



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۳۲۷-۱

چاپ اول

ISIRI

8327-1

1st Edition

باتری های ثانویه برای پیشرانه خودروهای

برقی جاده ای

قسمت ۱: پارامترهای آزمون

**Secondary batteries for the propulsion
of electric road vehicles –
Part 1 : Test Parameters**

ICS : 29.220.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان* صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود. سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

* سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1 - International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3 - International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"باتریهای ثانویه برای پیش رانی خودروهای برقی جاده ای –

قسمت ۱: پارامترهای آزمون"

رئیس :

کاوی ، احمد

(لیسانس مهندسی برق)

سمت و / یا نمایندگی:

شرکت خدمات بازرسی مهندسی و تحقیقاتی استاندارد

معیارگران جهان

دبیر :

گوهری ، اخترالسادات

(لیسانس مهندسی شیمی)

شرکت خدمات بازرسی مهندسی و تحقیقاتی استاندارد

معیارگران جهان

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفباء)

اسماعیل بیگی ، زهره

(لیسانس شیمی)

شرکت خدمات بازرسی مهندسی و تحقیقاتی استاندارد

معیارگران جهان

امیدبیک ، سیامک

(فوق لیسانس مهندسی برق)

شرکت خدمات مهندسی پترو فرایند آریا

خاکپور ، محسن

(لیسانس الکترونیک)

شرکت آزمایشگاه همکار مهرنگار کاسپین

دهقان بنادکی، کاظم

(لیسانس برق)

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

زارع ، حسین

(لیسانس مهندسی برق)

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

سلیمانی ، مرتضی

(فوق لیسانس شیمی)

شرکت تولیدی صبا باتری

عبدی ، جواد

(فوق لیسانس مهندسی برق)

هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد کرج

غفاری، افسانه

(لیسانس الکترونیک)

شرکت تولیدی باتری پلاتین ایران

نورافکن ، علیرضا

(فوق لیسانس مکاترونیک)

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با سازمان استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ شرایط آزمون
۴	۵ آزمون نوعی
۶	۶ آزمون کاربردی
۷	۷ توان قله و مقاومت مؤثری باتری

پیش‌گفتار

استاندارد «باتری های ثانویه برای پیش رانی خودروهای برقی جاده ای – قسمت ۱ : پارامترهای آزمون» که توسط شرکت معیارگران جهان تهیه و تدوین شده و در ۵۲۸ اجلاسیه کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۹/۹/۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظرخواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

IEC 61982-1 : 2006 , Secondary batteries for the propulsion of electric road vehicles –
Part 1 : Test Parameters

مقدمه

همزمان با پیشرفت نسبتاً کند خودروهای برقی جاده ای، چندین سازمان مهم در دنیا، روش های آزمون را برای باتری های موردنظر براساس نیازهای ویژه آنها، توسعه داده اند. گستره ای از روش های انجام آزمون توسعه یافته اند که در مقادیر پارامترهای مورد استفاده متفاوت بوده و مقایسه داده های منابع مختلف برای رسیدن به نتیجه همراه با درستی، مشکل و / یا غیر ممکن است. هدف از این استاندارد، تهیه مجموعه ای مبنای پارامترهای آزمون است که در صورتیکه در استانداردها برای باتری های مورد استفاده در پیش رانی خودروهای برقی جاده ای اتخاذ شود، نتایج آزمون معنی دارتری را ارائه خواهد کرد و سازندگان و مصرف کنندگان با داده های قابل مقایسه آماده می کنند. آزمونها معمولاً می توانند در یکی از دو رده زیر قرار بگیرند: آزمونهای نوعی و آزمونهای کاربردی مطابق با تعریف موجود در بند ۳.

باتری های ثانویه برای پیش رانی خودروهای برقی جاده ای

قسمت ۱: پارامترهای آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین مقادیر پارامترهای مختلف نظیر ولتاژ، جریان، توان و دمای مورد استفاده در انجام آزمون سلول های باتری، تک سلولی ها و واحدهای مورد استفاده در پیش رانی خودروهای برقی جاده ای می باشد. این استاندارد برای باتری های در دمای بالا نظیر انواع سدیم / سولفور کاربرد ندارد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است. استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره (سری ۴۰۲۹)، دستگاه های اندازه گیری الکتریکی انالوگ با عملکرد مستقیم نشانگر و متعلقات آنها-تمامی قسمتها

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه ها و / یا اصطلاحات با تعاریف زیر بکار می روند.

۱-۳

آزمون نوعی

اندازه گیری عملکرد محصول تحت شرایط دقیقاً کنترل شده و بدون تأثیرات محیطی و خود به خود تولید شده، می باشد.

آزمون کاربردی

اندازه گیری عملکرد باتری است هنگامی که در معرض کاربردهای ویژه قرار گرفته و باتری مجاز به عکس العمل در برابر تأثیرات ناشی از کاربرد و تأثیرات سیستم های کنترل باتری می باشد.

۴ شرایط آزمون

۱-۴ درستی دستگاه های اندازه گیری

۱-۱-۴ کلیات

هر دستگاه به شرطی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که الزامات دقت این زیربند را مطابق با استاندارد ملی شماره ۴۰۲۹ رعایت کنند.

۲-۱-۴ دستگاه های اندازه گیری الکتریکی

۱-۲-۱-۴ گستره وسایل اندازه گیری

دستگاه های مورد استفاده باید قادر به اندازه گیری مقادیر ولتاژ و جریان باشند. گستره این دستگاه ها و روش های اندازه گیری باید طوری انتخاب شوند که از دقت مشخص شده برای هر آزمون اطمینان حاصل شود. در دستگاه های آنالوگ، مقادیر خوانده شده باید در یک سوم پایانی مقیاس درجه بندی شده گرفته شوند. از دستگاه های اندازه گیری دیگر مشروط بر اینکه درستی معادلی را ارائه دهند، می توان استفاده نمود.

۲-۲-۱-۴ اندازه گیری ولتاژ

دستگاه های مورد استفاده برای اندازه گیری ولتاژ باید ولت مترهایی با کلاس درستی برابر با ۰/۵ یا بهتر باشند. مقاومت ولت متر مورد استفاده باید دست کم $1000 \Omega/V$ باشد.

۳-۲-۱-۴ اندازه گیری جریان

دستگاه های مورد استفاده برای اندازه گیری جریان باید آمپرترهایی با کلاس دقتی برابر با ۰/۵ یا بهتر باشند. مجموعه کامل آمپرتر، شنت و سیم های رابط باید دارای کلاس دقتی برابر با ۰/۵ یا بهتر باشند.

۳-۱-۴ اندازه گیری دما

جائیکه الکترولیت در دسترس باشد، دمای سلول باید با استفاده از پروب دمای غوطه ور در الکترولیت بالای صفحات، اندازه گیری شود. دستگاه اندازه گیری دما باید دارای گستره مناسبی باشد که در آن مقدار هر تقسیم بندی از ۱K بیشتر نشود. دقت مطلق دستگاه باید دست کم ۱K باشد. جائیکه الکترولیت در دسترس نباشد، دمای سلول باید با استفاده از یک وسیله اندازه گیری دمای سطح که قادر

به شناسایی مقیاس معادل و دقت کالیبراسیون مشخص شده در زیربند ۴-۱-۲ باشد، اندازه گیری شود. بهتر است دما در محلی اندازه گیری شود که دقیقاً نشان دهنده دمای الکترولیت باشد.

۴-۱-۴ اندازه گیری چگالی الکترولیت

برای اندازه گیری چگالی های الکترولیت، هیدرومتر ها باید با مقیاس های درجه بندی شده ای استفاده شوند که مقدار هر تقسیم بندی بیشتر از 5kg/m^3 نباشد. دقت مطلق دستگاه باید دست کم 5kg/m^3 باشد.

۴-۱-۵ اندازه گیری زمان

دستگاه های مورد استفاده برای اندازه گیری زمان باید دارای دقتی برابر با $\pm 1\%$ یا بهتر باشند.

یادآوری - هر دستگاه به شرطی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که الزامات دقت بند ۴-۱ را رعایت کند.

۴-۲ نمونه های آزمون

تعداد نمونه های مورد نیاز آزمون که در معرض هر یک از شرایط آزمون قرار می گیرند باید کمینه پنج سلول بوده و در صورت آزمون تک سلولی ها، باید کمینه دو نمونه آزمون که شامل کمینه پنج سلول می باشد، مورد آزمون قرار گیرند.

در صورت انجام آزمونهای کاربردی بر روی باتری ویژه یک خودروی خاص، می توان با توافق بین سازندگان باتری و سازندگان خودرو، از یک باتری کامل یا بخشی از یک باتری به عنوان نماینده استفاده کرد.

۴-۳ دمای آزمون

۴-۳-۱ آزمون نوعی

دمای باتری در لحظه شروع دشارژ باید دمای مشخص آزمون $\pm 5^\circ\text{C}$ باشد. در طول مدت دشارژ کامل، دمای نمونه های آزمون، باید در همان دمای مشخص آزمون $\pm 5^\circ\text{C}$ باقی بماند.

در صورتیکه دمای سلول در لحظه شروع دشارژ با دمای مرجع متفاوت بوده و این تغییر بر روی نتیجه اثر قابل ملاحظه ای بگذارد، برای بدست آوردن ظرفیت، باید از یک ضریب تصحیح مناسب استفاده شود. معادله زیر می تواند برای تصحیح مقادیر ظرفیت به ظرفیت واقعی استفاده شود.

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda(t_o - t_r)} (Ah)$$

که در آن :

C_a ظرفیت نمونه آزمون در دمای مرجع
 C ظرفیت اندازه گیری شده در دمای اولیه

t_0 دمای اولیه
 t_r دمای مرجع (25°C)
 λ ضریب تصحیح دما (برای مقادیر به جدول ۱ مراجعه شود)
 پس از دشارژ، سلول و / یا باتری باید برطبق توصیه های سازنده کاملاً شارژ شده و سپس در طول مدت یک دوره $h(1-4)$ قبل از دشارژ بعدی، در دمای مشخص آزمون ثابت شود.

۴-۳-۲ آزمون کاربردی

نمونه های آزمون باید در یک پیکربندی که نماینده یک باتری در حال کار است، قرار گیرند. باتری های تهیه شده با سیستم های کنترل حرارتی، باید در طول آزمون دارای این سیستم ها باشند. تمام سیستم ها باید با باتری آزمون تغذیه شوند که این یک روند معمول است. در صورتی که در حال کار، عامل خنک کردن باتری ها جریان هوا (جریان پسر) باشد، این موضوع باید به وسیله هواکش ها شبیه سازی شود.

۴-۴ محل حس کردن دما

نقطه اندازه گیری دما باید نقطه مشخص شده توسط سازنده باشد طوری که دقیقاً نشان دهنده دمای الکترولیت باشد و در صورت مشخص نبودن آن، نقطه باید در مرکز وجه بلندتر سلول باشد.

۴-۵ ثبت داده ها

۴-۵-۱ کلیات

ثبت داده ها باید شامل زمان، دما، ولتاژ و جریان و مشاهدات چشمی باشد. ثبت داده ها باید شامل هر گونه نگهداری انجام شده بر روی نمونه های باتری در طول ترتیب آزمون باشد.

۴-۵-۲ تکرار نمونه برداری

بهتر است تمام پارامترها اندازه گیری و ذخیره شوند تا از ثبت تمام انحراف های مربوطه برای آنالیز بعدی داده ها اطمینان حاصل شود. بعلاوه، برای آزمون های در شرایط کوتاه مدت گذرا (به عنوان مثال اندازه گیری توان قله) در طول مدت آزمون، تکرار نمونه برداری (معمولاً یکبار در هر ثانیه) و اختلاف زمانی بین اندازه گیری های جریان و ولتاژ مشابه (معمولاً 0.1s یا کمتر) مهم هستند.

۵ آزمون نوعی

۵-۱ آزمون ظرفیت

قبل از هر آزمون ظرفیت، نمونه آزمون باید مطابق با استاندارد مربوطه کاملاً شارژ شود.

۵-۲-۱ ظرفیت اسمی

این آزمون برای اندازه گیری ظرفیت بیان شده برحسب آمپرساعت باتری، سلول ها و / یا واحدهایی که در جریان ثابت دشارژ شده اند، به کار می رود. ظرفیت اسمی باید ظرفیت سه ساعته در دمای 25°C و اعلام شده توسط سازنده ، باشد.

باتری باید در جریان ثابت I_n تا رسیدن به ولتاژنهایی U_{f3} دشارژ شود :

$$I_{n(A)} = \frac{C_n(Ah)}{3h}$$

که در آن :

I_n جریان ثابت برحسب آمپر (A)

C_n ظرفیت اسمی اعلام شده توسط سازنده برحسب آمپر - ساعت (Ah)

U_{f3} ولتاژنهایی مشخص شده براساس نوع باتری برحسب ولت (V) (به جدول ۱ رجوع شود).

باتری های نو که در معرض آزمون ظرفیت قرار می گیرند، برای رسیدن به ظرفیت اسمی تا ۲۰ چرخه مجاز هستند. اولین چرخه ای که در آن ظرفیت به ظرفیت اسمی می رسد، باید آزمون ظرفیت قطع شود. باتری هایی که تا چرخه ۲۰ ام به ظرفیت اسمی نرسیده اند، مردود می باشند.

دیگر ظرفیت های مناسب برای باتری های خودروی جاده ای عبارتند از : ظرفیت های h ، $5h$ و $10h$. ولتاژهای نهایی مناسب برای ظرفیت های C_5 ، C_1 و C_{10} ، یعنی U_5 ، U_1 و U_{10} در جدول ۱ آورده شده اند.

۵-۲-۲ دماهای اضافی آزمون

در صورت تناسب با نوع باتری، دماهای آزمون زیر می توانند نمودار عملکرد مفیدی از سلول و / یا باتری ارائه دهند :

$$-20^{\circ}\text{C} \text{ و } 0^{\circ}\text{C} \text{ ، } 45^{\circ}\text{C}$$

۵-۳ آزمون دشارژ دینامیک

۵-۳-۱ کلیات

این آزمون، برای اندازه گیری ظرفیت باتری ها، سلول ها و واحدها تحت شرایط دشارژ دینامیک مشابه با شرایط موجود در رانندگی شهری، که بر خودروهای برقی جاده ای اعمال می شود، بکار می رود. در طول شتاب گیری، می توان اثرات ناشی از پالس های جریان های با سطح بالای دشارژ را بر روی عملکرد کلی باتری تعیین کرد.

گرچه در عمل، بارهای تحمیل شده بر باتری معمولاً توان ثابت هستند، استفاده از دشارژهای با جریان ثابت در این نوع آزمون، رضایت بخش در نظر گرفته می شود. این عمل هم چنین نتایج کلی تری از آزمون را با توجه به تجهیزات آزمون ارائه می دهد.

۵-۳-۲ نرخ کاهش جریان

نرخ کاهش جریان (اختلاف زمان بیان شده برحسب ثانیه بین یک جریان پایدار و جریان پایدار بعدی) در طول آزمون دینامیک از یک مرحله پایدار به مرحله پایدار بعدی باید کمتر یا مساوی با یک ثانیه باشد.

۵-۳-۳ آزمون دوام (آزمون دشارژ دینامیک)

باتری باید با استفاده از چرخه آزمون معین، تا زمان کاهش ظرفیت واقعی به ۸۰٪ قابلیت اولیه آن در چرخه باقی بماند.

۵-۳-۴ پایان طول عمر

پایان طول عمر باتری زمانی است که در طی دو چرخه متوالی نتواند به ۸۰ درصد ظرفیت اولیه دست یابد و طی چرخه های مرجع تکرار شده در آزمون دشارژ دینامیک به ۸۰ درصد ظرفیت / انرژی رسیده باشد.

۶ آزمون کاربردی

۶-۱ شرایط عمومی

به دلیل اینکه آزمون در این رده معمولاً در ارتباط با کاربردهای ویژه بوده و می تواند از سیستم کنترل باتری خودرو به عنوان یک مکانیسم کنترل در روش انجام آزمون استفاده کرد، بعضی از پارامترهای آزمون را می توان از قبل تعیین کرد. در غیر این صورت باید از پارامترهای تعیین شده در این استاندارد استفاده نمود.

آزمون دشارژ معمولاً کاربرد را با استفاده از دشارژ توان ثابت، شبیه سازی خواهد کرد.

۶-۲ رواداری های مجاز

توان : $\pm 2\%$ مقدار مشخص شده

نرخ کاهش توان : کمتر یا مساوی یک ثانیه، از یک توان پایدار به توان بعدی

۶-۳ انرژی در دسترس باتری

هنگام آزمون با یک سیستم کنترل باتری معین، انرژی در دسترس باید از یک باتری کاملاً شارژ اندازه گیری شود تا زمانیکه بوسیله سیستم کنترل به پایان برسد.

۶-۴ آزمون دوام (آزمون کاربردی)

پایان طول عمر باتری زمانی است که در طی دو چرخه متوالی نتواند به ۸۰٪ ظرفیت در بند ۵-۳ دست یابد و طی چرخه های مرجع تکرار شده به ۸۰٪ ظرفیت / انرژی در بند ۵-۳ رسیده باشد.

۷ توان قله و مقاومت مؤثر باتری

توان قله، نزدیک به انتهای بالاترین مرحله توان در ریز چرخه های تکرار شده اتفاق می افتد (در نمودار شکل ۱ بوسیله نقطه U_2/I_2 نمایش داده شده است).

محاسبه توان قله :

در هر عمقی از دشارژ، مقدار توان قله باید بصورت زیر محاسبه شود. همان طوریکه در شکل ۱ نشان داده شده است، از مقادیر ولتاژ و جریان اندازه گیری شده در هر عمقی از دشارژ (U_1 و I_1) و (U_2 و I_2) و به کمک عبارات زیر باید مقادیر قله را تعیین کرد. همان طوریکه در نمودار تعیین شده است، مقادیر جریان و توان بدست آمده از باتری منفی هستند. فرمول زیر تمام مقادیر را به وضوح به مثبت تبدیل می کند.

$$R_{batt} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} \quad \text{مقاومت مؤثر باتری}$$

$$U_{OC} = U_2 + I_2 R_{batt} \quad \text{ولتاژ مدار باز}$$

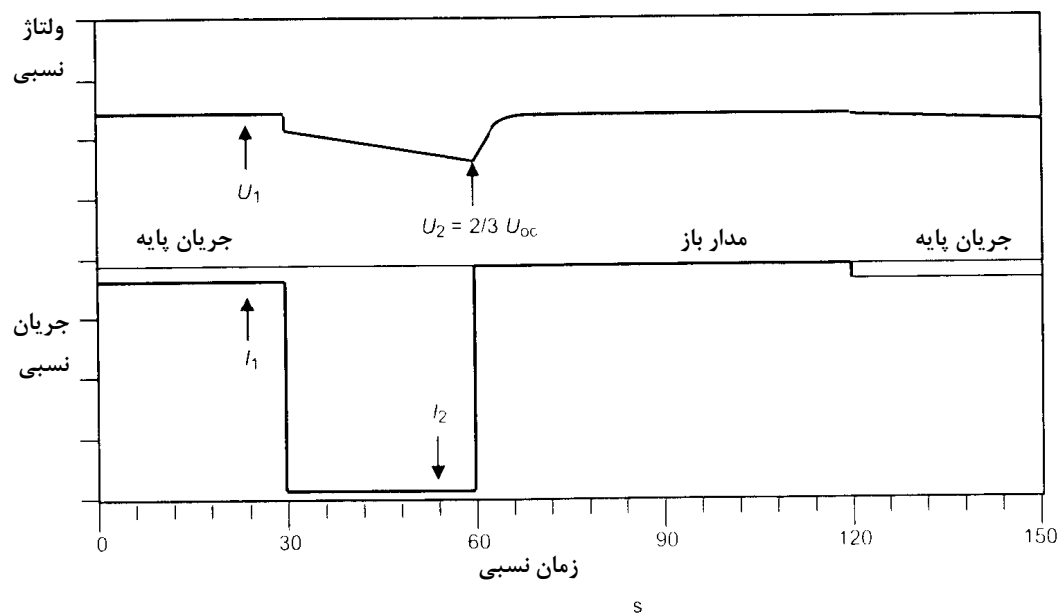
جریان برای کاهش ولتاژ تا $2/3 U_{OC}$ (با $1/3 U_{OC}$) (فرمول نویسی)

$$I_{PK} = \frac{U_{OC}}{3R_{batt}} \quad \text{جریان قله}$$

$$P_{max} = \frac{2U_{OC}}{3} I_{PK} \quad \text{توان قله}$$

جدول ۱- فهرستی از پارامترها برای بعضی سیستم های باتری

Na/NiCl ₂	Ni-MH	نیکل - کادمیوم	سرب - اسیدی	
۲/۶	۱/۲	۱/۲	۲/۰	ولتاژ نامی
۲/۲	۱/۰	۱/۰	۱/۶۸	ولتاژ نهایی در دشارژ I_n و $U_f(V)$
	۱/۰	۱/۰	۱/۷	ولتاژ نهایی در دشارژ در I_Δ و $U_\Delta(V)$
	۱/۰	۱/۰	۱/۶	ولتاژ نهایی در دشارژ در I_1 و $U_1(V)$
	۰/۹	۰/۹	۱/۵	ولتاژ نهایی در دشارژ در $I_{0.5}$ و $U_{0.5}(V)$
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	دمای آزمون $T(^{\circ}C)$
۰	۰	۰	۰/۰۰۶	λ - تصحیح دما Δh
۰	۰	۰	۰/۰۰۶۵	λ - تصحیح دما $3h$
۰	۰	۰	۰/۰۰۷	λ - تصحیح دما $1h$
۰	۰	۰	۰/۰۰۸	λ - تصحیح دما $0.5h$



فلش ها ، نقاط اندازه گیری ولتاژ و جریان را نشان می دهند.

شکل ۱- توان قله در پروفایل آزمون