارد که توسط الکتروموتور سه فاز (۱۰۰۰ **rpm** و ۱۰ **hp**) کار می کند . به وسیله دستگاه پوستکن ، حدود هشتاد درصد شالی پوستکنی می شود. برنج خروجی از پوستکن هنوز به طور کامل سفید نشده است و بنابراین مجدداً توسط یک بالابر به درون سفید کن ها تخلیه می شود.

سفید کن :

در خط تولید ، دو دستگاه سفید کن وجود داردکه هر کدام با یک الکتروموتور سه فاز (۱۰۰۰ **rpm** و ۲۰ **hp**) کار می کند در این قسمت برنج کاملاً سفید می شود و پس از خروجی از دستگاههای سفید کن ، درون کیسه های برنج جمع

آوری می گردد. علاوه بر برنج سفید ، سبوس نرم و نیم دانه های برنج در طرف دیگر دستگاههای سفید کن جمع آوری می شود.

۴ – ۳ – موتورهای نصب شده در کارخانه

در کارخانه شـــالیکوبی طلوع ، تعداد ۲۴ دســـتگاه الکتروموتور ســـه فاز با رتور قفس ســـنجابی وجود دارد که همگی آنها **T.E.F.C.** [۱] کلاس طراحی **B** [۲] ، کلاس حفاظت **IP54** [۳] و کلاس عایقی **B** [۴] هستند . نحوهٔ نصب این الکتروموتورها بر روی پایه ، بدون فلنج و به صورت **B3** [۵] می باشد. مشخصات نامی این الکتروموتورها در بخش ۴-۸ آورده شده است.

۴-۴- مصرف انرژی موتورهای نصب شده در کارخانه

مجموع انرژی مصرفی یکساعته الکتروموتورهای کارخانه شالیکوبی ، در شکل ۴-۲ نشان داده شده است . در این شکل ، انرژی مصرفی هر الکتروموتور ، با حاصل ضرب مقدار قرائت شده توان ورودی به آن در حالت بهره برداری ، در مدت زمان یک ساعت بدست آمده است و سپس با جمع مقادیر بدست آمده برای هر نوع دستگاه ، نمودار ترسیم شده است.

۴ – ۵ – معرفی آزمایشات تعیین راندمان نامی موتورهای القایی در کارخانه

آزمایشات انجام شده برای تعیین راندمان نامی موتورهای القایی موجود در کارخانه،مشابه آزمایشات استاندارد **IEEE-112 Method F** و بر اساس مدار معادل موتور القایی (شکل ۴-۳) می باشند. این آزمایشات عبارتند از :

۱- Totally Enclosed Fan-Cooled. به پیوست ۴ رجوع شود :

۲- Design Class B. به پیوست ۵ رجوع شود :

۳ - کد بین المللی حفاظت : به پیوست ۶ رجوع شود.

۴- Insulation Class B . به پیوست ۶ رجوع شود:

۵ - به پیوست ۶ رجوع شود .

آزمایش بی باری ، آزمایش اتصال کوتاه و آزمایش اندازه گیری مقاومت **dc** استاتور[۱] .

۴ – ۵ – ۱ – آزمایش بی باری [۲]

در این آزمایش،بار مکانیکی به طور کامل از روی موتور برداشته می شود. سرعت موتور ، نزدیک به سرعت سنکرون بوده و لغزش **S** [۳] تقریباً برابر با صفر است . مدار معادل شکل (۴-۳) در حالت بی باری به شکل (۴-۴) در می آید . در این حالت توان ورودی برابر است با :

$P_{O.C}$ = تلفات هسته در بی باری + تلفات اهمی استاتور + تلفات مکانیکی (۴-۱)

۴ – ۵ – ۲ – آزمایش اتصال کوتاه [۴]

این آزمایش با قفل کردن و متوقف نمودن موتور انجام می گیرد و به همین خاطر به آن آزمایش رتور قفل شده [۵] هم می گویند . برای اینکه جریان اتصال کوتاه باعث صدمات الکتریکی و مکانیکی به موتور نگردد، آزمایش در ولتاژ کمی صورت می گیرد. مقدار ولتاژ باید به اندازه ای باشد که جریان گذرنده از سیم پیچی های استاتور و رتور به مقدار جریان نامی خود برسد. برای این کار کافی است ولتاژ آنقدر کاهش یابد تا جریان استاتور برابر با جریان نامی خود گردد. در این آزمایش سرعت موتور صفر می باشد بنابراین **S =1** می شود و مدار معادل شکل (۴-۳) ، در حالت رتور قفل شده به صورت شکل (۴-۵) در می آید . در این حالت توان ورودی عبارت است از :

$P_{S.C}$ = تلفات هسته در حالت اتصال کوتاه + تلفات اهمی رتور و استاتور در جریان نامی (۴-۲)

---

[۱] – علاوه بر آزمایشات فوق ، آزمایش دیگری نیز با هدف تعیین تلفات ،بار و راندمان موتورها در حالت بهره برداری انجام گرفته که در بخش ۴-۷-۴ شرح داده شده است.

[۲] – No- Load test

[۳] – $\frac{(n_s - n_r)}{n_s}$ =**S** که در آن **ns** سرعت سنکرون و **nr** سرعت چرخش رتور است .

[۴] – Short – Circuit test

[۵] – Locked – rotor test

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ – ۵ – ۳ – آزمایش اندازه گیری مقاومت dc استاتور

روشی که استاندارد **IEEE- 112** برای تعیین مقاومت استاتور ارئه می نماید. آزمایش **dc** است که در آن ، مقاومت استاتور در حالت جریان نامی محاسبه می شود. در حالی که توان ورودی در آزمایش بی باری مطابق رابطه (۴-۱) عبارتست از :

تلفات اهمی استاتور در بی باری + تلفات مکانیکی + تلفات هسته = $P_{O.C}$

و برای استخراج تلفات ثابت (تلفات مکانیکی + تلفات هسته) ، باید تلفات اهمی استاتور در بی باری ، از توان ورودی کسر شود. این تلفات برابر است با :

تلفات اهمی استاتور در بی باری = $3R_I I^2_{O.C}$ (۴-۳)

که در آن : R_1 = مقاومت یک کلاف استاتور در حالت بی باری

$I_{o.c}$ = جریان یک کلاف استاتور در حالت بی باری

هدف از تعیین مقاومت **R** ، بدست آوردن تلفات اهمی استاتور در بی باری می باشد. از آنجایی که جریان بی باری در مقایسه با جربان نامی ، کوچک است تاثیر حرارتی آن برروی مقاومت سیم پیچی ها ، خیلی ناچیز خواهد بود. بنا به این دلیل از انجام آزمایش **dc** خودداری شده و به جای آن ، مقاومت استاتور به وسیلهٔ اهم متر اندازه گیری شد. برای آنکه از اثرات پوستی که به هنگام اعمال ولتاژ **ac** به سیم پیچی ها وجود دارد ، صرفنظر نشود، مقاومت قرائت شده توسط اهم متر ، در ضریب **1.2**ضرب می گردد تا مقاومت موثر **ac** بدست آید.

۴ – ۶ – معرفی وسایل آزمایش

در آزمایش اتصال کوتاه ، از یک ترانسفورماتور سه فاز با مشخصات خروجی **(3x500V, 3x30 A)** ساخت **Simens** آلمان ، برای کاهش ولتاژ استفاده گردیده است.

توان ، جریان و ولتاژ ورودی در آزمایشـــهای اتصـــال کوتاه و بی باری به وســـیلهٔیک واتمتر چنگکی[۱] دیجیتالی تکفاز مدل **(PC 6009)** ساخت شرکت **Lutron** تایوان ، اندازه گیری شده ا ست. واتمتر چنگکی مانند آمپر متر چنگکی دارای یک **CT** گیره ای است که سیم تکفاز حامل جریان از میان آن عبور می کند . همچنین ، دو پروب ولتاژ نیز وجود دارد که بدین ترتیب اندازه گیری توان را ممکن می سازد. این دستگاه یک وسیلهٔ پرتابل است که برای اندازه گیری های صحرایی [۲] بسیار مناسب است.

مقاومت سیم پیچی های استاتور در حالت سرد ، بوسیلهٔ یک اهم متر دیجیتال مدل **(SOAR)** ساخت چین اندازه گیری شده است.

۴ – ۷ – نحوهٔ انجام آزمایشات در کارخانه

۴-۷-۱- نحوهٔ انجام آزمایش بی باری

یک سیستم موتوری مطابق شکل (۴-۶) از سه جزء موتور، و سیله مکانیکی و بار مکانیکی تشکیل می شود. آزمایش بی باری در دو حالت بی باری (۱) و بی باری (۲) انجام گرفته است. [۳]

مدار آزمایش بی باری در شکل (۴-۷) نشان داده شده است. همانطوری که در این شکل ملاحظه می شود ، اندازه گیری توان به روش دو وامتری صورت گرفته است.

الف) نحوهٔ انجام آزمایش بی باری (۱)

در این آزمایش ، موتور کاملا از وسیله مکانیکی و بار مکانیکی جدا شد . توان ورودی قرائت شده توسط واتمتر ، طبق رابطه (۴-۱) عبارت است از :

$$P_{O.C1} = \text{تلفات ثابت} + \text{تلفات اهمی استاتور در حالت بی باری (۱)} \qquad (۴-۴)$$

---

[۱] - Power clamp meter

[۲] - Field measurement

[۳] - به قسمت های ۴-۵-۱ و ۴-۵-۲ مراجعه شود.

بنابراین

(۴-۵) تلفات اهمی استاتور در حالت ب یباری (۱) - $P_{O.C1}$ = تلفات ثابت

ب) نحوهٔ انجام آزمایش بی باری (۲)

در این آزمایش ، موتور به وسیله مکانیکی متصل شد ولیکن دارای بار گیری مکانیکی نبود. توان ورودی قرائت شده توسط واتمتر عبارت است از :

(۴-۶) تلفات وسیله مکانیکی + تلفات اهمی استاتور و رتور در حالت بی باری (۲) + تلفات ثابت = $P_{O.C2}$

در رابطه (۴-۴)به دلیل اینکه لغزش بسیار نزدیک به صفر است تلفات اهمی رتور نیز نزدیک به صفر می باشد و از مقدار آن صرفنظر می گردد (تلفات اهمی رتور عبات است از : $P=sP_{ag}$ که در آن $s=$ لغزش و $P_{ag}=$ توان عبوری از شکاف هوایی که وارد رتور می گردد.) ولی در رابطه (۴-۶) بسته به اندازه وسیله مکانیکی ، ممکن است اندازهٔ لغزش بزرگتر از صفر بوده و تلفات اهمی رتور قابل صرفنظر کردن نباشد . به هر حال برای محاسبهٔ تلفات وسیله مکانیکی،تلفات اهمی رتور نیز با آن یک کاسه شده و با همان عنوان تلفات وسیله مکانیکی بیان گردیده است. به این ترتیب رابطه (۴-۶) به صورت زیر می آید:

(۴-۷) تلفات وسیله مکانیکی + تلفات اهمی استاتور در حالت بی باری (۲) + تلفات ثابت = $P_{O.C2}$

بنابراین :

(۴-۸) تلفات اهمی استاتور در حالت بی باری (۲) − تلفات ثابت - $P_{O.C2}$ = تلفات وسیله مکانیکی

۴ – ۷ – ۲ – نحوهٔ انجام آزمایش اتصال کوتاه

در این آزمایش در حالی که رتور ، قفل شده بود جریان ورودی بوسیلهٔ اتو ترانسفوماتور سه فاز به اندازهٔ جریان نامی موتور رسانیده شد. مدار آزمایش اتصال کوتاه در شکل (۴-۸) نشان داده شده است. در این آزمایش نیز اندازه گیری توان سه فاز به روش دو واتمتری صورت گرفته است. توان ورودی قرائت شده توسط واتمتر رابطه (۴-۲) عبارت است از :

تلفات هسته در حالت اتصال کوتاه + تلفات اهمی رتور و استاتور در جریان نامی = $P_{S.C}$

بنابراین

(۴-۹) تلفات هسته در حالت اتصال کوتاه - $P_{S.C}$ = تلفات اهمی رتور و استاتور در جریان نامی

از آنجايي كه تلفات هسته تقريباً متناسب با توان دوم ولتاژ مي باشد و آزمايش اتصال كوتاه نيز در ولتاژ كمي صورت مي پذيرد ، تلفات هسته در حالت اتصال كوتاه در مقايسه با تلفات هسته در حالت بي باري ، كوچك بوده و قابل صرفنظر كردن خواهد بود . بنابراين تلفات اهمي رتور و استاتور در جريان نامي تقريبا برابر با توان ورودي در حالت اتصال كوتاه مي گردد يعني :

(۴-۱۰) $P_{S.C}$ = تلفات اهمی رتور و استاتور در جریان نامی

۴ – ۷ – ۳ – نحوهٔ انجام آزمایش اندازه گیری مقاومت dc استاتور

در این آزمایش ، مقاومت بین هر جفت ترمینالهای استاتور به صورت دو بدو ، بوسیله اهم متر اندازه گیری شد. طریقهٔ آزمایش در شکل (۴-۹) نشان داده شده است .

از مقادیر قرائت شده ،میانگین گرفته می شود. اگر این میانگین را (**R**) بنامیم ، برای بد ست آوردن مقادیر متو سط یک فاز استاتور از **(R_1)** در دو حالت اتصال ستاره **(Y)** و مثلث **(D)** به ترتیب زیر عمل می شود:

در حالت اتصال ستاره مطابق شکل ۴-۸- الف

$R=R_1+R_1=2R_1$

بنابراین :

(۴-۱۱) $R_1 \frac{R}{2}$

در حالت اتصال مثلث ،مطابق شکل ۴-۸- ب

$$R=\frac{R_1(R_1+R_1)}{R_1+(R_1+R_1)}=\frac{2}{3}R$$

بنابراین

$$R_1=\frac{2}{3}R \qquad (۱۲-۴)$$

۴ –۷ – ۴ – نحوهٔانجام آزمایش تعیین تلفات ، راندمان و بار موتور در حالت بهره برداری

در این آزمایش که بطور خلا صه ((آزمایش در حالت بهره برداری))نامیده می شود، و سیله مکانیکی به موتور و صل بوده و موتور دارای با رگیری مکانیکی است. مدار آزمایش در شکل (۴-۱۰) نشان داده شده است . در این آزمایش نیز اندازه گیری توان سه فاز به روش دو واتمتری صورت گرفته است. توان ورودی قرائت شده توسط واتمتر عبارت است از :

(۴-۱۳) بار موتور + تلفات متغیر در حالت بهره برداری + تلفات ثابت = توان ورودی در حالت بهره برداری

توان نامی مکانیکی دستگاه متصل به موتور + تلفات متغیر در حالت بهره برداری + تلفات ثابت = توان ورودی در حالت بهره برداری

WikiPower.ir

در رابطهٔ فوق ، با رموتور شامل تلفات و سیله مکانیکی به علاوه توان مفید تحویلی به بار می‌با شد ؛ تلفات ثابت از رابطهٔ (۴-۵) بدســـت می آید؛ برای بدســـت آوردن تلفات متغیر در حالت بهره برداری با توجه به اینکه این تلفات تقریباً با مربع جریان بارگذاری متناسب است ، رابطه زیر را می‌توان در نظر گرفت :

$$\text{تلفات متغیر در حالت بهره برداری} = \text{تلفات متغیر در بار نامی} * \frac{I^2m}{I^2n} \qquad (۱۴-۴)$$

I_m = متوسط جریان های اندازه گیری شده سه فاز در حالت بهره برداری

I_n = جریان نامی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در روابط (۴-۱۴) و (۴-۱۵)، تلفات متغیر در بار نامی شامل تلفات اهمی رتور و استاتور (رابطه (۴-۱۰)) و تلفات سرگردان (جدول ۳-۱) می باشد.

با استفاده از روابط (۴-۵) و (۴-۱۵) ، تلفات کل در حالت بهره برداری بدست می آید یعنی :

(۴-۱۶) تلفات متغیر در حالت بهره برداری + تلفات ثابت = تلفات کل در حالت بهره برداری

بدین ترتیب با استفاده از رابطه (۴-۱۶) و نیز توان ورودی قرائت شده در حالت بارداری، اندازه بار موتور بدست می آید:

(۴-۱۷) تلفات کل در حالت بهره برداری − توان ورودی = بار موتور

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ – ۸ – نتایج آزمایشات

قبل از ارئه نتایج ازمایشات انجام شده ، توجه به نکات زیر ضروری می باشد :

۱. نحوۀ اتصال سیم پیچی های موتور در آزمایش های اتصال کوتاه و اندازه گیری مقاومت **dc** استاتور به ستاره **(Y)** بوده است.

۲. نحوۀ اتصال سیم پیچی های موتور در آزمایش های بی باری (۱) و بی باری (۲) . مطابق با نحوۀ اتصال موتور در حالت بهره برداری بوده است.

۳. آزمایش بی باری (۱) در مورد دستگاههای خشک کن ، به دلیل دشواری جدا کردن موتور از وسیله مکانیکی ، فقط برای موتو رخشک کن (۵) انجام شد. نتایج این آزمایش ، با توجه به مشابه بودن موتورهای دستگاه خشک کن ، برای همۀ این موتورها در نظر گرفته شده است.

۴. در مورد الکتروموتورهای دستگاههای غربال (۱) و غربال (۲) ، که کاملاً مشابه موتورهای دستگاههای بالابر هستند، به دلیل آنکه دسترسی به جعبه ترمینال آنها ، جز با بازکردن موتور از روی فونداسیون امکان پذیر نبود ، به ناچار هیچ آزمایشی انجام نشد.

۵. مشخصات نامی هر الکتروموتور به همراه نتایج آزمایشاتی که بر روی آنها انجام شده به صورت کامل در همین بخش آورده شده است .

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۱)

جدول ۴-۱ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۱)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۲ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۱)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	7.6	8.2	6.8	394	390	389	+2610	-900	1710
اتصال کوتاه	11.7	10.7	12.0	83	75	77	+735	-12	723
بهره برداری	9.0	8.9	9.0	385	387	386	+4030	+66	4096

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۳ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۱)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.6	1.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۲)

جدول ۴-۴ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۲)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
5.5/7.5	1450	220Δ/ 380Y	20.2/11.7	0.83

WikiPower.ir

جدول ۴-۵ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۲)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	7.2	8.3	7.9	391	389	389	+2790	-953	1837
اتصال کوتاه	10.4	11.4	11.9	80	88	81	+809	-70	739

بهره برداری	9.1	8.9	9.0	380	381	381	+403 0	+215	424 5

جدول ۴-۶ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۲)

Rxy	Ryz	Rzx
1.6	1.6	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۳)

جدول ۴-۷ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۳)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۸ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۳)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+185 0	-1074	776

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بی باری (۲)	7.3	7.9	7.2	398	400	399	+2750	-887	1863
اتصال کوتاه	11.7	11.3	12.1	87	80	83	+796	-25	771
بهره برداری	8.8	8.7	8.8	382	380	381	+3990	+163	4153

جدول ۴-۹ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۳)

Rxy	Ryz	Rzx
1.6	1.5	1.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

WikiPower.ir

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۴)

جدول ۴-۱۰ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۴)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
5.5/7.5	1450	220Δ/ 380Y	20.2/11.7	0.83

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۱۱ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۴)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	6.9	7.3	7.1	397	395	398	+2580	-818	1762
اتصال کوتاه	11.7	11.8	11.6	89	85	83	+732	-37	695
بهره برداری	8.9	9.0	8.8	387	383	389	+3970	+25	3995

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۱۲ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۴)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.5	1.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۵)

جدول ۴-۱۳ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۵)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۱۴ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۵)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	7.0	7.1	7.1	396	393	392	+2570	-861	1709
اتصال کوتاه	11.6	11.9	11.9	76	79	77	+724	-35	689
بهره برداری	8.8	8.9	8.8	382	381	380	+3950	+5	3955

WikiPower.ir

جدول ۴-۱۵ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۵)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.5	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۶)

جدول ۴-۱۶ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۶)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۱۷ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۶)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+185 0	-1074	776
بی باری (۲)	7.5	8.0	7.2	389	390	387	+254 0	-870	167 0
اتصال کوتاه	11.7	11.9	11.6	80	81	77	+749	-5	744
بهره برداری	9.3	9.0	9.0	382	385	386	+401 0	+67	407 7

جدول ۴-۱۸ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۶)

Rxy	Ryz	Rzx
1.6	1.5	1.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۷)

جدول ۴-۱۹ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۷)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۲۰ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۷)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	7.5	7.9	6.9	392	389	390	+2690	-852	1838
اتصال کوتاه	11.9	11.1	11.3	85	79	83	+756	-21	735
بهره برداری	9.1	9.0	8.9	386	387	387	+4030	+113	4143

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۲۱ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۷)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.6	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۸)

جدول ۴-۲۲ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۸)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۲۳ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۸)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+185 0	-1074	776

بی باری (۲)	7.2	8.3	7.7	393	390	391	+2710	-923	1787
اتصال کوتاه	11.8	11.6	11.9	83	90	85	+781	-57	724
بهره برداری	9.0	8.7	8.9	382	381	383	+3990	+206	4196

جدول ۴-۲۴ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۸)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.6	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

WikiPower.ir

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۹)

جدول ۴-۲۵ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۹)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.83	20.2/11.7	220Δ/ 380Y	1450	5.5/7.5

جدول ۴-۲۶ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۹)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+185 0	-1074	776
بی باری (۲)	7.4	8.1	7.8	393	390	390	+280 0	-913	188 7
اتصال کوتاه	11.5	11.7	11.9	82	86	89	+795	-36	759
بهره برداری	9.2	8.9	9.1	380	381	383	+405 0	+261	431 1

جدول ۴-۲۷ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۹)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.5	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور خشک کن (۱۰)

جدول ۴-۲۸ مشخصات نامی الکتروموتور خشک کن (۱۰)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
5.5/7.5	1450	220Δ/ 380Y	20.2/11.7	0.83

جدول ۴-۲۹ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری خشک کن(۱۰)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	4.1	4.3	4.2	395	392	390	+1850	-1074	776
بی باری (۲)	7.4	8.1	7.8	393	390	390	+2640	-838	1802
اتصال کوتاه	11.5	11.7	11.9	82	86	89	+800	-53	747
بهره برداری	9.2	8.9	9.1	380	381	383	+4010	+65	4075

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۳۰ اندازه گیری مقاومت استاتور خشک کن (۱۰)

Rxy	Ryz	Rzx
1.6	1.6	1.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۱)

جدول ۴-۳۱ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۱)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
1.1/1.5	705	220Δ/ 380Y	6.3/3.65	0.64

جدول ۴-۲۰ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۱)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	1.0	1.1	1.1	395	400	397	+561	-360	201
بی باری (۲)	1.0	1.0	1.1	402	407	403	+514	-224	270
اتصال کوتاه	3.6	3.6	3.7	160	165	166	+536	-6	530

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بهره برداری	1.0	1.1	1.0	382	386	383	+524	-198	326

جدول ۴-۳۳ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۱)

Rxy	Ryz	Rzx
12.5	12.7	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۲)

جدول ۴-۳۴ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۲)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
1.1/1.5	705	220Δ/ 380Y	6.3/3.65	0.64

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۳۵ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۲)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	0.9	1.0	1.0	393	397	395	+529	-336	193
بی باری (۲)	1.0	1.1	1.0	400	402	401	+495	-230	265
اتصال کوتاه	3.6	3.7	3.8	165	169	170	+547	-16	531
بهره برداری	1.1	1.1	1.0	383	385	383	+521	-208	313

WikiPower.ir

جدول ۴-۳۶ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۲)

Rxy	Ryz	Rzx
12.6	12.5	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۳)

جدول ۴-۳۷ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۳)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.64	6.3/3.65	220Δ/ 380Y	705	1.1/1.5

جدول ۴-۳۸ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۳)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	1.0	1.1	1.1	397	401	399	+557	-352	205
بی باری (۲)	1.2	1.1	1.1	404	409	407	+517	-258	259
اتصال کوتاه	3.6	3.5	3.6	158	162	163	+535	-12	523
بهره برداری	1.0	1.0	1.0	383	384	381	+520	-209	311

WikiPower.ir

جدول ۴-۳۹ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۳)

Rxy	Ryz	Rzx
12.6	12.7	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۴)

جدول ۴-۴۰ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۴)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.64	6.3/3.65	220Δ/ 380Y	705	1.1/1.5

جدول ۴-۴۱ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۴)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	1.1	1.0	1.0	390	393	391	+557	-367	190
بی باری (۲)	1.1	1.1	1.0	389	393	392	+492	-236	256
اتصال کوتاه	3.5	3.6	3.6	151	154	152	+517	-17	500
بهره برداری	1.0	1.0	1.1	387	390	388	+564	-261	303

WikiPower.ir

جدول ۴-۴۲ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۴)

Rxy	Ryz	Rzx
12.5	12.5	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۵)

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۴۳ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۵)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
1.1/1.5	705	220Δ/ 380Y	6.3/3.65	0.64

جدول ۴-۴۴ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۵)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	1.1	1.1	1.0	392	396	394	+534	-322	212
بی باری (۲)	1.1	1.1	1.1	392	394	390	+543	-246	297
اتصال کوتاه	3.6	3.6	3.7	158	160	153	+575	-27	548
بهره برداری	1.1	1.0	1.1	381	379	383	+504	-173	331

جدول ۴-۴۵ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۵)

Rxy	Ryz	Rzx
12.7	12.8	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور بالابر (۶)

جدول ۴-۴۶ مشخصات نامی الکتروموتور بالابر (۶)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.64	6.3/3.65	220Δ/ 380Y	705	1.1/1.5

جدول ۴-۴۷ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری بالا بر (۶)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	1.0	0.9	0.9	395	401	396	+493	-306	187
بی باری (۲)	1.0	0.9	0.9	397	401	397	+340	-168	272
اتصال کوتاه	3.6	3.6	3.6	158	153	155	+548	-29	519
بهره برداری	1.0	1.0	1.1	380	381	382	+524	-223	301

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۴۸ اندازه گیری مقاومت استاتور بالابر (۶)

Rxy	Ryz	Rzx
12.5	12.5	12.6

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور پوستکن (۱)

جدول ۴-۴۹ مشخصات نامی الکتروموتور پوستکن (۱)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
7.5/10	955	220Δ/ 380Y	28.5/16.5	0.82

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۵۰ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری پوستکن (۱)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	9.1	9.0	8.2	397	393	395	+2020	-1365	655
بی باری (۲)	9.1	9.0	8.5	396	393	395	+2210	-1127	1083
اتصال کوتاه	16.7	13.7	15.7	92	99	97	+1192	-90	1102
بهره برداری	8.1	7.5	8.0	381	382	382	+2200	-414	1786

جدول ۴-۵۱ اندازه گیری مقاومت استاتور پوستکن (۱)

Rxy	Ryz	Rzx
1.2	1.2	1.2

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور پوستکن (۲)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۵۲ مشخصات نامی الکتروموتور پوستکن (۲)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.82	28.5/16.5	220Δ/ 380Y	955	7.5/10

جدول ۴-۵۳ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری پوستکن (۲)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	9.2	9.1	8.1	398	392	394	+206 0	-1380	680
بی باری (۲)	9.1	9.2	8.3	398	392	394	+223 0	-1220	111 0
اتصال کوتاه	16.6	13.8	15.6	88	103	95	+116 0	-139	102 1
بهره برداری	8.9	7.8	8.9	380	382	383	+233 0	-550	178 0

WikiPower.ir

جدول ۴-۵۱ اندازه گیری مقاومت استاتور پوستکن (۲)

Rxy	Ryz	Rzx
1.2	1.2	1.2

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور سفید کن (۱)

جدول ۴-۵۵ مشخصات نامی الکتروموتور سفید کن (۱)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
15/20	964	220Δ/ 380Y	32/18.5	0.81

جدول ۴-۵۶ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری سفید کن (۱)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	9.1	9.3	9.5	395	393	392	+269 0	-1726	964
بی باری (۲)	11.7	11.7	11.7	394	393	392	+295 0	-1737	1213

WikiPower.ir

اتصال کوتاه	18.9	16.9	18.0	170	160	181	+2290	-238	2052
بهره برداری	23.1	23.3	24.8	380	384	385	+9110	+2049	11159

جدول ۴-۵۷ اندازه گیری مقاومت استاتور سفید کن (۱)

Rxy	Ryz	Rzx
1.7	1.7	1.7

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور سفید کن (۲)

جدول ۴-۵۸ مشخصات نامی الکتروموتور سفید کن (۲)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
15/20	964	220Δ/ 380Y	32/18.5	0.81

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۵۹ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری سفید کن (۲)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	9.6	9.4	9.7	399	397	398	+2770	-1781	989
بی باری (۲)	11.0	11.5	12.1	401	395	397	+3000	-1735	1265
اتصال کوتاه	18.8	16.1	17.8	168	158	180	+2310	-290	2020
بهره برداری	23.9	24.0	25.1	378	382	380	+9020	+2080	11100

جدول ۴-۶۰ اندازه گیری مقاومت استاتور سفید کن (۲)

Rxy	Ryz	Rzx
1.7	1.7	1.7

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور سفید کن (۳)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۶۱ مشخصات نامی الکتروموتور سفید کن (۳)

ضریب قدرت	جریان A	ولتاژ V	سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
0.81	32/18.9	220Δ/ 380Y	970	15/20

جدول ۴-۶۲ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری سفید کن (۳)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	10.0	9.8	9.6	395	396	393	+2710	-1790	920
بی باری (۲)	12.1	13.2	12.8	394	397	393	+2780	-1652	1228
اتصال کوتاه	18.9	17.0	18.0	190	183	192	+2590	-80	2510
بهره برداری	22.0	23.1	24.3	380	381	382	+8920	+2250	11170

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۶۳ اندازه گیری مقاومت استاتور سفید کن (۳)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.5	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

مشخصات نامی و نتایج آزمایشها : الکتروموتور سفید کن (۴)

جدول ۴-۶۴ مشخصات نامی الکتروموتور سفید کن (۴)

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	ولتاژ V	جریان A	ضریب قدرت
15/20	970	220Δ/ 380Y	32/18.9	0.81

WikiPower.ir

جدول ۴-۶۵ : نتایج آزمایش در حالتهای بی باری ، اتصال کوتاه و بهره برداری سفید کن (۴)

مقادیر قرائت شده	جریان A			ولتاژ V			توان W		
عنوان آزمایشها	Ix	Iy	Iz	Vxy	Vyz	Vzx	P1	P2	P3
بی باری (۱)	9.8	9.7	9.9	391	392	390	+2800	-2007	793
بی باری (۲)	11.5	13.1	13.0	392	395	392	+2960	-1789	1171
اتصال کوتاه	18.9	16.7	18.3	186	179	199	+2520	-41	2479
بهره برداری	21.9	22.8	23.3	382	381	380	+9010	+2020	11030

جدول ۴-۶۶ اندازه گیری مقاومت استاتور سفید کن (۴)

Rxy	Ryz	Rzx
1.5	1.5	1.5

تمام مقاومتها بر حسب اهم هستند.

۴ – ۹ – یک مثال نمونه برای نشان دادن نحوه محاسبات تلفات ، راندمان و بار موتور

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

محاسبات برای موتور دستگاه سفید کن (۱)

مرحله ۱ : مقدار متوسط مقاومت یک کلاف استاتور

مطابق رابطه (۴-۱۸)

Σ

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۳

با استفاده از رابطه (۴-۱۱)

$$R_1 = \frac{R}{2} = \frac{2.04}{2} = 1.02\Omega$$

مرحله ۲ :مقدار جریان استاتور در آزمایش بی باری (۱)

WikiPower.ir

مقدار متوسط جریان استاتور در حالت اتصال مثلث برابر است با :

$$I_L = \frac{I_X + I_Y + I_Z}{3\sqrt{3}} \quad (۴-۲۴)$$

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲

$$I_{OC1} = \frac{9.1+9.3+9.5}{3\sqrt{3}} = 5.37A$$

مرحله ۳ : تلفات ثابت

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲

$$P_{O.C1} = 964W$$

با استفاده از رابطه (۴-۳)

تلفات اهمی استاتور در حالت بی باری (۱) = $3R_1.I^2_{O.C1}$

$=3\times1.02.37^2=88W$

با استفاده از رابطه (۴-۵)

تلفات اهمی استاتور در حالت بی باری (۱) - تلفات ثابت = $P_{O.C1}$

= 946-88=876 W

مرحله ۴ :تلفات وسیله مکانیکی

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲ $P_{O.C2}=1213W$

مطابق رابطه (۴-۲۴) $I_{OC2}=\frac{I_X+I_Y+I_Z}{3\sqrt{3}}=\frac{11.0+11.1+11.7}{3\sqrt{3}}=6.5A$

WikiPower.ir

با استفاده از رابطه (۴-۸)

تلفات وسیله مکانیکی = $P_{O.C2}$ -(تلفات ثابت + $3R_1.I^2_{O.C2}$)

$=1213-(876+3\times1.02\times6.5^2=208W$

مرحله ۵ : تلفات اهمی رتور و استاتور در بار نامی

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲

$P_{S.C}=2052W$

با استفاده از رابطه (۴-۱۰)

تلفات اهمی رتور و استاتور در بار نامی = $P_{S.C}=2052W$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مرحله ۶ – تلفات سرگردان در بار نامی

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۱

15 Kw = توان نامی خروجی

با استفاده از جدول ۳-۱

270 W = 1000 * 15 * 0.018 = توان نامی خروجی * **0.018** = تلفات سرگردان در بار نامی

مرحله ۷ : تلفات متغیر در بار نامی

مطابق رابطه (۴-۲۰)

تلفات سرگردان در بار نامی + تلفات اهمی رتور و استاتور در بار نامی = تلفات متغیر در بار نامی

= 2052+270 = 2322 W

مرحله ۸ : تلفات کل در بار نامی

مطابق با رابطه ۴-۲۱

تلفات متغیر در بار نامی + تلفات ثابت = تلفات کل در بار نامی

= 876 +2322=3198 W

مرحله ۹ : تلفات متغیر در حالت بهره برداری

مطابق با رابطه (۴-۲۴)

$$I_M = \frac{I_X + I_Y + I_Z}{3\sqrt{3}}$$

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲

$$I_M = \frac{23.1 + 23.3 + 24.8}{3\sqrt{3}} = 13.7A$$

مطابق رابطه (۴-۲۴)

$$I_{SC} = \frac{I_X + I_Y + I_Z}{3}$$

همانطور که ملاحظه می شود، در اینجا از آوردن $\sqrt{3}$ در مخرج خودداری شده است. زیرا آزمایش رتور قفل شده بر خلاف اتصال ترمینالهای موتور در حالت بهره برداری که مثلث می باشد، در حالت اتصال ستاره انجام پذیرفته است

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

. دلیل آن نیز به خاطر پرهیز از مقادیر زیاد جریان اتصال کوتاه در آزمایش فوق می باشد. مقادیر قرائت شده توان اتصال

کوتاه در حالت اتصال ستاره ،عملاً تفاوتی با حالت اتصال مثلث نخواهد داشت .

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲ $I_{SC}=\frac{18.9+16.9+18.0}{3}=17.93A$

با استفاده از رابطه (۴-۱۵)

تلفات متغیر در بار نامی * $\left(\frac{I_M}{I_{S.C}}\right)^2$ = تلفات متغیر در حالت بهره برداری

$= \left(\frac{I_M}{I_{S.C}}\right)^2 * 2322 = 1356 \ W$

مرحله ۱۰ : تلفات کل در حالت بهره برداری

مطابق رابطه (۴-۱۶)

تلفات متغیر در حالت بهره برداری + تلفات ثابت = تلفات کل در حالت بهره برداری

=876 + 1356 = 2223 W

مرحله ۱۱ : بار موتور

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۲

11159 W = توان ورودی در حالت بهره برداری

با استفاده از رابطه (۴-۱۷)

تلفات کل در حالت بهره برداری **–** توان ورودی = بار موتور

= 11159 – 2223 = 8927 W = 8.927 kw

با تقسیم مقدار اخیر بر ۰/۷۴۶ ، با موتور بر حسب اسب بخار بدست می آید.

بار موتور $=\frac{8.927}{0.746}=11.97hp$

مرحله ۱۲ : راندمان نامي

با مراجعه به جدول ۴-۱۹-۱

$$V_n = 380\ V\ ,\ I_n = 32\ A\ ,\ PF = 0.81$$

مطابق رابطه (۴-۲۲)

$$\text{راندمان نامی} = \frac{\text{تلفات کل در حالت بار نامی}}{\sqrt{3}.V_n.I_n.PF} - \sqrt{3}.V_n.I_n.PF$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 380\times 32\times 0.81 - 3198}{\sqrt{3}\times 380\times 32\times 0.81} = 81.3\%$$

مرحله ۱۳ : راندمان در حالت بهره برداری

مطابق رابطه (۴-۲۳)

$$\text{راندمان در حالت بهره برداری} = \frac{\text{تلفات در حالت بهره برداری} - \text{توان ورودی در حالت بهره برداری}}{\text{توان ورودی در حالت بهره برداری}}$$

$$= \frac{11159 - 2232}{11159} = 80.0\%$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ – ۱۰ – تحلیل نتایج آزمایشات

با استفاده از نتایج حاصله از آزمایشات انجام شده و همچنین روش محاسباتی مثالهای ارائه شده در بخش ۴-۹ ، تلفات در حالت بهره برداری ، اندازهٔ توان بار اعمال شده به محور موتور، تلفات و سیله مکانیکی انتقال دهندهٔ توان موتور به بار مکانیکی ، راندمان حالت کار نامی و راندمان حالت کار بهره برداری ، برای کلیه موتورهای الکتریکی خط تولید کارخانه (به غیر از غربال (۱) و (۲) به دلیل گفته شده در بند ۴ بخش ۴-۹) محاسبه و در جدول ۴-۲۳ آورده شده اند . بطوریکه ملاحظه می شود، راندمان نامی الکتروموتورهای موجود در کارخانه از راندمان نامی موتورهای استاندارد (پیوست ۸) کمتر اســت (احتمالاً بخاطر قدیمی و فرســوده بودن) . همچنین راندمان حالت بهره برداری موتورهای بالابر و پوســتکن بدلیل بزرگ گیری فاحش در طرح اولیه ، در مقایسه با راندمان نامی افت قابل ملاحظه ای نموده است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۴-۲۳- مقادیر محاسبه شده تلفات ، بار و راندمان الکتروموتورهای کارخانه شالی کوبی

نام دستگاه	قدرت نامی موتور kw/hp	تلفات در حالت بهره برداری kw	تلفات وسیله مکانیکی kw	بار موتور kw/hp	راندمان در حالت نامی ٪	راندمان در حالت بهره برداري ٪
خشک کن(۱)	5.5/7.5	1.229	0.824	2.867/3.84	75.8	70.0
خشک کن(۲)	5.5/7.5	1.264	0.939	2.981/4.00	75.5	70.2
خشک کن(۳)	5.5/7.5	1.215	0.980	2.938/3.94	75.0	70.8
خشک کن(۴)	5.5/7.5	1.187	0.896	2.808/3.76	76.2	70.3
خشک کن(۵)	5.5/7.5	1.170	0.846	2.785/3.73	76.3	70.4
خشک کن(۶)	5.5/7.5	1.233	0.782	2.844/3.81	75.4	69.7
خشک کن(۷)	5.5/7.5	1.244	0.958	2.899/3.89	75.6	70.0
خشک کن(۸)	5.5/7.5	1.195	0.896	3.001/4.02	75.7	71.5
خشک کن(۹)	5.5/7.5	1.244	0.996	3.076/4.11	75.2	71.1
خشک کن(۱۰)	5.5/7.5	1.218	0.913	2.857/3.83	75.4	70.1
بالابر (۱)	1.1/1.5	0.220	0.071	0.106/0.18	52.8	32.6
بالابر (۲)	1.1/1.5	0.218	0.069	0.095/0.13	53.0	30.5
بالابر (۳)	1.1/1.5	0.222	0.051	0.089/0.12	53.0	28.7
بالابر (۴)	1.1/1.5	0.210	0.064	0.093/0.13	55.4	30.8
بالابر (۵)	1.1/1.5	0.238	0.083	0.093/0.12	51.0	28.1
بالابر (۶)	1.1/1.5	0.212	0.085	0.089/0.12	54.1	29.7
پوست کن (۱)	7.5/10	0.813	0.424	0.973/1.30	80.6	54.5
پوست کن (۲)	7.5/10	0.871	0.427	0.909/1.22	81.3	51.1
سفید کن (۱)	15/20	2.231	0.208	8.928/11.97	81.3	80.0
سفید کن (۲)	15/20	2.360	0.234	8.740/11.72	81.3	78.7
سفید کن (۳)	15/20	2.370	0.149	8.800/11.80	78.8	78.8
سفید کن (۴)	15/20	2.165	0.323	8.865/11.88	79.7	80.3

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴ – ۱۱ – تعیین راندمان خط تولید کارخانه

راندمان خط تولید کارخانه (بدون در نظر گرفتن غربال (۱) و (۲))با فرض اینکه تمامی الکتروموتورها در یک زمان در حال کار باشند به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\text{راندمان خط تولید} = \frac{\text{مجموع کار مفید انجام شده توسط الکتروموتوهای خط تولید}}{\text{خط تولید}} \qquad (۴-۲۵)$$

رابطه فوق را به صورت زیر می توان نوشت :

$$\text{راندمان خط تولید} = \frac{\Sigma\ [\text{ساعات کارکرد سالسانه} * (\text{تلفات وسیله مکانیکی} - \text{بار موتور})]}{[\text{ساعات کارکرد سالسانه} * (\text{تلفات در حالت بهره برداری} + \text{تلفات وسیله مکانیکی}]}$$

با استفاده از رابطه اخیر و با توجه به اطلاعات جدول ۴-۲۳ خواهیم داشت :

خشک کن ها : مجموع تلفات وسیله مکانیکی = **9.03 kw** مجموع بار موتور = **29.18 kw**

ساعات کارکرد سالیانه = **4400** & مجموع تلفات الکتروموتورها در حالت بهره برداری = **12.20 kw**

بالابر ها : مجموع تلفات وسایل مکانیکی = **0.426 kw** & مجموع بار موتور = **0.582 kw**

ساعات کارکرد سالیانه = **2000** & مجموع تلفات الکتروموتورها در حالت بهره برداری = **1.32 kw**

پوست کن ها : مجموع تلفات وسیله مکانیکی = **0.852 kw** مجموع بار موتور = **2.00 kw**

ساعات کارکرد سالیانه = **2000** & مجموع تلفات الکتروموتورها در حالت بهره برداری = **1.684 kw**

سفید کن ها : مجموع تلفات وسیله مکانیکی = **0.916 kw** مجموع بار موتور = **35.42 kw**

ساعات کارکرد سالیانه = **2000** & مجموع تلفات الکتروموتورها در حالت بهره برداری = **9.126 kw**

راندمان خط تولید کارخانه =

$$\frac{(29.18-9.03)\times 4400+[(0.582-0.426)+(2.00-0.852)+(35.42-0.916)]\times 2000}{160276+(1220\times 4400)+(1.32+1.684+9.126)\times 2000}\times 100 = 67.3\%$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم:

بهینه سازی انرژی در

کارخانه شالیکوبی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵ – ۱ – مقدمه

پس از تعیین توان بارهای مکانیکی کارخانه شالیکوبی ، اکنون زمان آن فرا ر سیده ا ست که بر ا ساس دیدگاه ارائه شده در فصل دوم ، نسبت به انتخاب بهترین موتور با کمترین تلفات برای هر بار اقدام گردد. در این قسمت ، برای هر بار مکانیکی مشخص ابتدا طبق معیار مشخصی تعدادی موتور برای تامین آنها انتخاب می گردد. سپس بر اساس روش ارائه شده در پیو ست ۳ ، تلفات موتورهای محا سبه و با یکدیگر مقایسه می گردند. موتورهای انتخاب شده برای برر سی از نوع موتورهای اســتاندارد [۱]، ســه فاز ۳۸۰ ولتی ، کلاس طراحی **B** [۲]، مناســب کاربردهای عمومی [۳]، محفظه **TEFC** [۴]، درجه حفاظت **IP54** [۵] و کلاس عایقی **B** [۶] هســتند . این موتورها بنا به دلایل زیر همگی از شــرکت فرانســوی لوری ســومر [۷] انتخاب گردیده اند:

۱. موتورهای این شرکت معتبر در بازار ایران یافت می شوند و قابل خریداری هستند.

۲. اطلاعات مورد نیاز این پروژه ، یعنی مقادیر راندمان در دو نقطه ۷۵ و ۱۰۰ درصــد بار نامی ، توســط ســازنده به صورت مشخصات عملکردی [۸] منتشر شده است .

۱- Standard Motors

۲- به پیوست ۵ رجوع شود.

۳- General Purpose

۴- به پیوست ۴ رجوع شود.

۵- به پیوست ۶ رجوع شود.

۶- به پیوست ۶ رجوع شود.

۷- LEROY SOMER

۸- Performance data. به پیوست ۸ رجوع شود :

۵ – ۲ – انتخاب موتور های جدید برای طرح پیشنهادی

با توجه به توان بار مکانیکی محاسبه شده برای هر دستگاه، که در جدول ۴-۲۳ خلاصه و مرتب گردیده اند ، ابتدا برای هر کاربرد مورد نظر چند موتور انتخاب می گردد. مواردی که در انتخاب اولیه این موتورها می باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر است:

- ولتاژ نامی سه فاز
- تعداد قطب
- نوع کاربرد (عمومی یا ویژه)
- کلاس طراحی
- نوع محفظه
- کد بین المللی حفاظت
- نحوه نصب
- کلاس عایقی

مشخصات فوق براي موتورهاي انتخاب اوليه، بايد با مشخصات موتورهاي فعلي، يكسان باشد.

همچنین قدرت نامی موتورهای اولیه برای هر دستگاه (بار مکانیکی) با توجه به توان نامی محاسبه شده برای آن ، باید در محدوده زیر باشد.

(۵-۱) توان نامی بار مکانیکی * ۲/۵ ≤ قدرت نامی موتور انتخابی ≤ توان نامی بار مکانیکی

علت انتخاب بازده فوق برای جستجوی قدرت مناسب موتور بشرح زیر میباشد:

- جلوگیری از اضافه بار شدن موتور

- جلوگیری از بزرگ گیری فاحش موتور به بیش از ۲/۵ برابر توان مکانیکی بار

۵-۳- مقایسه موتورهای انتخاب اولیه با یکدیگر

قدرت نامی موتورهای انتخاب اولیه برای هر کدام از دستگاههای خشک کن ، بالا بر ، پوستکن و سفید کن ، با توجه به مقدار متوسط توان نامی این دستگاهها انتخاب گردیده است .

جدول ۵-۱ ، ۵-۲ ، ۵-۳ ، ۵-۴ توان نامی و رابطه تلفات بر حسب توان خروجی هر کدام از این موتورها را به ترتیب برای چهار دستگاه مصرفی کارخانه نشان می دهند نحوه بدست آوردن رابطه تلفات در پیوست ۳ نشان داده شده است. در این جداول ، رابطه تلفات هر موتور بر حسب توان خروجی آن ، با استفاده از مشخصات عملکردی موتورها ۱۰۰٪ و ۷۵٪ با رنامی بدست آمده است. همچنین در شکل های ۵-۱ ، ۵-۲ ،۵-۳ ، ۵-۴ با استفاده از روابط تلفات منحنی تلفات هر کدام از این موتورها ، در سرتاسر نقاط بار گذاری ،یعنی از صفر تا صد در صد بار نامی، جهت مقایسه با یکدیگر ترسیم شده است. بر اساس رابطه (۵-۱) برای هر نوع از دستگاههای مکانیکی موجود در کارخانه ، موتورهای اولیه تعیین گردیده و با استفاده از روابط تلفات موتور در جدول (۵-۱) الی (۵-۴) مقدار تلفات متناظر هر یک از موتورها محاسبه گردیده که همگی در جدول (۵-۵) نشان داده شده اند.

در جدول فوق کلیه دستگاههای مکانیکی همنوع با یک توان نامی متوسط معرفی گردیده‌اند . مثلاً کلیه بالابر ها با یک توان ۳/۹۱ اسب بخار نشان داده شده اند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۵-۱ رابطه تلفات بر حسب توان خروجی موتورهای انتخابی اولیه برای دستگاههای خشک کن

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	راندمان (٪) 3/4	راندمان (٪) 4/4	رابطه تلفات بر حسب توان خروجی (kw)
¾	1435	81	81	L = 0.3000 + 0.0250*(output hp)^2
4/5.5	1440	81	82	L = 0.4919 + 0.0135*(output hp)^2
4.5/6	1450	82	84	L = 0.5882 + 0.0073*(output hp)^2
5.5/7.5	1435	82	83	L = 0.6321 + 0.0091*(output hp)^2

جدول ۵-۲ رابطه تلفات بر حسب توان خروجی موتورهای انتخابی اولیه برای دستگاههای بالابر

قدرت kw/hp	سرعت r.p.m	راندمان (٪) 3/4	راندمان (٪) 4/4	رابطه تلفات بر حسب توان خروجی (kw)
0.12/0.17	680	42	46	L = 0.1088 + 1.3862*(output hp)^2
0.15/0.20	680	47	49	L = 0.0888 + 1.6631*(output hp)^2
0.18/0.25	700	48	51	L = 0.1160 + 1.0114*(output hp)^2
0.25/0.33	710	58	61	L = 0.1032 + 0.4973*(output hp)^2

جدول ۵-۳ رابطه تلفات بر حسب توان خروجی موتورهای انتخابی اولیه برای دستگاههای پوست کن

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

رابطه تلفات بر حسب توان خروجی (kw)	راندمان (٪)		سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
	4/4	3/4		
L = 0.1669 + 0.1390*(output hp)^2	70	71	910	1.1/1.5
L = 0.1431 + 0.1022*(output hp)^2	73	75	930	1.5/2.0
L = 0.3085 + 0.0449*(output hp)^2	76	75	930	1.5/2.5
L = 0.2226 + 0.0495*(output hp)^2	77	78	940	2.2/3.0

جدول ۵-۴ رابطه تلفات بر حسب توان خروجی موتورهای انتخابی اولیه برای دستگاههای سفید کن

رابطه تلفات بر حسب توان خروجی (kw)	راندمان (٪)		سرعت r.p.m	قدرت kw/hp
	4/4	3/4		
L = 0.7485+ 0.0044*(output hp)^2	86.5	86.5	965	11/15
L = 0.6685 + 0.0032*(output hp)^2	88.5	89.0	970	15/20
L = 0.3085 + 0.0449*(output hp)^2	88.5	88.5	965	18.5/25

WikiPower.ir

۱-۱-۲- جدول ٥-٥ مقادير محاسبه شده تلفات موتورهاي انتخاب اوليه

متوسط تلفات موتورهاي انتخابي اوليه kw	قدرت نامي موتورهاي انتخابي اوليه hp	متوسط بار موتورها hp	نام دستگاه
0.683 0.699 0.700 0.771	4 5.5 6 7.5	3.91	خشک کن
0.131 0.115 0.132 0.111	0.17 0.2 0.25 0.33	0.13	بالابر

پوستکن	1.34	1.5 2 2.5 3	0.415 0.326 0.389 0.311
سفید کن	11.87	15 20 25	1.369 1.120 1.349

۵ – ۴ – طرح پیشنهادی

برای هر نوع دستگاه ، هنگام مقایسه تلفات موتورهای انتخابی اولیه در نقطه بار گذاری، موتوری که کمترین مقدار تلفات را در نقطهٔ مذکور داشته باشد ، می تواند به عنوان انتخاب نهایی تلقی گردد. امل به طور خاص اگر اختلاف مقادیر تلفات بر خی از موتور ها در یک نقطه بار گذاری معین، چشمگیر نباشد موتوری که ارزانتر است انتخاب می شود همچنین نباید فراموش کرد که محاسبه با رموتور به صورت تقریبی و با استفاده از روابط تجربی بوده و بار موتور به طور دقیق تعیین نشده است . علاوه بر این تغییر شرایط کاری (ولتاژ و فرکانس) بر روی عملکرد موتور تأثیر خواهد گذاشت.[۱]

بدین لحاظ بهتر است با توجه به منحنی های تلفات موتورهای انتخابی اولیه ، موتوری که در حول و حوش نقطهٔ بار گذاری مذکور ، تلفات کمتری نسبت به سایر موتورها دارد به عنوان موتور منتخب ،برگزیده شود.

با توجه به بحث فوق ، انتخاب نهایی موتورها برای د ستگاههای خ شک کن ، بالابر ، پو ستکن و سفید کن صورت پذیرفته است . جدول ۵-۶ خلاصه نتایج حاصل از انتخاب نهایی موتورها را نشان می دهد . در این جدول ،قیمت ۶۰ ریال به ازای هز **kwh** انرژی به عنوان مبنای محا سبات در نظر گرفته شده ا ست . همچنین دوره بازگشت سرمایه [۲] با توجه به صرفه جویی مالی بواسطه کاهش تلفات و قیمت موتور پیشنهادی محاسبه گردیده است. در ردیف آخر جدول ۵-۶، مقادیر صرفه جویی انرژی مالی و همچنین قیمت موتورهای پیشنهادی و دوره بازگشت سرمایه برای مجموع ۲۲ دستگاه موجود در

[۱] - به جدول ۲-۱ مراجعه شود .

[۲] - Pay Back Priod

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کارخانه ، به صورت یکجا در نظر گرفته شده است . (دوره بازگشت هزینه صرف شده برای بهینه سازی مصرف انرژی در این کارخانه برابر ۱۸/۸ سال گردیده است که به دلیل مطرح شده در بندهای ۱ و ۲ بخش ۵-۶ نسبتا طولانی شده است.) در شکل ۵-۵ ، تلفات موتورهای فعلی و نیز تلفات موتورها در طرح پیشنهادی ،جهت مقایسه با یکدیگر ، نشان داده شده اند. در شکل ۵-۶ نیز صرفه جویی انرژی در صورت بکارگیری طرح پیشنهادی نشان داده شده است .

۵ – ۵ – راندمان خط تولید کارخانه در صورت به کارگیری طرح پیشنهادی

راندمان خط تولید کارخانه مطابق رابطه (۴-۲۶) عبارت است از :

راندمان خط تولید = $\frac{\Sigma\ [\text{ساعات کارکرد سالسانه} * (\text{تلفات وسیله مکانیکی} - \text{بار موتور})]}{[\text{ساعات کارکرد سالسانه} * (\text{تلفات در حالت بهره برداری} + \text{تلفات وسیله مکانیکی}]}$

در رابطه فوق مقادیر با موتور ، تلفات وسیله مکانیکی و ساعت کارکرد سالیانه ، ثابت مانده اند و همان مقادیر قبلی هستند (به قسمت ۴-۱۱ رجوع شود) اما مقادیر تلفات در حالت بهره برداری کاهش یافته اند . بنابر این:

راندمان خط تولید =

با مقایسه راندمان محاسبه شده در این قسمت با راندمان محاسبه شده در قسمت ۴-۱۱ ملاحظه می شود که در صورت بکارگیری طرح پیشنهادی راندمان خط تولید به اندازهٔ ۱۱/۸٪ افزایش می یابد.

۵-۶- نتیجه گیری

با توجه به صرفه جویی های انرژی محاسبه شده که برابر ۳۵۵۹۲ کیلو وات ساعت در سال می باشد، ملاحظه می شود که پتانسیل بسیار خوبی برای صرفه جویی انرژی الکتریکی در چنین مجموعهٔکوچک صنعتی وجود دارد اما با ملاحظه دوره

های بسیار طولانی بازگشت سرمایه ، مانع بزرگی بر سر راه بهینه سازی انرژی وجود خواهد دا شت . دلایل طولانی بودن دوره های بازگشت سرمایه به شرح زیر است :

۱. طرح پیشنهادی هنگام تعویض سیستم موجود و یا به کار گیری ماشین های جدید ارائه نشده است . علاوه بر این ارزش اسقاط موتورهای فعلی برابر با صفر فرض شده است . طبیعی است اگر طرح پیشنهادی هنگام طراحی و احداث کارخانه های جدیدی که مشابه کارخانه مورد مطالعه هستند ،به کار گرفته شود، علاوه بر صرفه جویی انرژی از هزینه های سرمایه گذاری اولیه نیز به میزان قابل ملاحظه ای کاسته خواهد شد.

۲. قیمت الکتریسیته در ایران پایین ا ست . این در حالی ا ست که قیمت انرژی الکتریکی در کشورهای پیشرفته ای مانند ایالات متحده امریکا ۰/۰۵ دلار و انگلیس ۰/۰۳۵ پوند به ازای هر **kwh** می باشـــد. اگر فرض کنیم در ایران ، قیمت الکتریسیته برابر با ۴۰۰ ریال به ازای هر **kwh** با شد آنگاه صرفه جویی های مالی به اندازه ای خواهند شد که دوره های بازگشت سرمایه را بسیار کوتاه خواهند نمود . جدول ۵-۷ با توجه به فرض قیمت انرژی ۴۰۰ ریال به ازای هر **kwh** تهیه شده است .

WikiPower.ir

جدول ۵-۷- صرفه جویی مالی و دوره بازگشت سرمایه با فرض

۴۰۰ ریال به ازای هر **kwh** انرژی

عنوان	صرفه جویی مالی **Rials/Yr**	دوره بازگشت سرمایه **Yr**
خشک کن	**916960**	**1.8**
بالابر	**87200**	**4.7**
پوست کن	**412800**	**3.0**
سفید کن	**92960**	**5.0**
مجموع	**14236800**	**2.8**

۵-۷- پیشنهادات

امروزه شمار در حال ازدیادی از کشورها به منظور تشریح – یا اجبار – شرکتهای صنعتی خود به استفاده سودمندانه تر از انرژی الکتریکی ،د ست به ابتکار زده اند. به این منظور ،اکنون تعداد زیادی از شرکتهای برق برای کاهش دیماند به مصرف کننده ها انگیزه می دهند. به غیر از هزینه بیشتر با پیک ، این انگیزه ها اساسا شکلی از اعتبارات با تخفیف ها را در خرید موتورهای پر بازده تر و تجهیزات وابسطه نظیر محرکهای سرعت متغیر **(VSDS)** [۱]، که به محرکهای با سرعت قابل تنظیم **(ASDs)** [۲]نیز معروف هستند ،در بر می گیرد اما به نظر می رسد تا زمانی که بهای الکتریسیته در ایران ارزان است ،حتی انجام چنین اقداماتی از طرف دولت هم موجب تشویش و تحریک مصرف کننده گان به استفاده بهینه از انرژی الکتریکی نخواهد شد .

در خاتمه این پروژه پیشنهاداتی به نظر می رسد که ارائه می گردد:

۱. در طراحی و احداث کارخانه شالیکوبی جدید از طرح پیشنهادی این پروژه استفاده شود./

۲. درطراحی و ساخت تجهیزاتی که با موتور الکتریکی کار می کنند مانند پمپ ، دمنده ، کمپرسور و غیره ، دیدگاههای تطابق بار و بار گذاری موتور با حداقل تلفات در نظر گرفته شود.

۳. فرهنگ مصرف بهینه انرژی به طور جدی تری در کشور تبلیغ شود.

۴. طراحی و احداث کارخانه های جدید مطابق با الگوی بهینه مصرف انرژی باشد.

۵. پروژه های بهینه سازی در مراکزی که وابسته به وزارت نیرو هستند ، مانند تصفیه های آب و ایستگاههای پمپاز آب شهری ، انجام پذیرد .

۶. ارتباط نزدیک تری با سازمان ها و مراکز انرژی سایر کشورها بر قرار شود و از تجربیات آنها در امر بهینه سازی مصرف انرژی استفاده گردد.

- [۱]Variable Speed Drives
- [۲]Adjustable speed drives

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۷. از ورود موتورهای الکتریکی کم بازده که توسط تولید کنندگان غیر معتبر ساخته می شوند جلوگیری شود و در عوض سفارش ساخت موتورهای پر بازده ای که مناسب ولتاژ فشار ضعیف و فرکانس برق ایران باشند به تولید کنندگان داده شود .

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ها

WikiPower.ir

پیوست ۱

کاددت [۱]

مرکز بررسی و نشر فن آوریهای مستند انرژی

کاددت به عنوان مرکز آژانس بیین المللی انرژی **(IEA)**[۲]برای بررسی و نشر اطلاعات درباره فن آوریهای انرژی در نقطه نهایی مصرف ، فعالیت می کند. این مرکز به نمایندگی کشورهای عضو آی . ای . اِی که اعضای کاددِت نیز هستند ، عمل می کند.

کشورهای عضو کاددت عبارتند از :

استرالیا ، بلژیک ، دانمارک ، فنلاند ،ژاپن ، جمهوری کره ، هلند ، نروژ ، سوئد ، انگلیس و ایالات متحده امریکا.

هدف کاددت ، بسط و توسعه گرد آوری و تبادل اطلاعات در زمینه فن آوریهای مصرف انرژی در نقطه نهایی مصرف است . بدین منظور ، کاددت می کوشد درک بهتری از این فن آوریها برای دولتها ، بهره برداران ،مسئوولین صنعتی و دیگر مصرف کنندگان نهایی انرژی فراهم آورد؛ تا در نتیجه مشوقی برای تصمیم گیری آگاهانه تر شود و باعث تکرار موفقیت آمیز پروژه ها باشد.

انجام پروژه های م ستند ،ارتباطی حیاتی میان کار و تو سعه مطالعات آزمای شگاهی و بازار م صرف نهایی به وجود می آورد. نقش آنها ، اثبات این نکته ا ست که فن آوریها ی مورد نظر ، منا سب و از نظر اقت صادی با ثبات بوده و در نتیجه ، ا ستفاده وسیع از آنها را توسط کاربران نهایی تشویق کنند.

- [۱]Caddet : center for the analysis and dissemintion of demonstrated energy technologies
- [۲]IEA : international Energy agancy

بنابراین کار کاددت ، شامل گرد آوری اطلاعات و داده ها دربارهٔ پروژه های مستند در دست اقدام و تکمیل شده و به همراه ارائه بررسیهای اقتصادی و فنی مناسب است و سپس نتایج بررسیها منتشر می شود. اطلاعات را گروههای ملی که در هر یک از کشورهای عضو فعالیت می کنند. در اختیار کاددت می گذارند.

برای آشـــنایی و ارتباط بیشـــتر با کاددت ، آدرس دفتر مرکزی و شـــماره تلفن و فاکس آن در هلند و همچنین آدرس وب سایت آن در اینترنت داده می شود :

Swentiboldsraat 21

6137 AE-Sittard

P.O.Box 17,6130 AA sittaRD

The Netherlands,

Telephone : +31-(0)46-595-224,

Telefax : +31-(0)46-510-389

Website : www.caddet-ee.org

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ۲

یک پروژه مستند

استفاده از موتورهای پر بازده برای دمنده ها و پمپ ها

خلاصه :

این پروژه توسط شرکت **Cilifford Talbot** در کارخانهٔ **Delta extruded Metals** در انگلیس ، نظارت و انجام شده است .

در این پروژه برای انجام محا سبات اقتصادی ،قیمت های بر ق مطابق تعرفه های سال ۱۹۹۲ و برابر با **0.035 GBP /** **kwh** بوده است.

تولیدات این کارخانه ،محصولات تهیه شده از آلیاژ برنج هستند . این کارخانه به عنوان یک مصرف کنندهٔ بزرگ الکتریسیته ، همیشه در حال بررسی و یافتن هر گونه روش کاهش مصرف برق به منظور جبران هزینه های افزایشی می باشد. با وجود آنکه موتورها ، مصرف کننده اصلی برق کارخانه نیستند . اینطور احساس شد که ارزیابی صرفه جویی انرژی و پول ،با نظارت بر موتورها تحت شرایط کار عادی ، ارزشمند و قابل صرف وقت باشد.

هدف این پروژه ، مقایسه میان موتورهای پر بازده با موتورهای استاندارد بوده است و به این منظور،تعداد پنج موتور استاندارد با پنج موتور پر بازده معادل خود تعویض گردیده و استفاده از موتورهای پر بازده برای یک دستگاه جدید و یا هنگام تعویض یک موتور موجود ، مدنظر قرار گرفته است. در جدول پ – ۲-۱، مشخصات موتورها ، کاربرد و ساعات کارکرد سالیانه آنها نشان داده شده است . همچنین در جدول پ ۲-۲ ، خلاصه صرفه جویی های بدست آمده ناشی از به کار گیری موتورهای پر بازده به جای موتورهای استانداد مشخص گردیده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول پ ۲-۱ – مشخصات موتورها ، کاربرد و ساعات کارکرد آنها

Motors tested				
Rating (kw)	RPM	Frame size	Application discription	Runing hours
30.0	1456	D200L	Mecatherm billet reheat furnace exhaust fan	4704
18.5	2950	D160L	Mecatherm billet reheat furnace Combustion air fan	4704
7.5	2870	D132S	Induction furnace cooling fan	8760
5.5	2870	D132S	Induction furnace coilng cooling Pump	8760
1.5	2800	D80	Induction furnace capacitor pump	8760

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول پ ۲- ۲- خلاصه صرفه جویی ها

Rating (kw)	Average load (%)	Running Hours	Savings (GBP)	Premium (GBP)	Pay back Period (yrs)
30.0	49	4704	80.67	271.60	3.37
18.5	27	4704	110.38	179.90	1.63
7.5	87	8760	76.65	94.50	1.23
5.5	60	8760	110.38	85.40	0.77
1.1	77	8760	30.66	36.89	1.20
Totals			408.74	668.29	1.64

WikiPower.ir

پیوست ۳

بار گذاری موتور با کمترین تلفات [۱]

ارائه شده توسط : **Jack Woodham**،سر مهندس برق شرکت **Procter & Gamble** ایالت اوهایو ، شهر سینسیناتی .

خلاصه :

دا شتن اطلاعات مربوط به را ن دمان موتور القایی در دو نقطه کاری (۱۰۰٪ و ۷۵٪ با ر نامی) محا سبه تلفات در هر نقطه کاری دیگر را امکانپذیر می سازد. این محاسبات نشان می دهند که درجه بندی موتور [۲] برای اینکه نزدیک به ۱۰۰٪ مقدار نامی خود با گذاری شود ، ممکن است اقتصادی ترین روش نباشد . مهم است که ما قادر به تعیین تلفات هر موتور در هر مقدار از بار گذاری باشیم تا بتوانیم سودآورترین موتور را برای یک کاربرد معین ، انتخاب نماییم .

۱- Motor loading for lowest losses

۲- Motor sizing

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تعیین تلفات موتور در هر مقدار از بار گذاری

اگر بتوانیم برای یک موتو رالقایی ،مقادیر راندمان را در دو مقدار متفاوت از بار گذاری ، بد ست آوریم آنگاه می توانیم تلفات

آن موتور را با تقریب نسبتاً خوبی در هر مقدار از بار گذاری طبق روابط زیر تعیین نماییم .

$$L_{f1} = 0.746hp\left[\frac{1}{EFF_{f1}} - 1\right] \quad \text{(پ ۳-۱)}$$

$$L_{75\%} = 0.746(0.75hp)\left[\frac{1}{EFF_{75\%}} - 1\right] \quad \text{(پ ۳-۲)}$$

که در آنها :

L_{F1} = تلفات بر حسب **kw** در بار نامی موتور

$L_{75\%}$ = تلفات بر حسب **kw** در ۷۵٪ بار نامی موتور

0.746 = ضریب تبدیل **hp** به **kw**

hp = اسب بخار نامی موتور

EFF_{F1} = راندمان موتور در بار نامی که توسط سازنده موتور ارائه می گردد.

$EFF_{75\%}$ = راندمان موتور در ۷۵٪ بار نامی که توسط سازنده موتور ارائه می گردد.

مرحله ۱ :

مقادیر تلفات در ۱۰۰ ٪ و ۷۵ ٪ از بار نامی ، محاسبه کنید .

مرحله ۲ :

تلفات موتور ،در اصل دو نوع هستند : تلفات ثابت و تلفات متغیر .

فرض می شود که تلفات ثابت در تمام شرایط بارگذاری ،از صفر تا صد در صد با رنامی ، بدون تغییر و ثابت با شند. این

کاملاً درست نیست ، اما تقریباً کافی است به گونه ای که خطاهای به وجود آمده ،با اهمیت و معنی دار نیستند.

تلفات متغیر شامل تلفات سرگردان ،تلفات استاتور و تلفات رتور می باشند که همه آنها تقریبا با توان دوم جریان (یعنی I^2) و مقاومت اساساً ثابت ، تغییر می کنند.

بنا براین :

$$L_{f1}(Y_{f1})^2 a+b$$

$$L_{75\%}=(Y_{75\%})^2 a+b$$

که در آنها :

$$Y = \frac{\text{hp خروجی}}{\text{hp نامی}} \qquad Y_{F1}= 1.0 \quad , \quad Y_{75\%}= 0.75$$

a = تلفات متغیر بر حسب **kw**

b = تلفات ثابت بر حسب **kw**

با جایگزینی مقادیر **Y** در روابط فوق ، خواهیم داشت :

$$L_{F1}= a + b \qquad \text{(پ ۳-۳)}$$

$$L_{75\%}= 0.5625a + b \qquad \text{(پ ۳-۴)}$$

با حل دستگاه فوق برای تلفات متغیر **(a)** ،

$$L_{F1}- L_{75\%} = (1-0.5625)a =0.4375\ a$$

با حل دستگاه برای تلفات ثابت **(b)** ،

$$b = L_{F1} - a$$

اجازه دهید اصطلاح جدید (**C**) را به صورت زیر تعریف کنیم :

(پ ۳-۵)

حال می توانیم فرمول تلفات در هر مقدار از بار گذاری را به وجود بیاوریم .

$$L = L_{f1}[C + Y^2(1-C)]$$ (پ ۳-۶)

پیوست ۴

محفظه های موتور (Motor Enclosures)

انواع زیادی از محفظه های موتور در دسترس هستند که عبارتند از :

۱ – بدون جداره (Open)

محفظه ای با شکافهای تهویه که این شکافها اجازه نمی دهند تا جریان هوا باعث خنک شدن سیم پیچی های موتور گردد.

در حال حاضر از این طرح بندرت استفاده می شود.

۲ – ضد نشتی و بدون جداره (ODP: open Dripproof)

موتور بدون جداره ای که در آنها شکافهای تهویه از ورود ذرات مایع یا جامد ، با زوایای کمتر از ۱۵ درجه نسبت به خط قائم ، به درون ماشین جلوگیری می کنند.

۳ – محافظت شده (Guarded)

موتور بدون جداره ای که در آنها ، تمام شکافهای تهویه به اندازه و شکل مشخص محدود گردیده اند. این شکافها از برخورد تصادفی انگشتان یا اجسام میله ای شکل با قسمتهای گردان و یا الکتریکی ، جلوگیری می کنند.

۴ – ضد ترشح (Splash- Proof)

موتور بدون جداره ای که در آن شکافهای تهویه از ورود ذرات مایع یا جامد ، با زوایای کمتر از ۱۰۰ درجه به خط قائم ، به درون ماشین جلوگیری می کنند.

۵ – کاملاً محصور (Totally Enclosed)

موتوری که محصور گردیده تا از تبادل آزاد هوا ، میان داخل و خارج محفظه جلوگیری شود. اما این موتور کیپ و بی منفذ نیست .

۶ - کاملاً محصورو بدون تهویه (TENV: Totally Enclosed Nonventilated)

موتوری کاملا محصور شده ای که برای خنک شدن، با وسایل خروجی در بخشهای محفظه، مجهز نیست .

۷ - کاملاً محصورو دارای پروانه خنک کن (TENV: Totally Enclosed Fan - cooled)

موتوری کاملا محصور شده ،همراه با یک پروانه برای دمیدن هوای سرمایشی. این نوع موتور ، معمولاً در محیط های گرد و خاکی و دارای مواد خوردنده استفاده می شود .

۸ – در کپسول قرار گرفته (Encapsulted)

موتور بدون جداره ای که در آن سیم پیچی ها به وسیله یک روکش فلزی سخت پوشیده شده اند تا از رطوبت ،آلودگی و خراشیده شدن آنها جلوگیری شود.

۹ – ضد انفجار (Explosion – Proof)

موتور کاملا محصـــور شـــده ای که برای مقاومت در برابر انفجار گاز یا بخار در داخل آن و جلوگیری از احتراق گاز یا بخار محاصره شده در ماشین توسط جرقه ها و یا انفجاراتی که ممکن است در محفظه ماشین رخ دهد ،طراحی و ساخته شده است .

پیوست ۵

طبقه بندی موتورهای القایی قفس سنجابی

معمولا در صنعت با بارهای مکانیکی گوناگون روبرو هستیم برای ایجاد محیطی مناسب برای راه اندازی و کار عادی این بارهای مکانیکی ، انواع طرح های مختلف از موتورهای قفس سنجابی به بازار عرضه شده است .

سازندگان طبق استاندارد **NEMA** ، موتورهای قفس سنجابی را در چهار کلاس **A** ، **B** ، **C** و **D** می سازند . شکل (پ ۵-۱) مشخصه گشتاور سرعت را در این چهار کلاس نشان می دهد. تفاوت عمده در طراحی موتورهای قفس سنجابی در این چهار کلاس همان نحوه تغییر مقاومت مدار رتور است .

موتورهای کلاس A

موتورهایی که در این کلاس طراحی می شوند دارای خواص زیر هستند:

۱. گشتاور راه اندازی آنها زیاد است .

۲. جریان راه اندازی آنها زیاد است .

۳. در شرایط عادی لغزش کم است .

۴. مقاومت رتور کم است و لذا در لغزش کم (۰/۰۱۵ > **s** > ۰/۰۰۵) بازده نسبتاً خوب است.

۵. از این موتور ها در شرایطی که گشتاور بار به گشتاور راه انداز کم نیاز دارد استفاده می شود . اینگونه بار ها سریعا شتاب می گیرند و مسأله حرارتی پیش نمی آید.

۶. در ماشینهای بزرگ کلاس **A** ماشین را تحت ولتاژ کم از ولتاژ اسمی راه اندازی می کنند.

۷. مشخصه گشتاور سرعت این موتورها در شکل (پ – ۵-۱) نشان داده شده است.

موتورهای کلاس B

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مشخصه های گشتاور سرعت این موتورها در شکل (پ ۵-۱) آمده است . در این موتور ها می توان به نکات ذیل توجه کرد :

۱. گشتاور راه اندازی این موتورها شبیه موتورهای کلاس **A** است .

۲. جریان راه اندازی در این موتورها ، ۷۵ درصد موتورهای کلاس **A** است .

علت کاهش جریان راه انداز نحوه طراحی میله های عمیق یا قفس مضاعف با راکتانسهای نشتی زیاد است . باید دانست که راکتانس نشتی زیاد گشتاور ماکزیمم **(T_{max})** را کاهش می دهد. لغزش و بازده در شرایط اسمی در اینگونه موتورها تقریبا مشابه کلاس **A** است . موتورهای کلاس **B** کاربرد وسیعی در صنعت دارند.

موتورهای کلاس C

مشخصه های گشتاور سرعت ای موتورها در شکل (پ ۵-۱) آمده است . در این موتورها داریم:

۱. گشتاور راه اندازی این موتورها زیاد است.

۲. جریان راه اندازی این موتورها نسبتا کم است.

در این موتورها از رتور قفس سنجابی مضاعف استفاده می شود و مقاومت رتور بیش از کلاس **B** است . در شرایط اسمی لغزش اینگونه موتورها بیش از کلاس های **A** و **B** بوده و بازده نسبت به کلاس های **A** و **B** کمتر است .

موتورهای کلاس های D

مشخصه گشتاور سرعت این موتورها در شکل (پ ۵-۱) نشان داده شده است . این موتورها دارای خواص زیر هستند:

۱. گشتاور راه اندازی این موتورها زیاد است .

۲. جریان راه اندازی این موتورها کم است

۳. رد شرایط کار عادی لغزش نسبتاً بزرگ است .

۴. در این موتورها میله های رتور قفس سنجابی مسی نبوده بلکه برنزی است.

۵. در این موتورها گشتاور ماکزیمم **(Tmax)** در لغزش ۵۰ درصد برنزی است .

۶.لغزش اسمی ای موتور ها بین ۸ تا ۱۵ درصد بوده و لذا بازده این ماشین ها کم است .

۷. در این موتورها ، تلفات اهمی رتور نسبتاً زیاد است ،لذا موتورها حجیم و گران هستند.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیوست ۶

ΔT :حداکثر افزایش دمای موتو رتحت شـــرایط عملکرد عادی (دمای محیط **۴۰^{0}C**، ارتفاع کمتر از **M** ۱۰۰۰ ، ولتاژ و فرکانس نامی ، با رنامی)

Tmax :حداکثر دما در نقاط داغ موتور

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول پ ۶-۱ حداکثر افزایش دمای موتور و حداکثر دما در نقاط داغ موتور برای کلاسهای عایقی (بر اساس استاندارد IEC 34-1)

	ΔT	T_{max}
Class B	80 k	125^{0}C
Class F	105 k	155^{0}C
Class H	125 k	180^{0}C

جدول (پ ۶-۲) کلاسهای حفاظتی موتور های القایی (بر اساس استاندارد IEC 34-5)

کد بین المللی حفاظت		
عدد سمت راست	عدد سمت چپ	کلاس حفاظت
حفاظتی در مقابل آبی که به صورت قطره ای از هر سو به موتور پاشیده شود.	حفاظت در مقابل اجسام جامد خارجی به قطر بیش از 1 mm ، حفاظت در مقابل بر خورد ابزار و سایل به ضخامت بیش از 1 mm	IP 44
	حفاظت در مقابل گرد و خاک مضر به داخل ماشین ،حفاظت کامل در مقابل برخورد .	IP 54
حفاظت در مقابل آبی که از نازل شیلنگ از هر جهت بر روی موتور پاشیده شود.	حفاظت کار در مقابل برخورد با ذرات گرد و غبار .	IP 55

پیوست ۷

اندازه گیری توان در بار نامتقارن سه فازه سه سیمه (روش دو واتمتری)

توان بار های مانتقارن سه فاز توسط دو واتمتر تکفاز و یا یک واتمتر سه فازه دو جزئه اندازه گیری می شود. توان لحظه ای کل در مدار سه فاز را می توان برابر مجموع توانهای لحظه ای هر فاز دانست .

$$P=P_A+P_B+P_C=i_Au_A+i_Bu_B+i_Cu_C \qquad (پ ۷-۱)$$

بر طبق قانون دوم کیر شهف ،معادله زیر را برای نقطه صفر اتصال ستاره می توان نوشت:

$$I_A+I_B+I_C=0 \quad \text{or} \quad I_A=-I_B-I_C \qquad (پ ۷-۲)$$

از معادله (پ ۷-۲) به جای I_A مقدار مساویش را قرار می دهیم :

$$P=-i_Bu_A-i_Cu_A+i_Bu_B+i_Cu_C=i_B(u_B-u_A)+i_C(u_C-u_A)$$

$$=i_Bu_{BA}+i_Cu_{CA}=P_1+P_2$$

در نتیجه ،توان لحظه ای توسط مجموع دو مؤلفه بدست می آید. مؤلفه اول $P_1 = i_Bu_{BA}$ و دومی $= i_Cu_{CA}$ P_2 است .

حال با گذ شتن از مقادیر لحظه ای و ر سیدن به مقادیر موثر و با فرض اینکه ولتاژ ها و جریانها کاملاً شکل موج سینوسی دارند خواهیم داشت :

$$p=\frac{1}{T}\int_o^T pdt=\frac{1}{T}\int_o^T i_Bu_{BA}dt+\frac{1}{T}\int_o^T i_Cu_{CA}dt=$$
$$I_BU_{BA}Cos\Psi_1+I_CU_{CA}Cos\Psi_2=P_1+P_2 \qquad (پ ۷-۳)$$

در معادله فوق Ψ_1 زاویه اختلاف فاز جریان I_B و U_{BA} و Ψ_2 زاویه اختلاف فاز I_C و U_{CA} اسـت . بدین ترتیب توان کل از مجموع جبری دو توان بدست می آید.

پیوست ۸

اطلاعات بر گرفته شده از کاتالوگ موتورهای LEROY SOMER

فهرست مراجع

۱. آرانسن ، اِ . و نیلسون ،پِ . اِ . – مصرف بهینه انرژی در ساختمانهای بزرگ (اداری و تجاری) ، رضایی ، م . و مسببی ، . س .، انتشارات فنی ایران ،۱۳۷۶ .

۲. حاج سقطی ،ا . و رحیم خانی ، م . ع . – آموزش مدیریت انرژی ، سازمان بهر ه وری انرژی ایران (سابا) ،۱۳۷۷

۳. دکتر اورعی ، هـ – بهینه سازی راندمان موتورهای القایی ، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۷۵

۴. سن ، پ . س . ماشین های الکتریکی ، بهره برداری و کنترل ، دکتر عابدی ، م .، انتشارات بصیر ، ۱۳۷۶.

۵. پوپوف ، و . – اندازه گیری الکتریکی ، مهندس مشکانی ، ب ، انتشارات دانش و فن .

۶. کاتالوگ موتورهای موتوژن، ۱۳۷۶ .

۷. **lowrie, R. – Electric Motor Manual : application . installation , Maintenance, Troubleshooting, Mcgraw – Hill Book Company ,1987**

۸. **Manual of Motor master , United states Department of Energe , last Modifird October 2000, (www.oit.doe.gov** اخذ شده از اینترنت **)**

۹. **Energy Efficiency Traning in Vietnam**

۱۰. **BS 4999 : part 102 : 1987 : Methods for determining losses and efficiency from tests.**

۱۱. **IEEE std 112-1996 : IEEE standard test procedure for poly phase Induction Motors and Generators.**

۱۲. Industrial Electric Motor drive systems (CADDET Analyses series NO.24). center or the analysis and dissemination of demonstrated Energy Technologies, last modified may 1998.
(www.caddet-ee.org/reports/ar 24.htm اخذ شده ا ز اینتر نت)

۱۳. Walli, R . ORNL computer program calculates motors efficiency .1996.
(www .ornl.gov اخذ شده از سایت اینترنتی)

۱۴. High efficiency motors for fans and pumps , center for the analysis and dissemination of demonstrated energy technologies, April 1994.
(www. Caddet – ee.org اخذ شده از سایت اینترنتی)

۱۵. Catalogue ofLEORY SOMER, 1998

WikiPower.ir