

سازمان نظام مهندسی ساختمان

استان تهران

دفتر امور کنترل ساختمان

راه‌نمای طراحی تاسیسات برقی

در استخرها



۱- پیشگفتار

در این جزوه سعی میشود بر اساس استانداردهای معتبر، راهکاری برای مهندسان برق جهت طراحی استخرهای شنا ارائه شود. در چنین محیطهایی خطر شوک الکتریکی به علت کاهش مقاومت بدن افزایش میابد و روشن است که طراحی برق الزامات ویژه ای را می طلبد. استانداردهای مورد استفاده برای تدوین این جزوه عبارتند از :

۱- استاندارد ملی ایران ش ۱۱۲۰۳، "استخرهای شنا- الزامات عمومی"

۲- IEC 60364-7-702 Electrical Installations of Building-(Swimming pools & other basins)

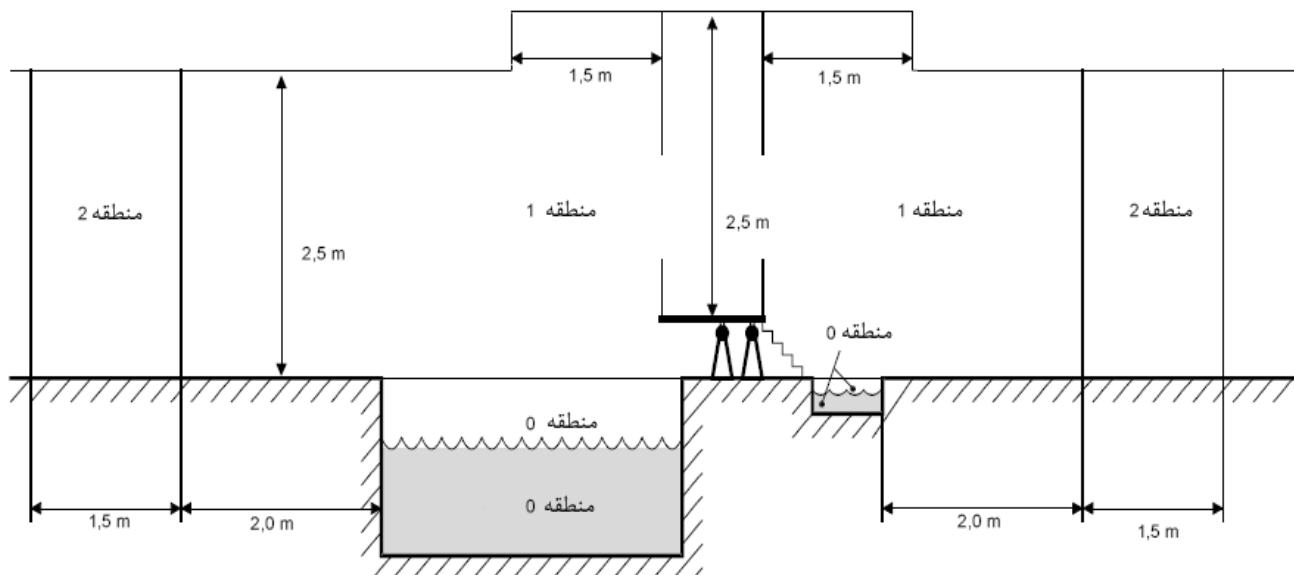
۳- National Electrical Code-Article 680 (Swimming Pools, Fountains & similar Installations)

۴- BS 7671-Section 702 (Swimming Pools)

۲- منطقه بندی حجمی و الزامات

الزامات طراحی تاسیسات برقی در نقاط مختلف استخر متفاوت هستند. بدین علت در استانداردهای مربوطه، محدوده های حجمی استخر و اطراف آن در مناطق متفاوتی تعریف شده اند. جدول ذیل این مناطق را در استانداردهای مختلف نشان میدهد :

۱-۲- الزامات استاندارد ملی ایران ۱۱۲۰۳ در این مورد براساس IEC 60364-7-702 بوده که آن هم با اختلافات جزئی از BS 7671-Section 702 برگرفته شده است. در شکل زیر تعاریف مناطق مختلف را میتوان دید :





روش حفاظتی					
درجه حفاظت	قطع مدار با تجهیزات دارای رله نشت جریان	جداسازی الکتریکی	SELV با حداکثر ولتاژ	مناطق	
IPX۸	غیر مجاز	غیر مجاز	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	عمومی	صفر
	RCD \leq ۳۰ mA	مجاز تنها برای ۱ وسیله	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	تنها برای آبنا	
	RCD \leq ۳۰ mA	مجاز تنها برای ۱ وسیله	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	تغذیه تجهیزاتی که هنگامی افراد در خارج منطقه صفر قرار دارند، برقرار میشوند.	
IPX ۴ یا IPX ۵	غیر مجاز	غیر مجاز	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	عمومی	یک
	RCD \leq ۳۰ mA	مجاز تنها برای ۱ وسیله	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	تنها برای آبنا	
	RCD \leq ۳۰ mA	مجاز تنها برای ۱ وسیله	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	تغذیه تجهیزاتی که هنگامی افراد در خارج منطقه صفر قرار دارند، برقرار میشوند.	
IPX ۲/۴/۵	RCD \leq ۳۰ mA	غیر مجاز	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	عمومی	دو
	این منطقه تعریف نشده است	این منطقه تعریف نشده است	این منطقه تعریف نشده است	تنها برای آبنا	
	RCD \leq ۳۰ mA	مجاز تنها برای ۱ وسیله	۱۲ ولت متناوب یا ۳۰ ولت مستقیم	تغذیه تجهیزاتی که هنگامی افراد در خارج منطقه صفر قرار دارند، برقرار میشوند.	

انتخاب و نصب تجهیزات در مناطق مختلف به شرح زیر است :



توضیحات	تجهیزات مجاز منطقه دو	تجهیزات مجاز منطقه یک	تجهیزات مجاز منطقه صفر	
به توضیحات مراجعه شود				سیستم سیم کشی
در منطقه ۱ برای مدارات SELV قابل قبول است.	مجاز	غیر مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	غیر مجاز	جعبه تقسیم
	مجاز	غیر مجاز	غیر مجاز	تابلوی قدرت و فرمان
در منطقه ۲ با تمهیدات خاص حفاظتی. برای استخرهای کوچک در منطقه ۱، حداقل ۱/۲۵ متر از منطقه صفر فاصله داشته و ۰/۳ متر بالای کف باشد.	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	غیر مجاز	کلید و پریز
طراحی مخصوص داشته باشد.	مجاز	مجاز	مجاز	تجهیزات ثابت مناسب برای استفاده داخل استخر
SELV یا مش فلزی زمین شده	مجاز	مجاز	در این منطقه مفهوم ندارد	تجهیزات الکتریکی گرمایش کف
تمهیدات ویژه	در این منطقه مفهوم ندارد	در این منطقه مفهوم ندارد	مجاز	روشنائی زیر آب
تمهیدات ویژه در مناطق ۰ و ۱	تعریف نشده است	مجاز	مجاز	تجهیزات آب نما
تمهیدات ویژه	-	مجاز	-	تجهیزات ثابت نصب شده در منطقه ۱
تمهیدات ویژه	-	مجاز (به توضیحات مراجعه شود)	-	چراغهای نصب شده در منطقه ۱



در مناطق ۰ و ۱ سیستم‌های سیم کشی نباید پوشش فلزی قابل دسترسی داشته باشد. پوشش‌های فلزی غیر قابل دسترس باید به هم بندی اضافی متصل شوند.

کابلها ترجیحا باید داخل لوله های عایق قرار گیرند.

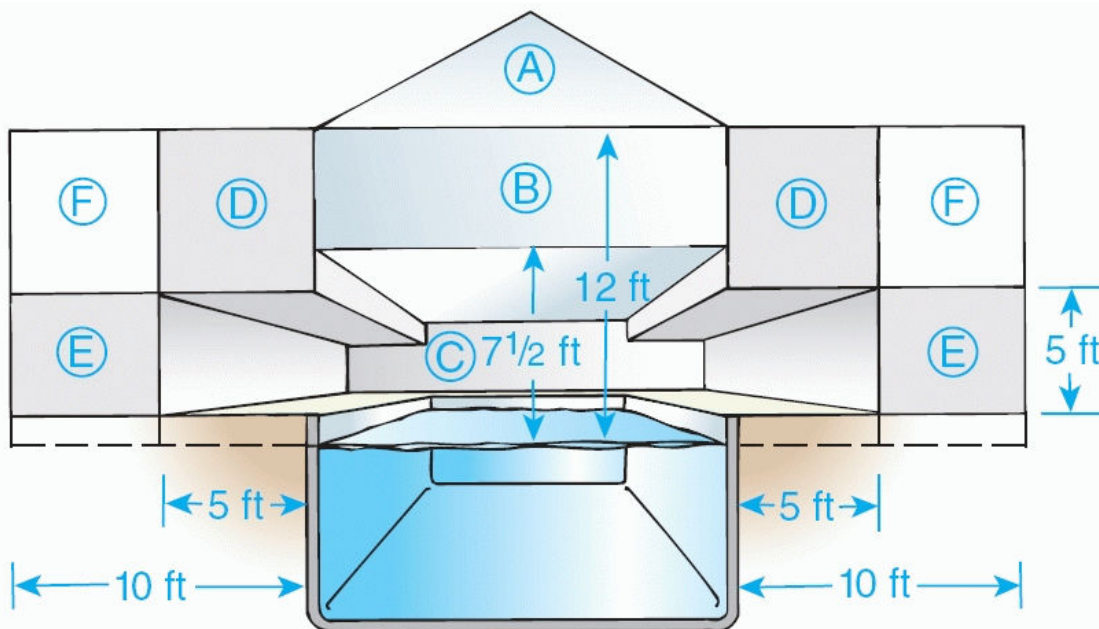
در آب نماها در مناطق ۰ و ۱ سیستم های سیم کشی باید به مقادیری که برای تغذیه تجهیزات همان مناطق ضروری است محدود شود.

در آب نماها تمهیدات اضافی ذیل باید در نظر گرفته شود :

- کابلها در منطقه صفر تا حد ممکن باید دور از لبه مخزن آب نما باشند و به تجهیزات برقی داخل آب نما از طریق کوتاهترین مسیر متصل شوند.

- در منطقه ۱ کابلها باید با حفاظت مکانیکی مناسب نصب شوند.

۲-۲ در استاندارد National Electrical Code منطقه بندی به گونه دیگری است. برای استخرهای سرپوشیده، منطقه بندی بدین ترتیب است:



الزامات مورد رعایت در این مناطق بر اساس استاندارد NEC – Article ۶۸۰ چنین است :

A- نصب چراغ، پنکه های سقفی در فاصله حداقل ۱۲ فوتی (۴متری) سطح آب مجاز است.

B- چراغهای ضدآب مجهز به رله نشت جریان و پنکه های دارای این رله را میتوان در ارتفاع ۷/۵ فوتی (۲/۵ متری) نصب نمود.

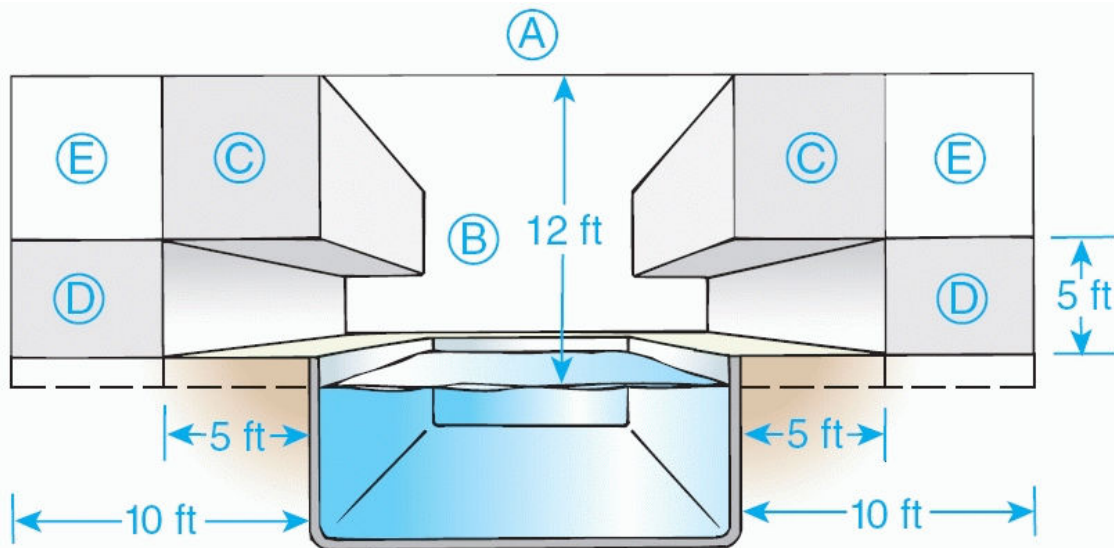
C- چراغها و پنکه های سقفی در ارتفاع زیر ۵ فوت (۱/۷ متری) قابل نصب نیستند.

D- چراغهای موجود بشرط آنکه مجهز به رله نشت جریان باشد و همچنین به سازه ساختمان محکم متصل شده باشد قابل قبول هستند.



- E وجود چراغ بشرط حفاظت با رله نشت جریان مجاز است.
- F چراغ در صورتی که به سازه ساختمان محکم شده باشد.

در استخرهای روباز منطقه بندی بدین ترتیب است :



و نحوه کاربری تجهیزات الکتریکی در این مناطق به شرح زیر است :

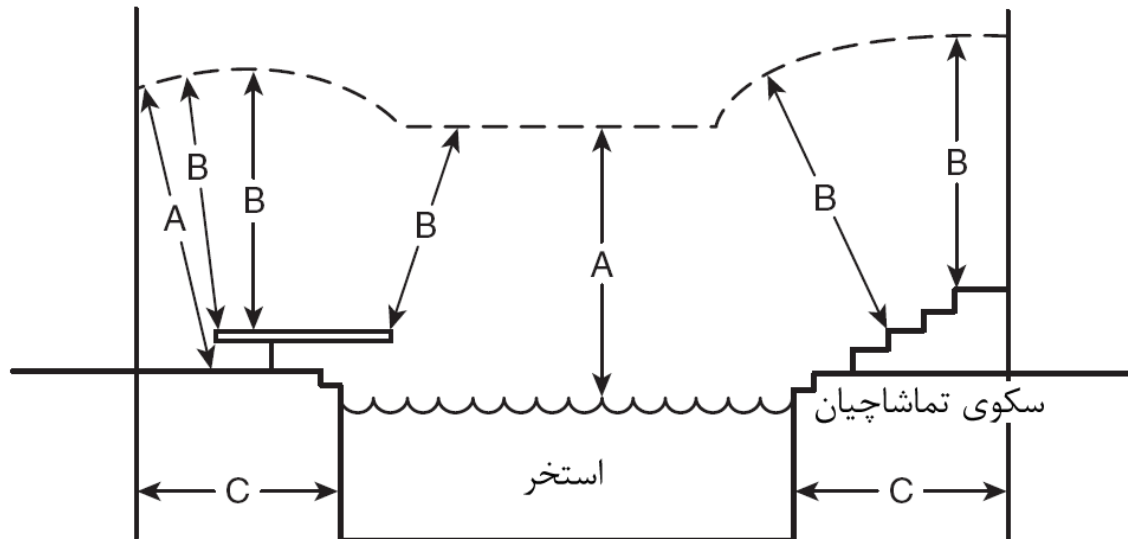
- A نصب چراغ و پنکه سقفی در ارتفاع بالای ۱۲ فوت (۴ متر) مجاز است.
- B در این فضا (زیر ۱۲ فوت یا ۴ متر) نصب چراغ و پنکه سقفی مجاز نیست.
- C چراغهایی که قبلا نصب شده اند به شرطی که کاملا به سازه ساختمان محکم شده باشند و دارای رله نشت جریان باشند، قابل قبول هستند.
- D نصب چراغ در صورتی که به رله نشت جریان متصل باشد، بلاشکال است.
- E نصب چراغ به شرطی که کاملا به سازه محکم شده باشد مجاز است.

با توجه به اهمیت استاندارد IEC توصیه میشود در این زمینه الزامات این استاندارد به جای NEC در نظر گرفته شود.



۳- حریم خطوط برق و مخابرات در بالای استخر

در این زمینه استاندارد IEC اشاره ای نموده است. استاندارد ۱۱۲۰۳ ملی ایران، ارتفاع ۶ متر را برای کلیه خطوط برق از سطح استخر حد قابل قبول میداند. مشخصات دقیق در این مورد را استاندارد NEC در بند ۸, ۶۸۰ آورده است :



همه انواع دیگر کابل		کابل‌های عایق‌دار که زمین شده اند	
۱۵ تا ۵۰ کیلوولت	۰ تا ۱۵ کیلوولت	۰ - ۷۵۰ ولت	
۸/۰ متر	۷/۵ متر	۶/۹ متر	A فاصله مجاز در تمامی جهت ها از سطح آب یا سطح کناره استخر
۵/۵ متر	۵/۲ متر	۴/۴ متر	B فاصله مجاز در تمامی جهت ها از سکوی تماشاچیان و سکوی پرش
این فاصله باید به لبه خارجی سازه هائی که در ۲ قسمت A و B نامبرده شد امتداد یابد ولی در هر حال از ۳ متر کمتر نباشد.		C حد افقی فاصله مجاز اندازه گیری شده از دیواره داخلی استخر	

مطابق همین استاندارد، خطوط مخابراتی اعم از تلفن، رادیو و تلویزیون در ارتفاعی کمتر از ۳ متر از سطح استخر نباید نصب شوند.



استاندارد BS در مورد کابل‌های مخابراتی، عدم وجود کابل در مناطق A و B را لازم میدانند. در صورتی که این امر ممکن نباشد، رعایت حریم ۱/۵ متری بیرون از منطقه A الزامی است.

۴- سیم کشی دفنی

مطابق بند ۶۸۰,۱۰ استاندارد NEC سیم‌کشی در زیر مخزن استخر یا حریم ۱/۵ متری از دیواره داخلی استخر ممنوع است. تنها استثنا، برقرسانی تجهیزات داخل استخر مثل چراغ روشنایی است. حداقل عمق دفن در مورد فوق به قرار زیر است:

نحوه نصب	حداقل عمق دفن (میلیمتر)
لوله فلزی صلب	۱۵۰
لوله فلزی نیمه سخت	۱۵۰
داکتهای غیر فلزی مناسب برای دفن مستقیم	۴۵۰

۵- همبندی

هدف همبندی داخل و اطراف استخر اطمینان از این نکته است که گرادیان ولتاژ در محوطه استخر وجود ندارد. با این روش با فرض عدم کارکرد تجهیزات حفاظتی، کلیه نقاط هم پتانسیل بوده و خطر برق گرفتگی وجود نخواهد داشت.

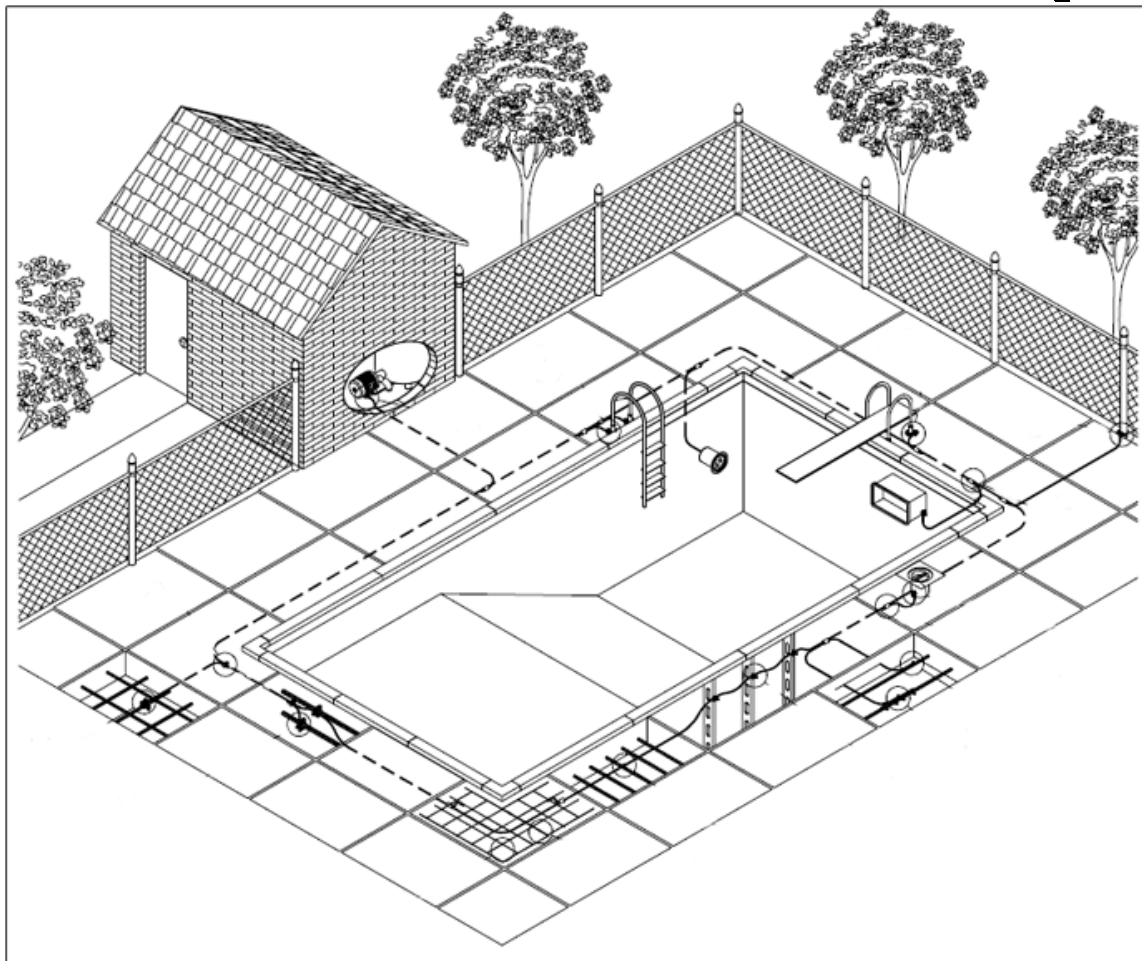
این همبندی موارد زیر را شامل میشود :

کلیه قسمت‌های فلزی سازه، بدنه چراغهای زیر آب، بدنه تجهیزات الکتریکی، تجهیزات فلزی، لوله های فلزی، زره کابل، سینی های کابل باید به یکدیگر متصل گردند.

سیم مسی مورد استفاده برای همبندی نباید از ۸ AWG (۱۰ میلیمترمربع) کمتر باشد. این سیم میباید تکرشته بوده ولی عایق‌دار بودن یا نبودن آن تاثیری ندارد. اتصالات از طریق جوش اگزوترمیک یا بستهای مخصوص باید صورت گیرد.

در تصویر صفحه بعد، همبندی یک استخر فضای آزاد دیده میشود. نقاطی که با دایره مشخص شده اند محل اتصالات هستند.

در مورد استخرهای داخل سالن نیز همین الزامات میباید رعایت گردند.



۶- روشنایی

شدت روشنایی مورد نیاز در استخر و محوطه پیرامونی آن بر حسب لوکس به شرح زیر است :

استاندارد ایران ۱۱۲۰۳	EN ۱-۱۲۴۶۴	IES	
۳۲۳	۳۰۰	۵۰۰	استخر
		۱۵۰	سکوی تماشاچیان
۳۲۳	۲۰۰	۱۵۰	رختکن

چراغهای داخل استخر باید از سیستم SELV (Separated Extra Low Voltage) تغذیه شوند.



لبه بالای چراغهای دیواره استخر حداقل ۴۵ سانتیمتر پائین تر از سطح معمول آب در استخر قرار گیرد. NEC ۶۸۰-۲۳

ترانسفورماتورهای که برای تغذیه چراغهای زیر آب استفاده میشوند باید ایزوله بوده و مدار ثانویه آن زمین نشده باشد. یک مانع (پرده) فلزی زمین شده بین سیم پیچهای اولیه و ثانویه باید وجود داشته باشد. NEC ۶۸۰-۲۳(A)(۲)

در صورت استفاده از لوله فلزی از انواع برنجی یا سایر فلزاتی که دچار زنگ زدگی نمیشوند باید استفاده نمود. NEC ۶۸۰-۲۳ (B)(۲)(a)

کلیه چراغها باید قابلیت باز شدن از محل و انتقال به محیطی خشک را جهت تعمیرات و تعویض لامپ را داشته باشند. NEC ۶۸۰-۲۳ B(۶)

از جعبه تقسیم نباید برای تغذیه چراغ در تاسیسات استخر استفاده نمود. در موقعیتهای خاص فاصله افقی جعبه تقسیم کمتر از ۱/۲ متر از دیوار داخلی استخر نباشد. کف جعبه تقسیم نیز نباید کمتر از ۱۰ سانتیمتر از سطح زمین (یا ۲۰ سانتیمتر از سطح بالای آب) فاصله داشته باشد. NEC ۶۸۰-۲۴- B-۲

در محاسبه سطح مقطع کابل ثانویه ترانسفورماتورهای ۱۲ ولت باید به شدت جریان بالای چراغها در این ولتاژ و افت ناشی از آن توجه نمود.

مطابق استاندارد ملی ایران ۱۱۲۰۳ چراغهای اضطراری (ایمنی) مناسبی باید در محل استخرهای روبازی که مجوز کار در شب را دارند و یا استخرهای سرپوشیده تعبیه شده باشد. در خصوص استخرهای کوچک و یا خصوصی که در آنها نور طبیعی وجود ندارد نیز باید حداقل یک چراغ اضطراری قابل حمل در اطراف استخر وجود داشته باشد، با این قابلیت که امکان خروج افراد را از استخر فراهم نماید. ۱۶-۲ بند ۱۱ و ۱۲

پنجره ها، شیشه ها و لامپهای تعبیه شده در محیط استخر باید به گونه ای طراحی و نصب شده باشند که از ایجاد روشنائی زننده یا خیره کننده و یا انعکاس بیش از اندازه نور در سطح آب استخر اجتناب شود. استاندارد ایران ۱۱۲۰۳ - ۱۶-۲ بند ۴

۷-موارد دیگر

وجود یک کلید قطع در محدوده استخر جهت قطع تجهیزات استخر مانند موتورها به هنگام تعمیرات و سرویس ضروری است. (روشنائی شامل این موضوع نمیشود). NEC ۶۸۰,۱۲

نصب یک پریز مجهز به رله نشت جریان در فاصله ۳ تا ۶ متری دیواره داخلی استخر در استخرهای واحدهای مسکونی ضروری است. NEC ۶۸۰,۲۲ (A)



از آقای مهندس پرتوی شال که بعضی از منابع برای تدوین این جزوه را در اختیار دفتر کنترل گذاشتند، تشکر میشود.