



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱-۱۶۲۶۸
تجدیدنظر اول
۱۳۹۸

INSO
16268-1
1st Revision
2020

Identical with
IEC 62660-1:2018

باتری‌های لیتیم یون قابل شارژ برای رانش
وسایل نقلیه الکتریکی جاده‌ای –
قسمت ۱: آزمون عملکرد

Secondary lithium-ion cells for the
propulsion of electric road vehicles –
Part 1: Performance testing

ICS: 29.220.20; 43.120

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه 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، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای 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، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان 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 ملی استاندارد 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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. 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 واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی 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، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«باتری‌های لیتیم یون قابل شارژ برای رانش وسایل نقلیه الکتریکی جاده‌ای -

قسمت ۱: آزمون عملکرد»

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس:

مدیر تولید شرکت دورنا باتری ارس

یرنگ، مصطفی

(کارشناسی مکانیک خودرو)

دبیر:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ملازاده، میکائیل

(دکتری الکتروشیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت برنا باتری

ابراهیمی، لیلی

(کارشناسی شیمی)

شرکت دورنا باتری ارس

افسری، محمد امین

(کارشناسی ارشد مهندسی برق الکترونیک)

شرکت پاسارگاد صنعت باتری

برجسته، اصغر

(کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)

شرکت برنا باتری

تاخیری، محسن

(کارشناسی مهندسی صنایع)

سازمان توسعه منابع انرژی

طلوعی، احد

(دکتری شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا) سمت و/یا محل اشتغال:

غزالی اصفهانی، سعیده
(دکتری شیمی)

مجتمع سپاهان باتری اصفهان

ملازاده، سمانه
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک - میکاترونیک)

پارس فناوران انرژی تبریز

فلاحتی، بهناز
(کارشناسی شیمی)

برنا باتری

یزدانی، بتول
(کارشناسی شیمی)

سپاهان باتری

ویراستار:

خدائی فرد، شراره
(کارشناسی ارشد فیزیک)

اداره کل استاندارد استان زنجان

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ح
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۱
۳ اصطلاحات و تعاریف	۲
۴ شرایط آزمون	۳
۵ اندازه‌گیری ابعاد	۵
۶ اندازه‌گیری جرم	۷
۷ اندازه‌گیری الکتریکی	۷
پیوست الف (آگاهی‌دهنده): شرایط آزمون انتخابی	۳۱
پیوست ب (آگاهی‌دهنده): ترتیب آزمون چرخه عمر	۳۵
پیوست پ (الزامی): آزمون مشخصات جریان-ولتاژ	۳۸
کتاب‌نامه	۴۱

پیش‌گفتار

استاندارد «باتری‌های لیتیم یون قابل شارژ برای رانش وسایل نقلیه الکتریکی جاده‌ای - قسمت ۱: آزمون عملکرد» که نخستین بار در سال ۱۳۹۱ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هزار و دویست و پنجاه و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق الکترونیک مورخ ۱۳۹۸/۱۲/۰۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند 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 ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۶۲۶۸: سال ۱۳۹۱ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC 62660-1: 2018, Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles – Part 1: Performance testing

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران به شماره ۱۶۲۶۸ است.

سایر قسمت‌های این مجموعه عبارتند از:

– قسمت ۲: آزمون قابلیت اطمینان و استفاده نادرست

– قسمت ۳: الزامات ایمنی

باتری‌های لیتیوم یون قابل شارژ برای رانش وسایل نقلیه الکتریکی جاده‌ای - قسمت ۱: آزمون عملکرد

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون عملکرد و عمر سل‌های لیتیوم-یون ثانویه بکار رفته در رانش وسایل نقلیه الکتریکی شامل وسایل نقلیه الکتریکی باتری‌دار BEV و وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی HEV است.

یادآوری ۱- سل‌های لیتیوم یون قابل شارژ بکار رفته برای رانش وسایل نقلیه الکتریکی هیبریدی قابل شارژ PHEV را می‌توان با روش اجرایی برای هر دو کاربرد BEV یا HEV مطابق با طرح سیستم باتری براساس توافق بین سازنده و مشتری سل مورد آزمون قرار داد.

این استاندارد شامل روش‌های اجرایی آزمون برای دستیابی به مشخصات ضروری باتری‌های لیتیوم یون برای کاربردهای رانش وسایل نقلیه مطابق با ظرفیت، چگالی توان، چگالی انرژی، عمر ذخیره و عمر چرخه است.

این استاندارد روش‌های اجرایی و شرایط آزمون استاندارد برای آزمون مشخصات عملکردی اولیه سل‌های لیتیوم-یون برای کاربردهای رانش وسایل نقلیه را ارائه می‌دهد که برای تضمین سطح پایه عملکرد و دستیابی به داده‌های ضروری سل‌ها برای طراحی‌های مختلف سیستم‌های باتری و مجموعه‌های باتری الزامی است.

یادآوری ۲- مطابق با توافق بین سازنده و مشتری سل، شرایط آزمون خاصی علاوه بر شرایط مشخص شده در این استاندارد، می‌تواند انتخاب شود. شرایط آزمون آنتخابی در پیوست الف آمده است.

یادآوری ۳- آزمون‌های عملکرد برای سل‌های یون لیتیوم با اتصالات الکتریکی را می‌توان با ارجاع به این استاندارد انجام داد.

یادآوری ۴- مشخصات آزمون برای پک‌ها و سیستم‌های باتری لیتیوم-یون در استاندارد ISO 12405-4 تعریف شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO/TR 8713: Electrically propelled road vehicles – Vocabulary

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۹۹۱: سال ۱۳۹۲، خودروهای جاده‌ای برقی - واژه نامه، با استفاده از استاندارد ISO/TR 8713، تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف آمده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۹۹۱ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند:

۱-۳

خودروی الکتریکی با باتری

Battery electric vehicle

BEV

وسیله نقلیه الکتریکی با تنها باتری کششی بعنوان تنها منبع توان برای رانش وسیله نقلیه

۲-۳ ظرفیت اسمی

rated capacity

C_n

مقدار ظرفیت یک باتری برحسب آمپر ساعت (Ah) که تحت شرایط مشخص شده و بیان شده توسط سازنده باتری تعیین می‌شود.

یادآوری-۱- C_n در n پایه زمانی بر ساعت (h) است. در این استاندارد $n=3$ برای کاربرد BEV و $n=1$ برای کاربرد HEV است. بغیر از اینکه طور دیگری بیان شود.

۳-۳

I_t

جریان آزمون‌های مرجع برحسب آمپر (A) که بصورت زیر بیان می‌شود:

$$I_t = C_n / 1$$

یادآوری-۱- عدد ۱ دارای یک بعد از زمان بر حسب ساعت (h) است

یادآوری-۲- به بند ۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۲۴ مراجعه شود.

۴-۳ دمای اتاق

room temperature

دمای $25^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ k}$

۵-۳ سل لیتیم-یون ثانویه

سل

secondary lithium-ion cell

cell

تک سل ثانویه که انرژی الکتریکی آن از واکنش‌های جایگیری و استخراج یون‌های لیتیم بین آند و کاتد تامین می‌شود.

یادآوری ۱- سل لیتیوم یون ثانویه یک واحد ساخته شده پایه است که منبعی از انرژی الکتریکی را با تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی تامین می‌کند. سل شامل الکترودها، جداکننده‌ها، الکتrolیت، مخزن و پایانه‌ها بوده و برای شارژ الکتریکی طراحی شده است.

۶-۳ وضعیت شارژ

SOC

state of charge

SOC

ظرفیت قابل دسترس در یک سل که به صورت درصد ظرفیت اسمی بیان می‌شود.

۷-۳ حفظ شارژ

charge retention

قابلیت یک باتری برای حفظ ظرفیت در حالت مدار باز تحت شرایط مشخص شده از انبارش است.

۴ شرایط آزمون

۱-۴ کلیات

جزئیات تجهیزات مورد استفاده باید در گزارش نتایج آورده شود.

آزمون و اندازه‌گیری‌ها باید با احتیاط انجام شود تا از اتصال کوتاه جلوگیری شود.

یادآوری- آزمون و اندازه‌گیری‌ها را می‌توان تحت شرایط پیشنهاد شده توسط سازنده سل انجام داد.

۲-۴ تجهیزات اندازه‌گیری

۱-۲-۴ گستره تجهیزات اندازه‌گیری

تجهیزات مورد استفاده باید قادر به اندازه‌گیری مقادیر ولتاژ، جریان و دمای آزمون باشند. گستره این تجهیزات و روش‌های اندازه‌گیری باید به نحوی انتخاب شوند که از دقت خاص هر آزمون اطمینان حاصل شود.

برای تجهیزات آنالوگ، این بدان معنا است که اعداد خوانده شده باید در یک سوم مقیاس درجه‌بندی شده باشند.

هر نوع دستگاه اندازه‌گیری دیگری که دارای دقت معادل باشد، قابل استفاده است.

۲-۲-۴ آزمون ولتاژ

مقاومت ولت‌مترهای مورد استفاده باید حداقل $1\text{ M}\Omega/\text{V}$ باشد.

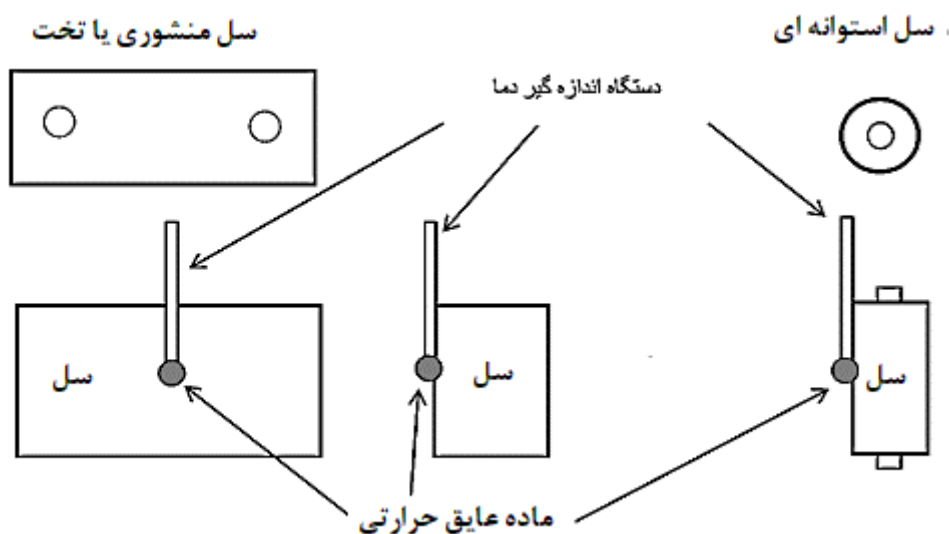
۳-۲-۴ اندازه‌گیری جریان

مجموع کامل آمپرسنج، مقاومت موازی و هادی‌ها باید کلاس ۰/۵ یا بهتر باشد.

۴-۲-۴ اندازه‌گیری دما

دمای سل باید با استفاده از یک وسیله اندازه‌گیری دمای سطحی که قادر به تعیین مقیاس معادل بوده و دقت واسنجی اشاره شده در زیربند ۱-۲-۴ را داشته باشد، اندازه‌گیری شود. دما باید در محلی که نزدیک‌ترین دما به دمای سل را منعکس می‌کند اندازه گرفته شود. دما ممکن است در محل‌های مناسب دیگری نیز اندازه‌گیری شود.

مثال‌هایی برای اندازه‌گیری دما در شکل ۱ نشان داده شده است. دستورالعمل‌های اندازه‌گیری دما که توسط سازنده تعیین می‌گردد، باید به شرح زیر باشد.



شکل ۱- مثالی از اندازه گیری دمای باتری

۵-۲-۴ سایر اندازه گیری ها

سایر مقادیر می تواند با استفاده از دستگاه اندازه گیری که در زیربند ۳-۴ آمده است آزمون شود.

۳-۴ رواداری

درستی کلی مقادیر کنترل شده یا اندازه گیری شده، بسته به مقادیر ویژه یا مقادیر واقعی باید در محدوده رواداری زیر قرار گیرد:

$\pm 0.1\%$ برای ولتاژ

$\pm 0.1\%$ برای جریان

$\pm 2\text{ K}$ برای دما

$\pm 0.1\%$ برای زمان

$\pm 0.1\%$ برای جرم

$\pm 0.1\%$ برای ابعاد

این رواداری ها مرکب از دقت تجهیزات اندازه گیری، دقت روش اندازه گیری مورد استفاده و سایر منابع خطا در این روش آزمون می باشد.

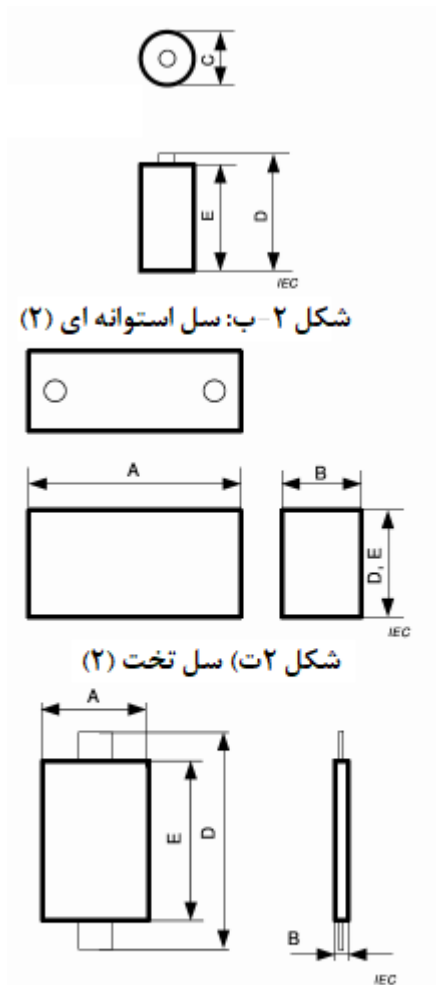
۴-۴ دمای آزمون

برای تثبیت دمایی سل، سل باید حداقل به مدت ۱۲ ساعت در دمای محیط مشخص شده، نگهداری شود. این زمان در صورت رسیدن به پایداری دمایی می‌تواند کاهش یابد. تثبیت دمایی، در صورتی که در یک بازه زمانی یک ساعته، تغییر دمای سل کمتر از ۱K باشد، فرض می‌شود تثبیت دمایی حاصل شده است.

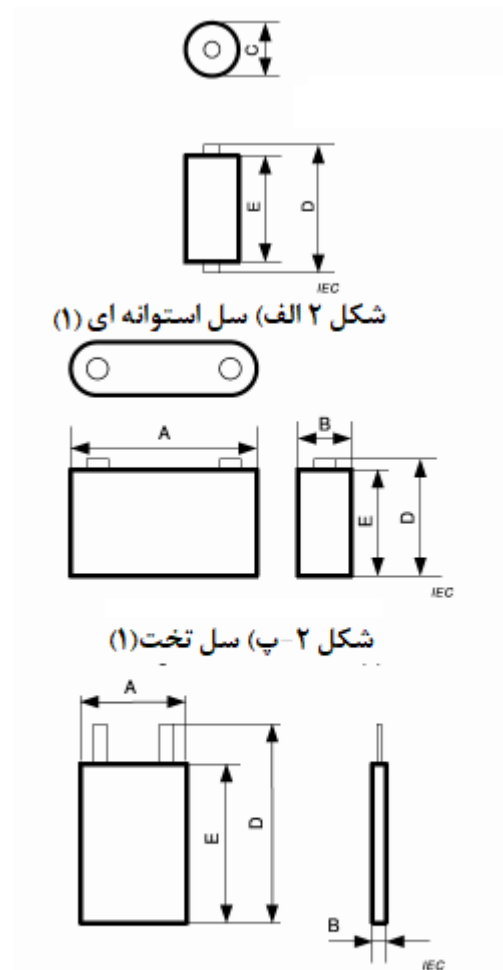
۵ اندازه‌گیری ابعاد

بیشینه ابعاد عرض، ضخامت یا قطر و طول نهایی باتری باید در دمای اتاق تا سه رقم معنی‌دار مطابق با رواداری اشاره شده در بند ۳-۴ اندازه‌گیری شود.

مثال‌هایی از ابعاد بیشینه در شکل‌های ۲-الف تا ۲-ث نشان داده شده است.



شکل ۲-ج: سل تخت با
محفظه فیلم لمینیت شده (۲)



شکل ۲-ث: سل تخت با
محفظه فیلم لمینیت شده (۱)

راهنما:

A عرض کل

B ضخامت کل

C قطر

D طول (شامل قطبها)

E طول کل (به جز قطبها)

شکل ۲- مثالهایی از ابعاد بیشینه سل

یادآوری - باتری‌های مسطح با جعبه فلزی سفت یا جعبه نواری منعطف عرضه می‌شوند. یک باتری مسطح با جعبه نواری ورقه‌ای معمولاً یک باتری کیسه‌ای است.

جرم باتری مسطح براساس ارتفاع کلی بدون پایانه‌ها، عرض کلی و ضخامت کلی و باتری استوانه‌ای براساس سطح مقطع استوانه‌ای و ارتفاع کلی بدون پایانه‌ها تعیین می‌شود.

۶ اندازه‌گیری جرم

جرم یک سل در دمای اتاق تا سه رقم معنی‌دار مطابق با رواداری اشاره شده در بند ۴-۳ اندازه‌گیری می‌شود.

۷ اندازه‌گیری الکتریکی

۱-۷ کلیات

در مدت هر آزمون، ولتاژ، جریان و دما باید ثبت شود.

بغیر از مواردی که طور دیگری بیان شود، قبل از هر آزمون، دمای باتری در دمای اتاق مطابق با زیربند ۴-۴ تثبیت شود.

بغیر از مواردی که طور دیگری بیان شود دمای محیط باید دمای اتاق باشد.

۲-۷ شرایط شارژ عمومی

به جز در مواردی که در این استاندارد اشاره شده باشد، قبل از آزمون اندازه‌گیری‌های الکتریکی، سل باید بصورت زیر شارژ شود.

قبل از شارژ، سل باید در دمای اتاق با جریان ثابت شرح داده شده در جدول ۱ تا ولتاژ پایان دشارژ، مشخص شده توسط تولیدکننده سل، دشارژ شود. سپس سل باید براساس روش شارژ ارائه شده توسط تولیدکننده سل در دمای اتاق شارژ شود.

۳-۷ ظرفیت

ظرفیت باتری باید براساس مراحل زیر اندازه‌گیری شود.

مرحله ۱- سل باید مطابق با بند ۲-۷ شارژ شود.

پس از شارژ مجدد، دمای سل باید مطابق با بند ۴-۴ تثبیت شود.

مرحله ۲- سل باید در دمای ویژه و در جریان ثابت $I_t(A)$ تا ولتاژ پایان دشارژ که توسط تولید کننده باتری مشخص شده است دشارژ شود. جریان دشارژ و دمای ارائه شده در جدول ۱ باید بکار برده شود.

شرایط آزمون خاص علاوه بر جدول ۱، مطابق با توافق بین تولید کننده و مشتری باتری انتخاب شود. شرایط آزمون انتخابی در جدول الف-۱ پیوست الف آمده است.

جدول ۱- شرایط دشارژ

جریان دشارژ (A)		دمای سل (°C)
کاربرد HEV	کاربرد BEV	
I_t	$1/3 I_t$	۰
		۲۵
		۴۵

مرحله ۳- مدت زمان دشارژ را تا ولتاژ پایان دشارژ اندازه گیری بگیرید. ظرفیت سل را به آمپر ساعت تا سه رقم معنی دار، با ضرب جریان دشارژ A در مدت دشارژ h محاسبه کنید.

۴-۷ تنظیم SOC

بغیر از مواردی که طور دیگری مشخص شده، سل های آزمون باید بصورتی که در زیر مشخص شده، شارژ شوند. تنظیم SOC روش اجرایی است که برای آماده سازی سل ها در راستای دستیابی به SOC های مختلف در انجام آزمون های این استاندارد، اجرا می شود.

مرحله ۱- باتری باید مطابق با بند ۷-۲ شارژ شود.

مرحله ۲- باتری باید در دمای اتاق مطابق با بند ۴-۴ قرار داده شوند.

مرحله ۳- باتری باید با جریان ثابت، مطابق با جدول ۱ به مدت $3 h * 100 / (100 - n)$ برای مصارف BEV و $1 h * 100 / (100 - n)$ برای کاربرد HEV دشارژ شود. n درصدی از SOC (%) است که باید برای هر آزمون تنظیم شود.

۷-۵ توان

۷-۵-۱ کلیات

هدف از این آزمون تعیین مشخصات انرژی یک باتری تحت شرایط نمایاننده برای کاربردهای BEV و HEV است.

مطابق با آزمون مشخصه جریان-ولتاژ در زیر بند ۷-۵-۲ چگال توان و چگالی توان بازیابی شده یک باتری مطابق با زیربندهای ۷-۵-۳ و ۷-۵-۴ باید محاسبه شود.

برای هر ترکیبی از SOC و دما، چگالی توان و چگالی توان بازیابی شده باید مطابق با زیربند ۷-۵-۲ محاسبه شده و گزارش شود.

۷-۵-۲ روش آزمون

آزمون باید مطابق با روش اجرایی زیر انجام شود:

الف- اندازه‌گیری جرم

جرم باتری باید به صورت مشخص شده در بند ۶ اندازه‌گیری شود.

ب- اندازه‌گیری ابعاد

ابعاد باتری باید به صورت مشخص شده در بند ۵ اندازه‌گیری شود.

پ- تنظیم SOC و دما

آزمون‌های قسمت ۵-ت زیربند ۷-۵-۲ باید برای ترکیبی از SOC و دمای سل در شروع آزمون به صورت مشخص شده در جدول ۲ و مطابق با روش اجرایی مشخص شده توسط سازنده، ایجاد شود.

SOC باید مطابق با زیربند ۷-۴ تنظیم شود.

جدول ۲- SOC و شرایط دمایی برای اندازه‌گیری انرژی

%. SOC	دمای سل °C			
۲۰	۲۵			
۵۰	-۲۰	۰	۲۵	۴۰
۸۰	۲۵			

یادآوری- شرایط آزمون انتخابی در جدول الف-۲ نشان داده شده است.

ت- آزمون مشخصه جریان-ولتاژ

باتری به مدت ۱۰ ثانیه در جریان بیشینه برای دشارژ مشخص شده توسط سازنده باتری (I_{dmax}) دشارژ شده و ولتاژ در انتهای پالس ۱۰ ثانیه (U_d) اندازه گیری شود.

باتری را به مدت ۱۰ ثانیه در جریان بیشینه برای شارژ مشخص توسط سازنده شارژ شده و ولتاژ در انتهای پالس ۱۰ ثانیه اندازه گیری شود (U_C).

مقادیر I_{dmax} و I_{cmax} بسته به SOC، دمای آزمون و وضعیت شارژ یا دشارژ تغییر می کند.

محدودیت های جریان و ولتاژ شارژ و دشارژ در دمای پایین بهتر است توسط سازنده سل مشخص شود.

در مواردی که I_{dmax} و I_{cmax} در دسترس نباشند، این مقدار را باید مطابق با آزمون های پیوست پ بدست آورید.

۷-۵-۳ محاسبه چگالی توان

۷-۵-۳-۱ محاسبه توان

توان باید براساس معادله ۱ محاسبه و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$P_d = U_d \times I_{dmax} \quad (1)$$

که در آن:

P_d توان (بر حسب W)،

U_d ولتاژ اندازه گیری شده در انتهای دشارژ پالسی ۱۰ ثانیه ای با جریان I_{dmax} (بر حسب V)

I_{dmax} ماکزیمم جریان دشارژ که توسط سازنده تعیین شده است،

اگر P_d یک مقدار تخمینی باشد باید بیان شود.

۷-۵-۳-۲ چگالی توان وزنی

چگالی توان وزنی باید از معادله ۲ محاسبه و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$\rho_{pd} = \frac{P_d}{m} \quad (۲)$$

که در آن:

P_{pd} چگالی توان (W/kg)،

P_d توان (w)،

m جرم باتری (kg) است.

۷-۳-۳ چگالی توان حجمی

چگالی توان حجمی باید از معادله ۳ محاسبه و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$\rho_{pvlm} = \frac{P_d}{V} \quad (۳)$$

که:

ρ_{pvlm} چگالی انرژی جرمی (W/I)،

P_d انرژی (w)،

V جرم سل است (I).

۷-۵-۴ محاسبه چگالی توان بازیابی

۷-۴-۱ توان بازیابی

توان بازیابی باید مطابق با معادله ۴ محاسبه شده و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$P_c = U_c \times I_{cmax} \quad (۴)$$

که P_c توان تجدیدپذیر است (w).

U_c ولتاژ اندازه‌گیری شده در انتهای پالس ۱۰ ثانیه شارژ I_{cmax} (V)

I_{cmax} جریان شارژ بیشینه که توسط سازنده سل مشخص شده است (A)

اگر P_c مقدار تخمینی باشد باید بیان شود.

۷-۴-۲ چگالی توان بازیابی بازای هر واحد جرم

چگالی توان بازیابی به ازای هر واحد جرم باید از معادله ۵ محاسبه و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$\rho_{pc} = \frac{P_c}{m} \quad (5)$$

که در آن ρ_{pc} چگالی توان بازیابی است (W/kg).

P_c توان بازیابی است. (W)

m جرم باتری است (kg)

۷-۴-۳ چگالی توان بازیابی بازای واحد حجم

چگالی توان بازیابی حجمی باید از معادله ۶ محاسبه و تا سه رقم اعشار گرد شود.

$$\rho_{pvimc} = \frac{P_c}{V} \quad (6)$$

که در آن P_{pvimc} چگالی توان بازیابی حجمی (W/I)

P_c توان بازیابی (w)

V حجم باتری است. (I)

۷-۶ انرژی

۷-۶-۱ کلیات

هدف از این آزمون تعیین چگالی انرژی است که بتوان آن را به یک سل تحت شرایط کاربردی نمایانده برای BEV و HEV ارتباط داد.

مطابق با آزمون های زیربند ۷-۶-۲، چگالی انرژی یک باتری باید مطابق با زیربند ۷-۶-۳ محاسبه شود.

۷-۶-۲ روش آزمون

چگالی انرژی جرمی (Wh/kg) و چگالی انرژی حجمی (Wh/I) سل ها با جریان معین دشارژ $I_t(A)$ 1/3 برای کاربرد BEV و $I_t(A)$ ۱ برای کاربرد HEV باید براساس رویکرد زیر تعیین شود.

الف- اندازه گیری جرم

جرم سل باید مطابق با بند ۶ اندازه گیری شود

ب- اندازه گیری بعد

ابعاد باتری باید مطابق با بند ۵ اندازه گیری شود

پ- اندازه گیری ظرفیت

ظرفیت سل باید مطابق با زیربند ۷-۳ در دمای اتاق تعیین شود.

ت- محاسبه ولتاژ میانگین

مقدار ولتاژ میانگین در مدت دشارژ در آزمون ظرفیت بالا باید با جمع ولتاژ دشارژ در گذر زمان و تقسیم مجموع بر مدت زمان دشارژ به دست آید. ولتاژ میانگین به روشی ساده با استفاده از روش زیر محاسبه شود: ولتاژ های دشارژ $U_1, U_2, \dots, U_n$ هر ۵ ثانیه از زمان شروع دشارژ یادداشت شده و ولتاژهایی که ولتاژ انتهای دشارژ را در کمتر از ۵ ثانیه کم میکند نادیده گرفته می شود. ولتاژ میانگین U_{avr} به روشی ساده با استفاده از معادله ۷ تا سه رقم اعشار محاسبه می شود.

$$U_{avr} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad (7)$$

۷-۶-۳ محاسبه چگالی انرژی

۷-۶-۳-۱ چگالی انرژی بازای جرم واحد

چگالی انرژی جرمی باید با استفاده از معادله ۸ و معادله ۹ تا سه رقم اعشار محاسبه شود

$$W_{ed} = C_d U_{avr} \quad (8)$$

که در آن:

W_{ed} انرژی الکتریکی باتری در دمای اتاق (Wh) در زمان دشارژ در شرایط مشخص شده است

C_d ظرفیت دشارژ (Ah) در $1/3 I_t$ (A) برای BEV یا $1I_t$ (A) برای HEV

U_{avr} ولتاژ میانگین طی دشارژ (V) است.

$$\rho_{ed} = \frac{W_{ed}}{m} \quad (9)$$

که در آن:

P_{ed} چگالی انرژی جرمی (Wh/kg)،

W_{ed} انرژی الکتریکی باتری در دمای اتاق (Wh) در زمان شارژ در شرایط مشخص شده،
 M جرم باتری (kg) است.

۷-۶-۳ چگالی انرژی بازای واحد حجم

چگالی انرژی حجمی باید با استفاده از معادله ۱۰ تا سه رقم اعشار محاسبه شود.

$$\rho_{evlmd} = \frac{W_{ed}}{V} \quad (10)$$

که:

P_{evlmd} چگالی انرژی حجمی (Wh/I)

W_{ed} انرژی الکتریکی باتری در دمای اتاق (Wh) در زمان شارژ در شرایط مشخص شده،
 V حجم باتری است (I).

۷-۷ آزمون انبارش

۱-۷-۷ کلیات

هدف از این آزمون تعیین مشخصات نگهداری ظرفیت یک باتری تحت شرایط انبارش یا عدم استفاده بوده و ترکیبی از ارزیابی نگهداری شارژ در زیربند ۷-۷-۲ و آزمون عمر انبارش در زیربند ۷-۷-۳ است.

۷-۷-۲ آزمون نگهداری شارژ

هدف از این آزمون تعیین مشخصات نگهداری شارژ یک باتری تحت انبارش شامل حمل و نقل^۱ است.

مشخصات نگهداری شارژ باتری در SOC ۵۰٪ باید مطابق با روش اجرایی زیر تعیین شود.

مرحله ۱- باتری باید مطابق با زیربند ۷-۲ شارژ شود.

مرحله ۲- باتری باید تا SOC ۵۰٪ مطابق با روش مشخص شده در زیربند ۷-۴ دشارژ شود. بعد باتری باید در دمای اتاق به مدت یک ساعت تثبیت شود.

یادآوری- مقدار SOC باید مطابق با توافق بین سازنده سل و مشتری تغییر کند.

¹ Transportation

مرحله ۳- باتری را تا انتهای ولتاژ دشارژ در جریان دشارژ $1/3 I_t(A)$ برای کاربرد BEV و $1I_t$ برای کاربرد HEV و در دمای اتاق برای یک ساعت دشارژ شود. این ظرفیت دشارژ C_b است.

مرحله ۴- مراحل ۱ و ۲ را یک بار تکرار کنید.

مرحله ۵- باتری باید برای ۲۸ روز در مای محیط ۴۵ درجه انبارش شود.

مرحله ۶- بعد از مرحله ۵ باتری باید در دمای اتاق مطابق با زیربند ۴-۴ تثبیت شود. سپس دشارژ باتری در جریان ثابت $1/3 I_t (A)$ برای کاربرد BEV و $1I_t$ برای کاربرد HEV تا پایان ولتاژ دشارژ، دشارژ و بعد ظرفیت باتری اندازه گیری شود. این ظرفیت دشارژ C_r است.

نسبت نگهداری شارژ باید مطابق با معادله ۱۱ محاسبه شود.

$$R = \frac{C_r}{C_b} \times 100 \quad (11)$$

که در آن:

R نسبت نگهداری شارژ (/.)

C_r ظرفیت باتری بعد از انبارش (Ah)

C_b ظرفیت باتری قبل از انبارش (Ah) است.

۷-۷-۳ آزمون عمر انبارش

هدف از این آزمون تعیین مشخصات فرسایش یک سل تحت کاربرهای انبارش یا عدم استفاده BEV و HEV است.

عمر انبارش یک سل باید مطابق با روش اجرایی زیر تعیین شود.

مرحله ۱- ظرفیت، چگالی توان و چگالی توان بازیابی سل مطابق با زیربند ۷-۲-۳ و زیربند ۷-۵ تعیین می شود.

مرحله ۲- SOC باتری تا ۱۰۰٪ برای کاربرد BEV و تا ۵۰٪ برای کاربرد HEV مطابق با زیربند ۷-۴ تنظیم شود. باتری باید برای ۴۲ روز در دمای محیط ۴۵ درجه انبارش شود.

مرحله ۳- در مدت انبارش مرحله دوم، باتری باید در دمای اتاق مطابق با زیربند ۴-۴ تثبیت و با جریان ثابت $1/3 I_t(A)$ برای کاربرد BEV و $1I_t (A)$ برای کاربرد HEV دشارژ شود تا به ولتاژ انتهای دشارژ مشخص

شده تولید کننده باتری برسد. سپس ظرفیت باتری اندازه گیری شود. این ظرفیت دشارژ ظرفیت نگهداری شده است. چگالی انرژی و چگالی انرژی بازیابی هم باید اندازه گیری شود.

مرحله ۴- مرحله دو و سه را سه بار تکرار کنید.

ظرفیت چگالی توان، چگالی توان تجدیدپذیر و ظرفیت انبارش که در مراحل ۱ و ۳ اندازه گیری شده، باید ثبت گردد.

اگر باتری در دمای اتاق در مدت آزمون برای استراحت مانند تنظیم زمان آزمون، انبارش شود، کل زمان چنین استراحتی باید گزارش شود.

۷-۸ آزمون عمر چرخه^۱

۷-۸-۱ کلیات

هدف از این آزمون تعیین مشخصات فرسایش باتری توسط چرخه های شارژ و دشارژ در شرایط کاربرد متداول BEV و HEV است.

عملکرد عمر چرخه یک باتری برای BEV و HEV باید مطابق با آزمون های زیربندهای ۷-۸-۲ و ۷-۸-۳ تعیین شود.

ترتیب آزمون در پیوست ب آمده است.

یادآوری- شرایط انتخابی برای آزمون در جدول الف-۳ آمده است.

۷-۸-۲ آزمون چرخه BEV^۲

۷-۸-۲-۱ اندازه گیری عملکرد اولیه

قبل از آزمون چرخه دشارژ و شارژ، ظرفیت، ظرفیت دشارژ پویا و توان را بعنوان عملکرد اولیه باتری اندازه گیری کنید.

- ظرفیت

ظرفیت باید مطابق با زیربند ۷-۳ در دمای °C ۲۵ اندازه گیری شود.

- ظرفیت دشارژ پویا C_D

¹ Cyclability test

² BEV cycle test

ظرفیت دشارژ پویا C_D باید در دمای 25°C و 45°C اندازه‌گیری شود.

ظرفیت دشارژ پویا مطابق با مقدار کلی زمان جریان شارژ و دشارژ تعریف شده در آزمون زیر است: سل کاملاً شارژ بطور مکرر بوسیله رخ نمون^۱ دشارژ پویای A مشخص شده در جدول ۳ و شکل ۳ تا حد پائین ولتاژی که توسط سازنده مشخص شده دشارژ شود.

- توان

توان باید مطابق با زیربند ۷-۵ در دمای 25°C و SOC ۵۰٪ اندازه‌گیری شود.

۷-۸-۲-۲ چرخه شارژ و دشارژ

آزمون چرخه شارژ و دشارژ باید بشرح زیر انجام شود.

الف- در شروع آزمون، دمای باتری باید 45°C و دمای محیط باید 45°C باشد.

ب- مراحل آزمون

روش اجرایی از مرحله ۱ تا ۵ باید بطور پیوسته ۲۸ روز تکرار شود. زمان استراحت کمتر از ۴ ساعت بین هر مرحله می‌تواند تنظیم شود. سپس عملکرد باتری مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۲-ت اندازه‌گیری شود. این روش اجرایی تا پایان آزمون زیربند ۷-۸-۲-۲ تکرار شود.

مرحله ۱- سل باید توسط روش تعیین شده توسط سازنده سل بطور کامل دشارژ شود.

مرحله ۲- سل‌ها باید توسط روش سازنده سل، بطور کامل شارژ شوند. زمان شارژ کمتر از ۱۲ ساعت است.

مرحله ۳- باتری را مطابق با مشخصات دشارژ پویای A که در جدول ۳ و شکل ۳ آمده دشارژ کنید تا زمانی که ظرفیت دشارژ به معادل $50\% \pm 5\%$ ظرفیت دشارژ پویای اولیه C_d در دمای 45°C برسد.

اگر ولتاژ به محدوده پایین‌تر از حد مشخص شده توسط سازنده طی مرحله سه برسد آزمون باید متوقف شود و مراحل بعدی زیربند ۷-۸-۲-۲-ت ادامه نیابد و عملکرد باتری باید در این نقطه به صورتی که در زیربند ۷-۸-۲-۲-پ مشخص شده اندازه‌گیری شود.

اگر دمای باتری به محدوده بالای تولید کننده سل طی مرحله سوم برسد، طول آزمون مرحله ۲۰ در جدول ۳ به مقدار مناسبی گسترش می‌یابد. طول زمانی واقعی باید گزارش شود.

¹ Profile

اگر ولتاژ به محدوده بیشینه تولید کننده باتری طی مرحله شارژ در جدول ۳ برسد، شارژ ولتاژ ثابت در ولتاژ بیشینه باید تا انتهای دوره زمانی این مرحله به کار رود.

در این مشخصات، انرژی آزمون باید با استفاده معادله ۱۲ محاسبه شود.

$$P_{\max} = NW_{\text{ed}} \quad (12)$$

که در آن :

$P_{\max}$ انرژی آزمون است (w)

N انرژی بیشینه باتری (w) توسط انرژی باتری (wh) با واحد های 1/h است.

یادآوری - مقدار $N=3/h$ نمونه ای مطابق با مشخصات BEV های تجاری است.

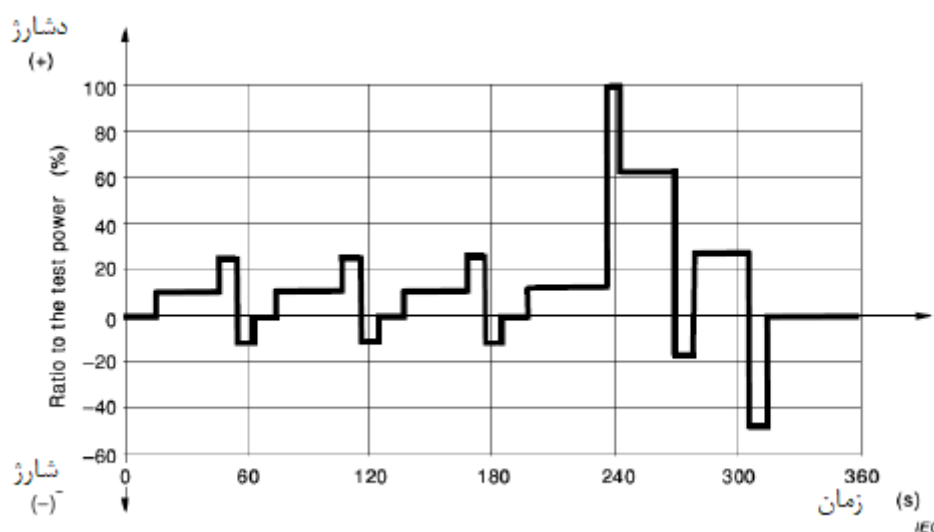
W_{ed} انرژی الکتریکی باتری در دمای اتاق (wh) در زمان دشارژ تحت شرایط خاص است

اگر مقدار بدست آمده از معادله ۱۲ بیشتر از انرژی بیشینه باتری توسط سازنده باتری باشد، انرژی آزمون باید بصورت ۸۰٪ انرژی بیشینه در دمای اتاق و SOC توسط سازنده سل تعریف شده است. مقدار انرژی واقعی مورد استفاده باید گزارش گردد.

جدول ۳- مشخصات دشارژ پویا A برای آزمون چرخه BEV

مرحله آزمون	مدت به ثانیه	نسبت به انرژی آزمون %	شارژ / دشارژ
۱	۱۶	۰/۰	-
۲	۲۶	+۱۲/۵	دشارژ
۳	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۴	۸	-۱۲/۵	شارژ
۵	۱۶	۰/۰	-
۶	۲۴	+۱۲/۵	دشارژ
۷	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۸	۸	-۱۲/۵	شارژ
۹	۱۶	۰/۰	-
۱۰	۲۴	+۱۲/۵	دشارژ
۱۱	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۱۲	۸	-۱۲/۵	شارژ
۱۳	۱۶	۰/۰	-
۱۴	۳۶	+۱۲/۵	دشارژ

مرحله آزمون	مدت به ثانیه	نسبت به انرژی آزمون %	شارژ / دشارژ
۱۵	۸	+۱۰۰٪	دشارژ
۱۶	۲۴	+۶۲٫۵	دشارژ
۱۷	۸	-۲۵٫۰	شارژ
۱۸	۳۲	+۲۵٫۰	دشارژ
۱۹	۸	-۵۰٫۰	شارژ
۲۰	۴۴	۰٫۰	-



شکل ۳- رخ نمون دشارژ پویا A برای آزمون چرخه BEV

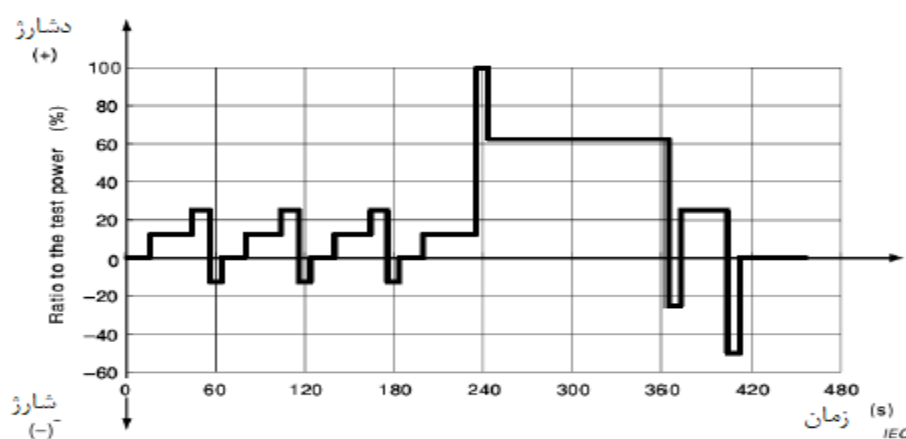
مرحله ۴- باتری را با دنبال کردن رخ نمون دشارژ پویای B (رخ نمون بالابرنده) یک بار بطوری که در جدول ۴ و شکل ۴ مشخص شده دشارژ کنید. انرژی آزمون باید مطابق با معادله ۱۲ محاسبه شود.

اگر ولتاژ به محدوده پایین تر از مشخص شده توسط تولیدکننده سل در مدت مرحله ۴ برسد، آزمون باید مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۲-ت متوقف شود، و عملکرد باتری باید در این نقطه مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۲-پ اندازه گیری شود.

اگر ولتاژ باتری بطور مکرر به ولتاژ حد پایین در مدت مرحله ۱۶ آزمون برسد، انرژی و مدت دشارژ بطور متناسب تغییر خواهد کرد. مقادیر آزمون واقعی باید بر این اساس گزارش شود.

جدول ۴- مشخصات دشارژ پویا B برای آزمون چرخه BEV

مرحله آزمون	مدت به ثانیه	نسبت به انرژی آزمون %	شارژ / دشارژ
۱	۱۶	۰/۰	-
۲	۲۸	+۱۲/۵	دشارژ
۳	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۴	۸	-۱۲/۵	شارژ
۵	۱۶	۰/۰	-
۶	۲۴	+۱۲/۵	دشارژ
۷	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۸	۸	-۱۲/۵	شارژ
۹	۱۶	۰/۰	-
۱۰	۲۴	+۱۲/۵	دشارژ
۱۱	۱۲	+۲۵/۰	دشارژ
۱۲	۸	-۱۲/۵	شارژ
۱۳	۱۶	۰/۰	-
۱۴	۳۶	+۱۲/۵	دشارژ
۱۵	۸	+۱۰۰/۰	دشارژ
۱۶	۱۲۰	+۶۲/۵	دشارژ
۱۷	۸	-۲۵/۰	شارژ
۱۸	۳۲	+۲۵/۰	دشارژ
۱۹	۸	-۵۰/۰	شارژ
۲۰	۴۴	۰/۰	-



شکل ۴- رخ نمودن دشارژ پویا B برای آزمون چرخه BEV

مرحله ۵- سل را با دنبال رخ نمون دشارژ پویای A مشخص شده در جدول ۳ و شکل ۳ تا زمانی که ظرفیت دشارژ کلی شامل مرحله ۳ و مرحله ۴ به ۸۰٪ اولیه C_d در دمای 45°C برسد، دشارژ شود.

اگر دمای باتری به حد بالای مشخص شده توسط سازنده سل طی مرحله ۵ برسد، مدت مرحله ۲۰ آزمون در جدول ۳ به مقدار متناسب با آن می تواند گسترش داده شود. باید مدت واقعی زمان گزارش شود.

اگر ولتاژ به حد پایین مشخص شده توسط سازنده باتری طی مرحله ۵ برسد، آزمون باید مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۲-ت متوقف شود، و عملکرد باتری باید در این نقطه مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۲-پ اندازه گیری شود.

پ- اندازه گیری دوره های عملکرد

بعد از هر تکمیل تکرار، از مرحله ۱ تا مرحله ۵ برای مدت ۲۸ روز آزمون، عملکرد سل باید مطابق با زیربند ۷-۸-۲-۱ اندازه گیری شود. زمان صرف شده از مرحله ۱ تا مرحله ۴ در زیربند ۷-۸-۲-۲ هم باید گزارش شود. ظرفیت دشارژ پویا تنها باید در 25°C اندازه گیری شود.

ت- پایان آزمون

آزمون عمر چرخه باید زمانی به پایان برسد که یکی از شرایط زیر برآورده شود در غیر این صورت به زیربند ۷-۸-۲-۲-الف برگردید و آزمون را تکرار کنید.

شرط الف- مراحل آزمون از زیربند ۷-۸-۲-۲-الف تا زیربند ۷-۸-۲-۲-پ، را ۶ بار انجام شود.

شرط ب- هر کدام از پارامترهای عملکردی که در زیربند ۷-۸-۲-۲-پ اندازه گیری شده به کمتر از ۸۰٪ مقدار اولیه کاهش یابد.

شرط پ- دمای سل به حد بالای تعیین شده توسط سازنده و مشتری سل طی آزمون برسد.

تعداد تکرارهایی که هر پروفایل و هر چرخه که در مدت آزمون انجام شده، باید گزارش شود.

۷-۸-۳ آزمون چرخه HEV

۷-۸-۳-۱ اندازه گیری عملکرد اولیه

قبل از آزمون چرخه شارژ و دشارژ، ظرفیت و توان طبق عملکرد اولیه باتری اندازه گیری شود.

- ظرفیت

ظرفیت باید مطابق با زیربند ۷-۳ در دمای 25°C اندازه گیری شود.

- توان: توان باید مطابق با زیربند ۷-۵ در دمای 25°C و ۵۰٪ SOC اندازه گیری شود.

۷-۸-۳-۲ ولتاژ تعویض رخ نمون

قبل از آزمون عمر چرخه، ولتاژهای تعویض را در هر رخ نمون دشارژ- بیش از حد و شارژ- بیش از حد را بصورت مشخص شده در زیربند ۷-۸-۳-۳-پ را تعیین کنید.

الف- تعویض ولتاژ از رخ نمون دشارژ- بیش از حد به رخ نمون شارژ- بیش از حد

SOC باتری در ۳۰٪ مطابق با زیربند ۷-۴ تنظیم شود سپس آزمون چرخه با رخ نمون دشارژ- غنی در دمای ۴۵ درجه یک بار انجام شود. وقتی پائین‌ترین ولتاژ در مدت این آزمون بدست آمد باید ولتاژ از رخ نمون دشارژ- بیش از حد به رخ نمون شارژ- بیش از حد تعویض شود. اگر پائین‌ترین ولتاژ بدست آمده پائین‌تر از ولتاژ حد بالای مشخص شده توسط تولیدکننده سل باشد، باید بعنوان ولتاژ تعویض در نظر گرفته شود. علاوه بر آن SOC پیشنهاد شده توسط تولیدکننده سل هم می‌تواند استفاده شود.

ب- ولتاژ تبادل از بخش غنی از شارژ به بخش غنی از دشارژ

SOC باتری در ۸۰٪ مطابق با زیربند ۷-۴ تنظیم شود سپس آزمون چرخه با رخ نمون دشارژ- غنی در دمای ۴۵ °C یک بار انجام شود. وقتی بالاترین ولتاژ در مدت این آزمون بدست آمد باید ولتاژ از رخ نمون دشارژ- بیش از حد به رخ نمون شارژ- بیش از حد تعویض شود. اگر بالاترین ولتاژ بدست آمده بالاتر از ولتاژ حد بالای مشخص شده توسط تولیدکننده سل باشد، باید بعنوان ولتاژ تبادل در نظر گرفته شود. علاوه بر آن SOC پیشنهاد شده توسط تولیدکننده سل هم می‌تواند استفاده شود.

۷-۸-۳-۳ چرخه شارژ و دشارژ

آزمون چرخه شارژ و دشارژ باید بصورت زیر انجام شود:

الف- دما

دمای محیط باید در مدت آزمون در ۴۵ °C حفظ شود. در شروع چرخه شارژ و دشارژ، دمای سل باید ۴۵ °C باشد.

ب- تنظیم SOC قبل از چرخه شارژ و دشارژ

باتری‌ها باید در دمای ۴۵ °C باشد و در ۸۰٪ SOC یا SOC مورد توافق بین تولید کننده و مشتری باتری در بازه ۱۶ تا ۲۴ ساعت مطابق با ۷-۴ تنظیم شود. اگر SOC، ۸۰٪ مورد استفاده قرار نگیرد، SOC مورد استفاده باید گزارش شود.

پ- مراحل آزمون

روش اجرایی مراحل ۱ تا ۴ باید به صورت پیوسته تا زمانی که پایان آزمون در زیربند ۷-۸-۳-۳ مشخص شده تکرار شود. در مدت آزمون عملکرد باتری باید بصورت دوره‌ای به صورت مشخص شده در زیر بند ۷-۸-۳-۳ اندازه‌گیری شود.

اگر دمای سل به حد بالای مشخص شده توسط تولید کننده سل در مدت آزمون برسد، مدت زمان مرحله ۱۶ آزمون در جدول ۵ و ۶ باید به یک دوره زمانی متناسب بسط داده شود. مدت زمان واقعی باید گزارش شود.

مرحله ۱- چرخه شارژ و دشارژ باید بطور مکرر از طریق رخ نمودن دشارژ-بیش از حد طبق جدول ۵ و شکل ۵ تا زمانی که ولتاژ باتری به ولتاژ تعویض تعیین شده در زیربند ۷-۸-۳-۲-الف برسد اجرا شود (شکل ۷).

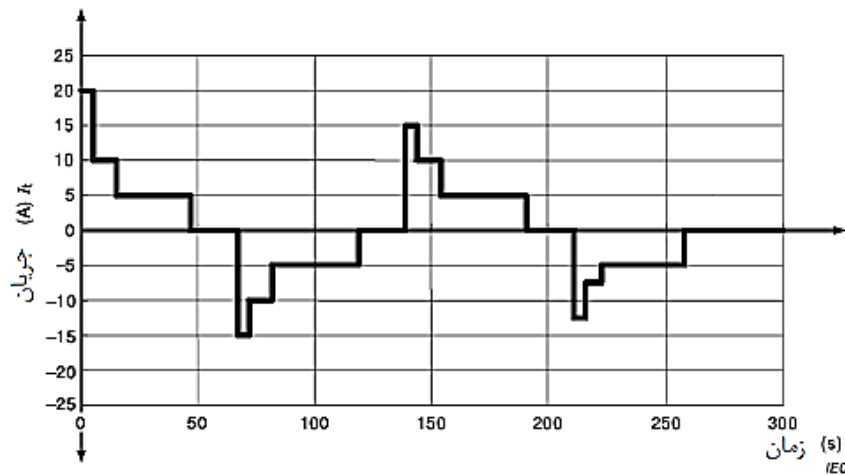
مرحله ۲- چرخه شارژ و دشارژ باید بطور مکرر از طریق رخ نمودن شارژ-بیش از حد در جدول ۶ و شکل ۶ تا زمانی که ولتاژ باتری به ولتاژ تعویض تعیین شده در زیربند ۷-۸-۳-۲-ب (شکل ۷) برسد اجرا شود.

مرحله ۳- مراحل ۱ و ۲ را به مدت ۲۲ ساعت تکرار کنید.

مرحله ۴- باتری را برای دو ساعت استراحت دهید.

جدول ۵- رخ نمودن دشارژ - بیش از حد برای آزمون چرخه HEV

شارژ/ دشارژ	جریان	مدت به ثانیه	مرحله آزمون
دشارژ	$20 I_t$	۵	۱
دشارژ	$10 I_t$	۱۰	۲
دشارژ	$5 I_t$	۳۲	۳
-	$0 I_t$	۲۰	۴
شارژ	$-15 I_t$	۵	۵
شارژ	$-10 I_t$	۱۰	۶
شارژ	$-5 I_t$	۳۷	۷
-	$0 I_t$	۲۰	۸
دشارژ	$15 I_t$	۵	۹
دشارژ	$10 I_t$	۱۰	۱۰
دشارژ	$5 I_t$	۳۷	۱۱
-	$0 I_t$	۲۰	۱۲
شارژ	$-12.5 I_t$	۵	۱۳
شارژ	$-7.5 I_t$	۷	۱۴
شارژ	$-5 I_t$	۳۵	۱۵
-	$0 I_t$	۴۲	۱۶

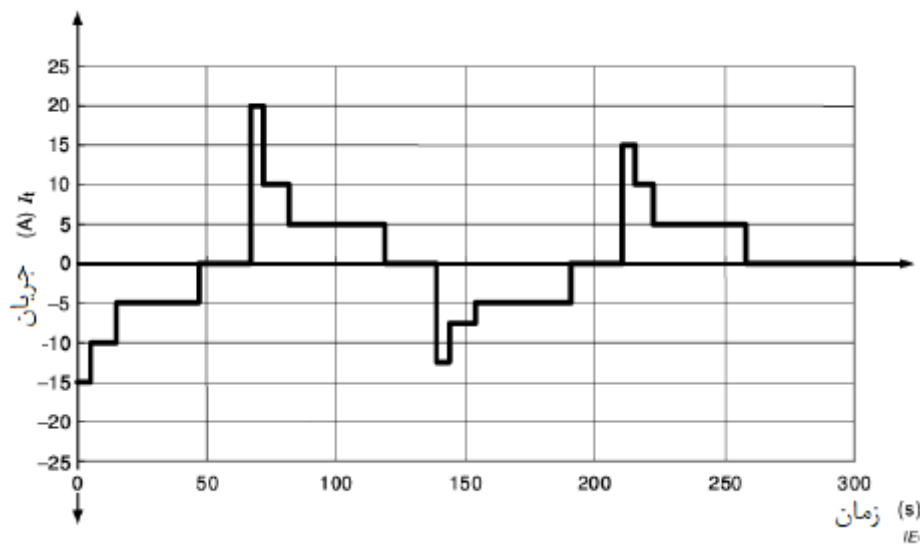


شکل ۵- رخ نمون دشارژ بیش از حد برای آزمون چرخه HEV

اگر جریان بیشینه مشخص شده توسط تولید کننده سل کمتر از $20 I_t$ باشد، جریان بیشینه مشخص شده توسط تولید کننده سل می تواند در مرحله اول آزمون همراه با تعویض جریان در مرحله ۶ آزمون با ۵۰٪ جریان بیشینه مشخص شده توسط تولید کننده سل استفاده شود.

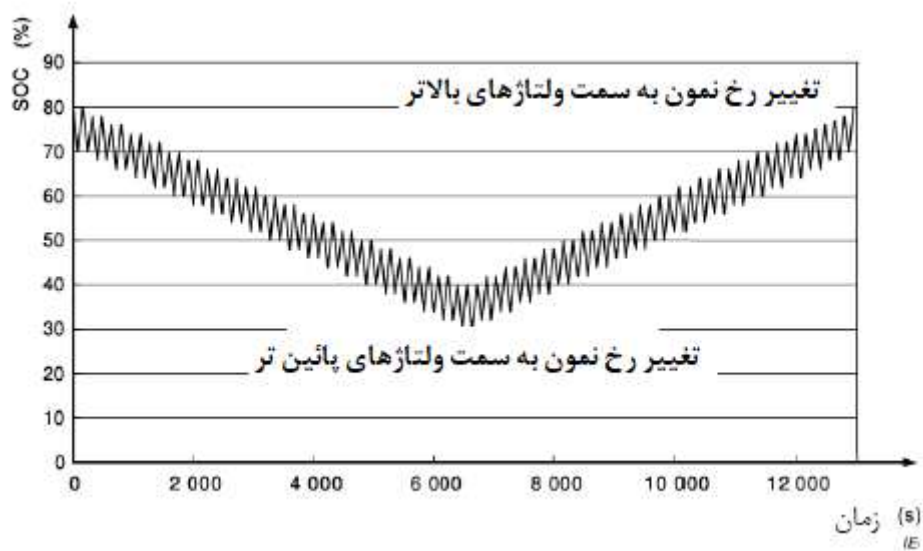
جدول ۶- رخ نمون شارژ بیش از حد برای آزمون چرخه HEV

مرحله آزمون	مدت به ثانیه	جریان	شارژ/ دشارژ
۱	۵	$-15 I_t$	شارژ
۲	۱۰	$-10 I_t$	شارژ
۳	۳۷	$-5 I_t$	شارژ
۴	۲۰	$0 I_t$	-
۵	۵	$20 I_t$	دشارژ
۶	۱۰	$10 I_t$	دشارژ
۷	۳۲	$5 I_t$	دشارژ
۸	۲۰	$0 I_t$	-
۹	۵	$-12.5 I_t$	شارژ
۱۰	۷	$-7.5 I_t$	شارژ
۱۱	۴۹	$-5 I_t$	شارژ
۱۲	۲۰	$0 I_t$	-
۱۳	۵	$15 I_t$	دشارژ
۱۴	۱۰	$10 I_t$	دشارژ
۱۵	۲۳	$5 I_t$	دشارژ
۱۶	۴۲	$0 I_t$	-



شکل ۶- رخ نمون شارژ بیش از حد برای ارزیابی چرخه HEV

اگر جریان بیشینه مشخص شده توسط تولیدکننده سل کمتر از $20 It$ باشد، جریان بیشینه مشخص شده توسط تولیدکننده سل می‌تواند در مرحله ۵ آزمون همراه با تعویض جریان در مرحله ۲ آزمون با ۵۰٪ جریان بیشینه مشخص شده توسط تولید کننده سل مورد استفاده قرار گیرد



شکل ۷- نمونه نوسان SOC با ترکیبی از دو رخ نمون برای آزمون چرخه HEV

ت- اندازه‌گیری دوره‌ای عملکرد

بعد از هر بار تکمیل روش اجرایی برای مراحل ۱ تا ۴ به مدت هفت روز، انرژی سل باید مطابق با زیر بند ۱-۳-۸-۷ اندازه‌گیری شود. ظرفیت باتری باید هر ۱۴ روز یک بار مطابق با زیربند ۱-۳-۸-۷ اندازه‌گیری شود.

ث- پایان آزمون

آزمون عمر چرخه، زمانی به پایان می‌رسد که یکی از شرایط زیر برآورد شود، در غیر این صورت به زیربند ۱-۳-۸-۷-الف برگشته و دوباره آزمون تکرار شود.

شرط الف- آزمون زیربند ۱-۳-۸-۷-پ برای مدت زمان کامل ۶ ماه تکرار شده باشد.

شرط ب- یکی از پارامترهای عملکرد اندازه‌گیری شده در زیربند ۱-۳-۸-۷-ت به کمتر از ۸۰٪ مقدار اولیه کاهش یافته باشد.

تعداد دفعاتی که هر رخ نمون تکمیل می‌شود و ولتاژهای تبدیلی که می‌رسند باید گزارش شود.

۹-۷ آزمون کارایی انرژی

۱-۹-۷ کلیات

هدف از این آزمون تعیین کارایی شارژ یک سل تحت شرایط کاربردی نمایاننده برای BEV یا HEV است. کارایی انرژی باتری‌ها باید توسط دو آزمون معمول در زیربند ۲-۹-۷ و یکی از آزمون‌های توصیف شده در زیربندهای ۳-۹-۷ و ۴-۹-۷ تعیین شود.

۲-۹-۷ آزمون‌های معمول برای کاربردهای BEV و HEV

۱-۲-۹-۷ آزمون معمول برای شرایط طبیعی

اهداف این آزمون تعیین کارایی یک باتری در شارژ معمول تحت شرایط استفاده نمایاننده از کاربردهای BEV و HEV داراست.

این آزمون برای باتری‌های مورد استفاده در HEV ها و BEV ها کاربردی است. آزمون باید براساس رویکرد زیر انجام شود.

الف- باتری باید در دمای اتاق برای حداقل یک ساعت و حداکثر ۴ ساعت بعد از شارژ کامل، استراحت کند. آزمون باید بعد از این آغاز شود.

ب- سل با استفاده از روش مشخص شده در زیربند ۳-۳-۷ در دمای اتاق دشارژ شود.

پ- آزمون کارایی انرژی در ۱۰۰٪ SOC

۱- باتری حداقل ۴ ساعت استراحت داده شود سپس تا ۱۰۰٪ SOC با روش پیشنهادی تولیدکننده سل شارژ شود.

۲- باتری ۴ ساعت استراحت داده شود سپس با روش مشخص شده در زیربند ۳-۷ در دمای اتاق دشارژ شود.

ت- آزمون کارایی انرژی در ۷۰٪ SOC

۱- باتری ۴ ساعت استراحت داده شود و تا ۷۰٪ SOC با استفاده از روش پیشنهادی تولیدکننده باتری شارژ شود.

۲- باتری ۴ ساعت استراحت داده شود سپس براساس روش مشخص شده در زیربند ۳-۷ در دمای اتاق دشارژ شود.

ث- محاسبه کمیت الکتریکی دشارژ و شارژ

کمیت الکتریکی در مدت دشارژ و شارژ با استفاده از روش زیر محاسبه می شود: جریان های دشارژ و شارژ در بازه های کمتر از ۳۰ ثانیه از شروع دشارژ خوانده شود و بعد کمیت الکتریکی دشارژ Q_d و کمیت الکتریکی شارژ Q_c با استفاده از معادله ۱۳ محاسبه شود:

$$Q = \frac{I_1 + I_2 + \dots + I_n}{\frac{3600}{s}} \quad (13)$$

که در آن:

Q کمیت الکتریکی دشارژ یا کمیت الکتریکی شارژ (Ah)

I_n مقدار جریان دشارژ یا مقدار جریان شارژ در نقطه n بازه های اندازه گیری شده بر حسب (A)

ب) محاسبه انرژی الکتریکی دشارژ و انرژی الکتریکی شارژ

انرژی الکتریکی طی دشارژ و شارژ با استفاده از روش زیر محاسبه می شود: جریان های دشارژ I و ولتاژهای دشارژ U در بازه های کمتر از ۳۰ ثانیه از شروع دشارژ محاسبه می شود، بعد انرژی الکتریکی دشارژ W_d و انرژی الکتریکی شارژ W_c با استفاده از معادله ۱۴ محاسبه می شود.

$$W = \frac{I_1 U_1 + I_2 U_2 + \dots + I_n U_n}{\frac{3600}{s}} \quad (14)$$

که در آن W انرژی الکتریکی دشارژ یا انرژی الکتریکی شارژ بر حسب (Wh) است

I_n مقدار جریان شارژ یا مقدار جریان دشارژ در نقطه n بازه‌های اندازه‌گیری شده است (A).

U_n مقدار ولتاژ دشارژ در نقطه n بازه‌های اندازه‌گیری شده است (V).

ج- محاسبه کارایی انرژی

کارایی کلونی با استفاده از معادله ۱۵ و کارایی انرژی با استفاده از معادله (۱۶) تعیین می‌شود.

$$\eta_c = \frac{Q_d}{Q_c} \times 100 \quad (15)$$

که در آن:

η_c کارایی کلون (%) است

Q_d کمیت الکتریکی دشارژ در زیربند ۷-۹-۲-۱ بر حسب (Ah) است

Q_c کمیت الکتریکی شارژ در زیربند ۷-۹-۲-۱ بر حسب (Ah) است

$$\eta_e = \frac{W_d}{W_c} \times 100 \quad (16)$$

که در آن:

η_e کارایی انرژی % است

W_d انرژی الکتریکی دشارژ در زیربند ۷-۹-۲-۱ ج بر حسب (Wh) است

W_c انرژی الکتریکی شارژ در زیربند ۷-۹-۲-۱ ج بر حسب (Wh) است

۷-۹-۲-۲ آزمون برپایه دما

هدف از این آزمون تعیین کارایی انرژی یک باتری در شارژ معمول در شرایط دمایی مختلف را داراست.

این آزمون برای باتری‌های مورد استفاده در HEV ها و BEV ها، کاربردی است.

آزمون باید مطابق با روش اجرایی زیر در دماهای آزمون ۲۰-، صفر و ۴۵ °C انجام شود.

الف- شارژ کامل در دمای اتاق

ب- موازنه گرمایی باتری در دمای آزمون و شروع آزمون بعد از حداقل ۱۶ ساعت و حداکثر ۲۴ ساعت.

پ- دشارژ باتری با استفاده از روش مشخص در زیربند ۷-۳ در هر دمای آزمون.

ت- آزمون کارایی انرژی در ۱۰۰٪ SOC:

۱- در هر دمای آزمون، باتری به مدت ۴ ساعت استراحت داده شود و بعد تا ۱۰۰٪ SOC با روش

پیشنهادی تولید کننده باتری شارژ شود.

۲- باتری ۴ ساعت استراحت داده و سپس با روش مشخص شده در زیربند ۷-۳ دشارژ شود.

ث- کمیت الکتریکی دشارژ و کمیت الکتریکی شارژ با استفاده از معادله ۱۳ محاسبه شود

ج- انرژی الکتریکی دشارژ و انرژی الکتریکی شارژ با استفاده از معادله ۱۴ محاسبه شود.

چ- کارایی کلونی و کارایی انرژی با استفاده از معادله ۱۵ و معادله ۱۶ محاسبه شود.

باید حدود شارژ / دشارژ مشخص شده توسط تولید کننده باتری در دمای پایین در نظر گرفته شود.

۷-۹-۳ آزمون برای باتری های BEV

این آزمون برای باتری های مورد استفاده در BEV کاربرد دارد و هدف تعیین کارایی انرژی یک باتری تحت شرایط شارژ سریع ست.

آزمون باید براساس روش اجرایی زیر اجرا شود.

الف- باتری باید حداقل ۱ ساعت و حداکثر ۴ ساعت بعد از شارژ کامل در دمای اتاق استراحت داده شود.

ب- باتری با استفاده از روش پیشنهادی زیربند ۷-۳ دشارژ شود.

پ- آزمون کارایی انرژی در ۸۰٪ SOC

۱- باتری ۴ ساعت استراحت داده شود و سپس تا ۸۰٪ SOC با It ۲ شارژ شود. اگر ولتاژ به حد بالایی

مشخص شده توسط تولیدکننده سل برسد، شارژ باید متوقف شود.

یادآوری- شرایط آزمون انتخابی در جدول الف-۴ آمده است.

۲- باتری برای بیش از ۴ ساعت تا زمانی استراحت داده شود که سل به دمای آزمون برسد و بعد از آن

با روش مشخص شده در زیربند ۷-۳ دشارژ شود.

ت- کمیت الکتریکی دشارژ و کمیت الکتریکی شارژ با استفاده از معادله ۱۳ محاسبه شود.

ث- انرژی الکتریکی دشارژ و انرژی الکتریکی شارژ با استفاده از معادله ۱۴ محاسبه شود.

ج- محاسبه کارایی انرژی

کارایی کلونی با استفاده از معادله ۱۷ و کارایی انرژی با استفاده از معادله ۱۸ تعیین شود.

$$\eta_{c1} = \frac{Q_{d1}}{Q_{c1}} \times 100 \quad (۱۷)$$

که:

η_{c1} کارایی کلون به % است

Q_{d1} کمیت الکتریکی دشارژ در ۷-۹-۳-د بر حسب Ah است

Q_{c1} کمیت الکتریکی شارژ در ۷-۹-۳-د بر حسب Ah است

$$\eta_{e1} = \frac{W_{d1}}{W_{c1}} \times 100 \quad (۱۸)$$

که:

η_{e1} کارایی انرژی بر حسب % است

W_{d1} انرژی الکتریکی دشارژ در زیربند ۷-۹-۳-ج (Wh) است

W_{c1} انرژی الکتریکی شارژ در زیربند ۷-۹-۳-ج (Wh) است

۷-۹-۴ محاسبه کارایی انرژی برای سل‌های با کاربرد HEV

این آزمون برای سل‌های HEV کاربردی است و هدف تعیین کارایی انرژی یک سل تحت شرایط کاربرد نمایاننده HEV است.

الف- محاسبه انرژی الکتریکی شارژ و انرژی الکتریکی دشارژ

انرژی الکتریکی شارژ و دشارژ از نتایج آزمون مشخص شده در زیربند ۷-۵ با استفاده از معادله ۱۹ و معادله ۲۰ محاسبه شود. مقادیر بدست آمده تا سه رقم اعشار گرد شود.

مقادیر جریان و مقادیر ولتاژ در بازه‌های منظم از داده‌های جریان و ولتاژ طی چرخه‌های شارژ و دشارژ که مربوط به الگوهای شارژ و دشارژ در مدت $10s * I_t$ است خوانده شود. از بازه اندازه‌گیری استاندارد، ۱ ثانیه استفاده شود. وقتی ولتاژ باتری بعد از ۱۰ ثانیه به ولتاژ پایین دشارژ یا ولتاژ بالای حد شارژ برسد، آزمون را با استفاده از مقدار جریان در مرحله پایین جدول ۱ انجام داده و مقدار جریانی که مشاهده شده را گزارش شود.

$$W_{c2} = \frac{I_{c1}U_{c1} + I_{c2}U_{c2} + \dots + I_{cn}U_{cn}}{3600} \quad (۱۹)$$

W_{c2} انرژی الکتریکی شارژ (Wh)،

I_{cn} مقدار جریان شارژ در نقطه n، بازه‌های اندازه‌گیری (A)

U_{cn} مقدار ولتاژ شارژ در نقطه n، بازه‌های اندازه‌گیری (V)

$$W_{d2} = \frac{I_{d1}U_{d1} + I_{d2}U_{d2} + \dots + I_{dn}U_{dn}}{3600} \quad (۲۰)$$

که:

W_{d2} انرژی الکتریکی دشارژ است (Wh).

I_{dn} مقدار جریان دشارژ در نقطه n، بازه‌های اندازه‌گیری شده (A)،

U_{dn} مقدار ولتاژ دشارژ در نقطه n، در بازه‌های اندازه‌گیری شده (V)

ب- محاسبه کارایی انرژی

کارایی انرژی با استفاده از معادله ۲۱ تعیین شود:

$$\eta_{e2} = \frac{W_{d2}}{W_{c2}} \times 100 \quad (۲۱)$$

که،

N_{e2} کارایی انرژی است (%).

W_{d2} انرژی الکتریکی دشارژ است (Wh)

W_{c2} انرژی الکتریکی شارژ است (Wh).

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

شرایط آزمون انتخابی

این پیوست شرایط انتخابی و افزوده شده به آزمون ظرفیت زیر بند ۳-۷، آزمون انرژی در زیربند ۵-۷، آزمون عمر چرخه در زیربند ۸-۷ و آزمون کارایی انرژی در زیربند ۳-۹-۷ را نشان می‌دهد.

شرایط آزمون r در جدول الف-۱، الف-۲، الف-۳ و الف ۴ این استاندارد مشخص شده است. به‌علاوه شرایط آزمون الف مطابق با توافق بین تولید کننده سل و مشتری انتخاب می‌شود.

جدول الف-۱- شرایط آزمون ظرفیت

دمای باتری				جریان دشارژ	کاربرد
۴۵ °C	۲۵ °C	۰ °C	-۲۰ °C		
a	a	a	a	$0.2 I_t$	BEV
r	r	r	a	$\frac{1}{3} I_t$	
a	a	a	a	$1 I_t$	
a	a	a	a	$5 I_t$	
a	a	a	a	$0.2 I_t$	HEV
a	a	a	a	$1/3 I_t$	
r	r	r	a	$1 I_t$	
a	a	a	a	$10 I_t$	
a	a	a	a	I_{dmax}	

اگر انحراف داده‌ها بیشتر از میزان $1 I_t$ و $1/3 I_t$ باشد، باید ثبت شود.

جدول الف ۲- شرایط آزمون انرژی

دمای باتری				SOC	کاربرد
۴۵ °C	۲۵ °C	۰ °C	-۲۰ °C		
a	r	a	a	۲۰٪	BEV
r	r	r	r	۵۰٪	
a	r	a	a	۸۰٪	
a	r	a	a	۲۰٪	HEV
r	r	r	r	۵۰٪	
a	r	a	a	۸۰٪	

جدول الف ۳- شرایط آزمون عمر چرخه

دمای محیط و باتری		کاربرد
۴۵ °C	۲۵ °C	
r	a	BEV
r	a	HEV

جدول الف ۴- شرایط آزمون انرژی برای کاربرد BEV

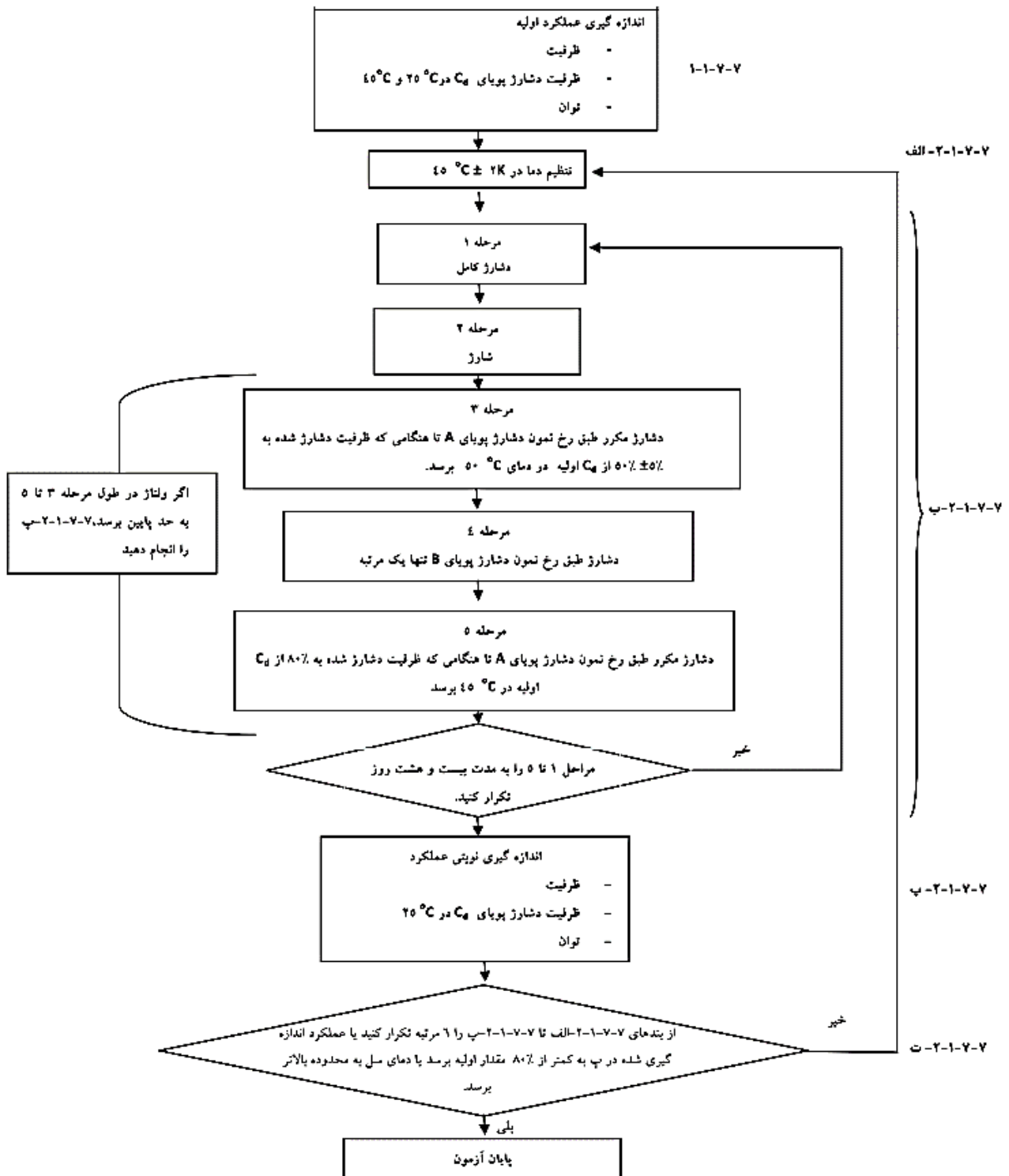
شرایط آزمون	جریان شارژ	SOC
r	$2 I_t$	۸۰٪
a	جریان پیشنهادی تولیدکننده	SOC پیشنهادی تولیدکننده

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

ترتیب آزمون چرخه عمر

این پیوست ترتیب آزمون چرخه عمر مشخص شده در زیربند ۷-۸ را ارائه می‌دهد. ترتیب آزمون و مفهوم چرخه BEV در شکل ب-۱ و شکل ب-۲ آمده است. ترتیب آزمون چرخه HEV در جدول ب-۱ آمده است.

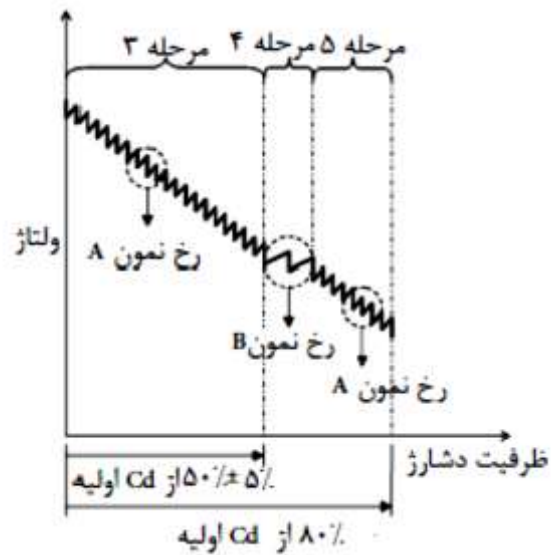


شکل ب ۱- ترتیب آزمون چرخه BEV

عملکرد اولیه را آزمون کنید

- ظرفیت

- ظرفیت دشارژ پویا C_0 در دماهای 25°C و 45°C



شکل ب ۲- مفهوم آزمون چرخه BEV

جدول ب-۱- ترتیب آزمون چرخه HEV

زیربند	روش اجرایی آزمون	دما
۱-۳-۸-۷	عملکرد اولیه را اندازه گیری کنید - ظرفیت - توان	دمای اتاق
۷-۳-۸-الف	ولتاژ قابل تغییر را از رخ نمون دشارژ بیش از حد به شارژ بیش از حد تنظیم کنید	۴۵ °C
۷-۳-۸-ب	تعویض ولتاژ از رخ نمون شارژ بیش از حد به رخ نمون دشارژ بیش از حد تنظیم کنید	
۷-۳-۸-الف	دما به ۴۵ °C تنظیم شود	۴۵ °C
۷-۳-۸-ب	Soc به ۸۰٪ تنظیم شود	
۷-۳-۸-پ	چرخه را در رخ نمون دشارژ کامل تکرار کنید تا ولتاژ قابل تغییر در زیربند ۷-۳-۸-ب تکرار کنید.	مرحله ۱
	چرخه را در رخ نمون شارژ کامل تکرار کنید تا ولتاژ قابل تغییر در زیربند ۷-۳-۸-ب تکرار کنید.	مرحله ۲
	مرحله ۱ و مرحله ۲ را برای ۲۲ ساعت تکرار کنید	مرحله ۳
	۲ ساعت استراحت دهید	مرحله ۴
	روش اجرایی از مرحله ۱ تا ۴ تکرار شود	
۷-۳-۸-ت	اندازه گیری دوره های عملکرد - ظرفیت (هر ۱۴ روز) - انرژی (هر ۷ روز)	دمای اتاق
۷-۳-۸-ج	آزمون زمانی پایان داده شود که هرکدام از شرایط زیر برآورد شود. اگر برآورد نشد، به زیربند ۷-۳-۸-الف برگردید. زیربند ۷-۳-۸-پ به مدت ۶ ماه تکرار شود. هرکدام از پارامترهای عملکرد اندازه گیری شده در زیربند ۷-۳-۸-ت به کمتر از ۸۰٪ مقدار اولیه کاهش یابد.	

پیوست پ

(الزامی)

آزمون مشخصات جریان-ولتاژ

پ ۱ کلیات

این پیوست روش آزمون تعیین مشخصات ولتاژ-جریان یک سل را، هنگامی که مقدار جریان بیشینه برای شارژ و دشارژ در آزمون انرژی در زیربند ۷-۵ قابل دسترس نباشد توصیف می کند.

پ ۲ روش آزمون

آزمون ها باید تحت ترکیبی از SOC و دمای سل در شروع آزمون طبق جدول ۲ مطابق با روش اجرایی مشخص شده توسط تولیدکننده سل انجام شود.

آزمون باید مطابق با الگوی شکل پ-۱ انجام شود.

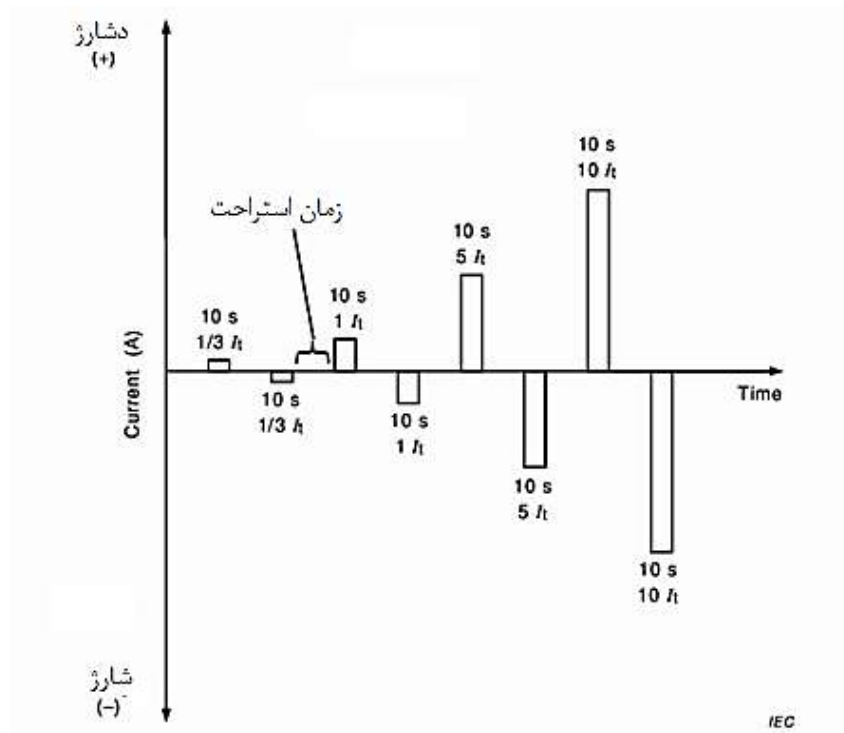
باتری را در جریان های آزمون ثابت در جدول پ-۱ دشارژ و شارژ و ولتاژ را در انتهای پالس ۱۰s هر جریان آزمون اندازه گیری کنید. گستره جریان دشارژ و شارژ باید توسط تولیدکننده باتری مشخص شود و بازه اندازه گیری استاندارد باید ۱s باشد. اگر ولتاژ بعد از ۱۰s از حد پایین تر یا ولتاژ حد بالاتر از ولتاژ شارژ بگذرد، داده های اندازه گیری باید حذف شوند.

حدود شارژ/دشارژ مشخص شده در دمای پایین توسط تولیدکننده باتری باید در نظر گرفته شود.

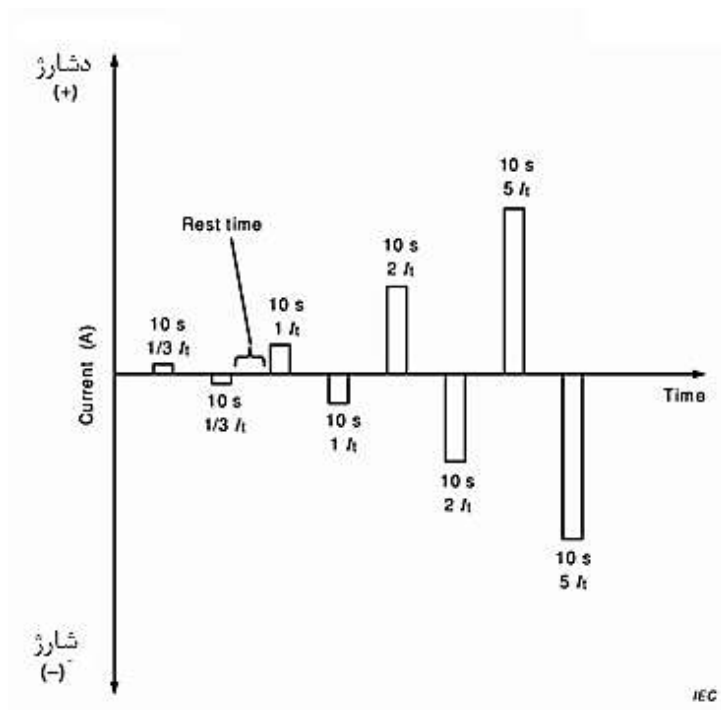
جدول پ-۱- جریان دشارژ و شارژ برای آزمون مشخصه یابی جریان-ولتاژ

جریان شارژ و دشارژ A				کاربرد
$1/3 I_t$	$1 I_t$	$2 I_t$	$5 I_t$	BEV
$1/3 I_t$	$1 I_t$	$5 I_t$	$10 I_t$	HEV

زمان استراحت ۱۰ دقیقه ای بین پالس های شارژ و دشارژ و همچنین بین پالس های دشارژ و شارژ باید ارائه شود. اگر دمای باتری بعد از ۱۰min در محدوده ۲ k از دمای آزمون نباشد باید سرد شود. در مقابل مدت استراحت باید بسط یابد و باید بررسی شود که دمای سل در محدوده ۲ k تعیین شده است یا خیر. روش اجرایی دشارژ یا شارژ بعدا اجرا شود.



شکل پ ۱-الف- ترتیب آزمون مشخصه یابی ولتاژ - جریان برای کاربرد HEV



شکل پ ۱-ب- ترتیب آزمون مشخصه یابی ولتاژ - جریان برای کاربرد BEV

شکل پ ۱: ترتیب آزمون مشخصه یابی ولتاژ - جریان

با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده جریان و ولتاژ، خط مشخصه ولتاژ-جریان باید توسط تقریب خطی مستقیم به دست آید و جریان بیشینه برای شارژ و دشارژ (I_{dmax} , I_{cmax}) و انرژی باید محاسبه شود. شیب این خط نشان دهنده مقاومت داخلی سل است.

کتابنامه

- [1] ISO 12405-4, Electrically propelled road vehicles – Test specification for lithium-ion traction battery packs and systems – Part 4: Performance testing
- [2] IEC 62660-2, Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles– Part 2: Reliability and abuse testing
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰۸۸۲: سال ۱۳۹۵، خودروهای جاده ای- شرایط محیطی و آزمون تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی- قسمت ۲: قابلیت اطمینان و استفاده نادرست، با استفاده از استاندارد IEC 16750-2: 2010، تدوین شده است.
- [3] IEC 62660-3, Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles– Part 3: Safety requirements
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۰۸۸۲: سال ۱۳۹۵، خودروهای جاده ای- شرایط محیطی و آزمون تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی- قسمت ۳: بارهای مکانیکی، با استفاده از استاندارد IEC 16750-3: 2010، تدوین شده است.
- [4] IEC 61434:1996, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۲۴: سال ۱۳۸۱، باتری ها و سل های ثانویه شامل الکالاین یا الکترولیت های غیر اسیدی راهنمای تعیین جریان در استانداردهای باتری ها و سل های ثانویه قلیایی، با استفاده از استاندارد IEC 61434: 1996، تدوین شده است.