

سیستم روشنایی استخر

بخش عمده‌ای از روشنایی مورد نیاز استخرهای سرپوشیده در طول روز را می‌توان با استفاده از نور طبیعی تأمین کرد. در سال‌های اخیر با افزایش هزینه انرژی مصرفی، توجه بسیاری از طراحان به بهره‌گیری هر چه بیشتر از نور خورشید برای روشن کردن ساختمان در طول روز معطوف شده است. به این ترتیب می‌توان بخشی از هزینه‌های جاری استخرها را کاهش داد. در استخرهای سرپوشیده، تأثیر متقابل معماری استخر و وضعیت روشنایی داخل یک رابطه دو سویه است که با توجه به آن می‌توان بخش عمده‌ای از روشنایی مورد نیاز فضای داخل استخر در طول روز را با استفاده از نور طبیعی تأمین کرد. در این قسمت صرفاً قصد داریم ملاحظات مرتبط با تأسیسات روشنایی را مطرح کنیم. تأمین روشنایی استخر با استفاده از نور طبیعی بیش از هر چیز با معماری استخر در ارتباط است.

استخرهای سرپوشیده نیز مانند تمامی فضاهای بسته نیازمند تأسیسات روشنایی مناسب هستند. برای استفاده از استخرها در هنگام شب، به کارگیری تأسیسات روشنایی مناسب اجتناب‌ناپذیر است. روش به کارگیری تأسیسات روشنایی و تأمین شدت روشنایی کافی در محوطه استخرها هم به لحاظ حفظ ایمنی شناگران و هم به لحاظ بهبود شرایط آسایش افراد در فضای داخل و بهبود جلوه

ظاهری استخر ضروری است. البته در کاربردهایی مانند استخرهای قهرمانی در سطح بین‌المللی مساله بسیار مهم‌تر است. چراکه در این مورد شدت روشنایی بر مسایلی مانند کیفیت فیلمبرداری و داوری رقابت‌ها نیز تأثیر می‌گذارد.

به عنوان یک قاعده کلی، تمامی استخرهای سرپوشیده که نور طبیعی برای روشن کردن فضای داخل آنها کافی نیست یا سربازی که در هنگام شب مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید مجهز به تأسیسات روشنایی مناسبی باشند که استخر و فضای پیرامون آن شامل کاسه استخر، کف، جداره‌ها، نرده‌های محافظ، فضای پیرامون استخر، مسیرهای عبور و غیره را به خوبی و بدون ایجاد نور خیره‌کننده و آزاردهنده روشن کند.

۱- ارزیابی شدت روشنایی:

اصولاً شدت روشنایی در هر مکان بر مبنای معیارهای مختلفی تعیین می‌شود که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

- کاربری محل.

- سن افرادی که در آن محل حضور دارند.

- اهمیت سرعت و دقت در کارهای انجام شده توسط افراد حاضر در محل.

نکته ای که همواره باید در هنگام طراحی تأسیسات روشنایی مورد توجه قرار گیرد آن است که شدت نور منتشر شده در محیط نباید از مقدار موردنیاز بیشتر باشد، چراکه روشن کردن محیط بیش از مقداری که موردنیاز است جز اتلاف انرژی سود دیگری را در پی ندارد. در سالیان گذشته به دلیل عدم رعایت ملاحظات مربوطه و نبود محدودیت های انرژی، اهمیت چندانی به سیستم روشنایی ساختمان و شدت نور منتشر شده در داخل آن داده نمی شد.

در کاربردهای مختلف، شدت روشنایی موردنیاز بر مبنای ملاحظات مختلفی تعیین می شود. البته برای مکان های مختلف، حداقل مقادیر توصیه شده در استانداردها و کدهای مختلف ارائه می شود. دراستخرها نیز مقدار شدت روشنایی در استانداردهای FINA, NSPI, ASA, EN, CIE و غیره ارائه شده است که در ادامه مهم ترین معیارهای مرتبط با روشنایی در استخرها که برگرفته از استانداردهای مذکور هستند را مطرح می کنیم.

به طور کلی، برای تأمین شدت روشنایی موردنیاز در هر محل، متناسب با کاربرد، شدت روشنایی عمومی و اختصاصی در نظر گرفته می شود. برای مثال، چنانکه در ادامه خواهیم گفت، بر مبنای استاندارد EN12193، شدت روشنایی عمومی در استخرهای قهرمانی کلاس یک باید 500lux باشد. در واقع شدت روشنایی اختصاصی برای فیلمبرداری از مسابقات در محل سکوی شروع، خطوط ابتدا و انتها و زمین مسابقه (کاسه استخر) نباید از 1500lux کمتر باشد. شدت روشنایی 1500lux، در واقع شدت روشنایی اختصاصی برای زمانی است که گروه فیلمبرداری مشغول به کار هستند. ولی در مواقع معمول که صرفاً مسابقات بدون پوشش تلویزیونی برگزار می شود، همان شدت روشنایی 500lux نیز کفایت می کند. در نظر گرفتن شدت روشنایی اختصاصی به ویژه از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی اهمیت بسیار زیادی دارد. لازم به ذکر است که دراستخرهایی که به صورت تلویزیونی تحت پوشش قرار می گیرند، سطح آب باید به عنوان مرجع ارزیابی شدت روشنایی در نظر گرفته شود.

۲- روشنایی در استخرهای سرپوشیده عمومی

تقریباً بر مبنای تمامی کدها و آیین نامه های اجرایی، تمامی استخرهای عمومی و تفریحی که مجاز به فعالیت پس از غروب آفتاب هستند باید شرایط زیر را داشته باشند:

برای استخرهای سرباز یا سرپوشیده، استخر باید مجهز به چراغ های زیرآبی یا چراغ های مناسبی در فضای پیرامون یا هر دوی آنها باشد، به طوری که تمام قسمت های کاسه استخر و معابر پیرامون آن به وضوح برای تمامی افراد قابل رویت باشد.

شدت روشنایی موردنیاز در استخرهای با کاربری مختلف با یکدیگر متفاوت است. به طوریکه شدت روشنایی موردنیاز در سطح آب و حاشیه پیرامون کاسه استخر معمولاً بین 215-540lux است که برای تأمین شدت روشنایی یاد شده می توان از انواع چراغ های آویز و زیرآبی با رنگ های مختلف استفاده کرد. البته ایمنی همواره یک قاعده کلی است که در تمامی شرایط حرف اول را می زند. بنابراین به صرف آن که استخر تفریحی است نباید، طراحی تأسیسات روشنایی منجر به ایجاد نقاط تاریک یا کم نور در استخر شود.

شدت روشنایی در موتورخانه استخرها در کف موتورخانه باید 320lux باشد. در برخی دیگر از کدها نیز حداقل مقدار شدت روشنایی موتورخانه استخر بر روی سطوح تجهیزات، کنترل کننده ها و کلیدها 215lux اعلام شده است.

۳- روشنایی در استخرهای قهرمانی

تأمین روشنایی موردنیاز به ویژه در استخرهای قهرمانی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. چراکه در چنین رقابت هایی رعایت دقیق معیارها که یکی از آنها شدت روشنایی است اهمیت بسیار زیادی دارد. در رقابت های بین المللی فاصله رقبا همواره در حد دهم و صدم ثانیه است. بنابراین برای آنکه قضاوت صحیح رقابت ها امکان پذیر باشد، تأسیسات روشنایی باید با دقت بسیار زیادی طراحی شوند. مناسب نبودن وضعیت روشنایی در استخرهای قهرمانی گاهی ممکن است موجب کاهش تمرکز داوران و قضاوت اشتباه آنها نیز شود.

مساله دیگری که در استخرهای قهرمانی با پوشش تلویزیونی وجود دارد. تأمین شدت روشنایی مناسب برای فیلمبرداری از رقابت ها است. به طوریکه برای دستیابی به این هدف، شدت روشنایی سالن استخر باید برای تیم فیلمبرداری مناسب باشد.

برمبنای استاندارد فدراسیون جهانی شنا (FINA)، حداقل شدت روشنایی در فاصله 1m (3.28ft) بالاتر از روی سطح آب استخر برای رقابت های بین المللی باید 500lux باشد. البته در استخرهای با کاربری مختلف، مانند استخرهای عمومی که تنها گاهی برای برگزاری مسابقات مورد استفاده قرار می گیرند، تأمین شدت روشنایی 500lux در تمامی ساعات استفاده، صرفاً هدر دادن انرژی است. بنابراین طراحی تأسیسات روشنایی این استخرها نیز باید انعطاف پذیری کافی را داشته باشد تا

متناسب با کاربری مجموعه، شدت روشنایی موردنیاز نیز تأمین شود. براساس استاندارد FINA، حداقل شدت روشنایی برای استخرهای قهرمانی، شامل استخرهای مسابقات شنا و استخرهای برگزاری بازی های آبی مانند واترپولو که برای رقابتهای بین المللی مورد استفاده قرار می گیرند، شدت نور اختصاصی در محدوده سکوی شروع، مرز زمین مسابقه و نقطه پایان نباید از 600lux متر باشد.

برای استخرهای ویژه مسابقات المپیک نیز به دلیل اهمیت داوری، فیلمبرداری و غیره شدت روشنایی اختصاصی کاسه استخر در فاصله قائم 1m(3.28ft) از سطح آب نباید از 1500lux کمتر باشد.

برمبنای استاندارد EN1293 مقادیر توصیه شده شدت روشنایی برای استخرهای سرپوشیده بدون در نظر گرفتن الزامات پوشش تلویزیونی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) مقادیر شدت روشنایی برای استخرهای سرپوشیده

میزان خیره کنندگی نور	قابلیت تطبیق رنگ	یکنواختی روشنایی (نسبت حداقل روشنایی به روشنایی متوسط)	شدت روشنایی افقی (lux)	کلاس استخر
___	بیش از ۶۰	۰/۷	500	یک (I)
___	بیش از ۶۰	۰/۷	300	دو (II)
___	بیش از ۲۰	۰/۵	200	سه (III)

تذکر: تمامی مقادیر این جدول مقدار متوسط است.

طبق دسته بندی صورت گرفته در استاندارد اروپایی EN استخرهای کلاس یک، دو و سه به صورت زیر مشخص می شوند:

- استخرهای کلاس یک: استخرهای ویژه برگزاری رقابت های رده بزرگسالان در سطح ملی بین المللی که معمولاً پذیرای تعداد بسیاری از تماشاگران هستند.
- استخرهای کلاس دو: استخرهای ویژه برگزاری رقابت های جوانان در سطح منطقه ای محلی که معمولاً پذیرای تعداد متوسطی از تماشاگران هستند.

- استخرهای کلاس سه: استخرهای ویژه برگزاری مسابقات نوجوان واستخرهای تفریحی معمولا تعداد اندکی تماشاگر دارند.

از دیدگاهی دیگر تقسیم بندی انواع استخرها در این استاندارد مطابق جدول (۲) می باشد

جدول (۲) تقسیم بندی کلاس استخرهای مختلف

کلاس یک	استخرهای قهرمانی در سطح ملی و بین المللی
کلاس دو	استخرهای قهرمانی در سطح منطقه ای
کلاس دو و سه	استخرهای آموزشی
کلاس سه	استخرهای تفریحی

طراحی تأسیسات روشنایی استخرها (خارج از کاسه استخر)

در تمام استخرها، به ویژه استخرهای سرپوشیده انتخاب صحیح نوع و محل نصب تأسیسات روشنایی، علاوه بر افزایش جلوه ظاهری استخر، هزینه اجرا و نگهداری از آنها را نیز کاهش می دهد. بنابراین طراحی صحیح تأسیسات روشنایی استخرها از اهمیت بالایی برخوردار است.

انتخاب تأسیسات روشنایی

به محض مشخص شدن شدت نور مورد نیاز برای هر محل، نوبت به انتخاب نوع لامپ ها تأسیسات روشنایی مورد نیاز برای تأمین شدت نور تعیین شده خواهد رسید. در هنگام انتخاب لامپها و تأسیسات باید به نکات زیر توجه شود:

- بازده تجهیزات موردنظر.
- خروجی نور لامپها بر حسب لومن.
- میزان بازتاب نور از سطوح مختلفی که در معرض نور ساطع شده از تأسیسات روشنایی قرار دارند.
- کاهش قابلیت نوردهی لامپ به واسطه عواملی مانند مرور زمان، کثیف شدن سطح خارجی آن و غیره.
- ابعاد سالن استخر، ساختار و شکل کلی آن، میزان نورگیر بودن و قابلیت استفاده از نور طبیعی.

اصلی ترین عواملی که باید در هنگام انتخاب نوع لامپها مورد توجه قرار گیرد شامل مقدار نور خروجی لامپ، عمر مفید، مصرف انرژی، قابلیت تطبیق رنگ و دمای رنگ لامپ است. دستیابی به هدف موردنظر تنها در صورتی امکان پذیر است که تعادل مناسبی بین عوامل یاد شده برقرار باشد.

انتخاب مناسب سیستم های روشنایی و منابع تولید نور در هر محل به عوامل متعددی از جمله الزامات نصب تأسیسات روشنایی، هزینه های کارکرد سیستم، کیفیت رنگ موردنیاز، قابلیت کاهش و افزایش شدت نور محیط و سایر مشخصه های مربوطه بستگی خواهد داشت. در هنگام انتخاب منابع تولید نور سه عامل زیر باید در نظر گرفته شود:

۱. کارایی

۲. رنگ نور تولید شده

۳. قابلیت تطبیق رنگ

تمامی تأسیسات روشنایی مورد استفاده در استخرها از نظر ایمنی و ساختار باید با استاندارد EN60598 مطابقت داشته باشند. در استخرهای تفریحی انتخاب طراح بسیار گسترده است. به طوریکه می توان در این کاربردها از لامپهای رشته ای، لامپهای فلورسنت، لامپهای هالوژن و تمامی انواع لامپ های فشار بالا استفاده کرد. اما برای استخرهای قهرمانی با توجه به کاربری و نیازهای خاص آنها بهترین گزینه، لامپ های تخلیه فشار بالا یا لامپ های HID است.

۱- مزایا و معایب هر سیستم

۱-۱- لامپ HID:

لامپ های HID که شامل لامپ های بخار جیوه، متال هالاید و بخار سدیم پرفشار هستند، از نظر عملکرد مانند لامپهای فلورسنت به روش تخلیه الکتریکی نور تولید می کنند. این لامپها برای راه اندازی، به جای استارتر از الکترودهای کمکی استفاده می کنند که در برخی انواع آنها در داخل لامپ و در برخی دیگر به صورت راه اندازهای الکترونیکی خارجی مورد استفاده قرار می گیرند. برای محدود کردن جریان نیز اغلب همانند لامپ های فلورسنت نیاز به بالاست دارند.

لامپ های HID بیشترین بازده نوری و طول عمر را در بین انواع لامپ ها دارا می باشند. با جایگزینی آنها با لامپ های رشته ای می توان در حدود ۷۵٪ تا ۹۰٪ در مصرف انرژی صرفه جویی نمود. اکثر این لامپ ها بایستی از نظر وضعیت قرارگیری عمودی و افقی طبق توصیه ی سازنده نصب گردند تا تجمع و رسوب فلز در وضعیت های مختلف، باعث کاهش طول عمر و نوردهی آنها نگردد. در ادامه به بررسی انواع مختلف لامپ های HID می پردازیم.

۱-۲- لامپ بخار جیوه (گازی)، MV

لامپ های بخار جیوه که در ایران به لامپ های گازی نیز معروف هستند، قدیمی ترین نوع لامپ های HID می باشند که در ابتدا برای روشنایی خیابان ها از آنها استفاده می گردید. این لامپ ها دارای دمای تخلیه ی بالا بوده و به همین دلیل از

یک محفظه داخلی کوارتز به نام محفظه تخلیه، برای عمل تخلیه استفاده نموده و برای پوشش بیرونی نیز از حباب بیرونی معمولی استفاده می نمایند.

اصول کلی راه اندازی این لامپ ها به لامپ های فلورسنت شبیه است. این لامپ ها دارای دو الکتروود اصلی و یک الکتروود کمکی می باشند. الکتروود کمکی در مجاورت یکی از الکتروودهای اصلی قرار گرفته و با یک مقاومت به الکتروود مقابل متصل است. پس از بستن کلید، ولتاژ تغذیه، بین دو الکتروود اصلی و نیز الکتروود کمکی و الکتروود اصلی مجاور آن اعمال می گردد. میدان الکتریکی ایجاد شده باعث می گردد که گاز آرگون در محفظه تخلیه بین الکتروود کمکی و الکتروود اصلی مجاور آن یونیزه شده و در نتیجه باعث شروع یونیزه شدن گاز در سایر قسمت های محفظه تخلیه بین دو الکتروود اصلی گردد. گرمای ناشی از تخلیه گازی، فلز جیوه در لوله را بخار کرده و سپس تخلیه بوسیله بخار جیوه ادامه می یابد. برای رسیدن این فرآیند به حالت پایدار و در نتیجه نوردهی کامل حدود ده دقیقه زمان لازم است و برای روشن شدن دوباره، نیاز به خنک شدن برای پایین آمدن فشار و امکان انجام یونیزه شدن دارد. به دلیل وجود الکتروود کمکی، نیاز به استارتتر جداگانه نخواهد بود و تنها برای محدود کردن جریان راه اندازی به بالاست نیاز دارند.

نوعی از این لامپها به صورت بالاست سرخود می باشد و جریان به وسیله یک رشته تنگستن که در داخل لامپ تعبیه شده است محدود می شود. این لامپ ها نیاز به وسایل کمکی بیرونی نداشته و می توانند به عنوان جایگزین لامپ های رشته ای ساده بدون نیاز به وسایل جانبی دیگر مانند بالاست به کار روند. بازده نوری این لامپ ها تا حدودی بهتر از بازده نوری لامپ های رشته ای است ولی طول عمر آنها در حدود شش برابر لامپ های رشته ای است. جدول ۳ مشخصات نمونه ای لامپ های MV رانشان می دهد.

جدول ۳. مشخصات نمونه ای لامپ MV

پارامتر	محدوده
بازده نوری	۲۵ تا ۶۰ لومن بر وات
طول عمر	۱۶۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ ساعت
CRI	۵۰ (ضعیف تا خوب)
رنگ نور	۳۲۰۰ تا ۷۰۰۰ کلوین (گرم تا سرد)
مکان مناسب نصب	فضاهای بیرون

۱-۳- لامپ متال هالاید، MH

اصول کلی و طرز کار لامپ های متال هالاید مشابه لامپ های بخار جیوه است. آنها ابتدا در سال ۱۹۶۵ برای روشنایی بیرونی و صنعتی معرفی گردیدند ولی امروزه در تمام کاربردها مورد استفاده قرار می گیرند. این لامپ ها بهترین کیفیت رنگ را در بین انواع لامپ های HID ارایه می کنند ولی طول عمر آنها کمتر از انواع دیگر است.

در محفظه تخلیه علاوه بر جیوه، مواد افزودنی به شکل ترکیبات هالوژن فلزاتی مانند سدیم، تالیوم، ایندیوم و اسکاندیوم موجود است. آنها نیازی به پوشش فسفری برای مرئی کردن نور منتشر شده ندارند و خود قابلیت تولید نور مرئی را دارا می باشند. لامپ های متال هالاید نیز مانند لامپ های بخار جیوه دارای دو الکتروود اصلی و یک الکتروود کمکی برای راه اندازی می باشد. برخی انواع آنها به جای الکتروود کمکی برای راه اندازی داخلی، از راه اندازهای الکترونیکی خارجی و بالاست برای راه اندازی بهره می گیرند که با تولید پالس های ولتاژ قوی لامپ را راه اندازی می نمایند. این بالاست ولتاژ تغذیه را به حدود ۳۰ کیلو ولت رسانده و باعث روشن شدن آنها می شوند. جدول (۴) مشخصات لامپ های MH را نشان می دهد.

جدول (۴) مشخصات لامپ های MH

محدوده	پارامتر
۷۰ تا ۱۱۵ لومن بر وات	بازده نوری
۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ساعت	طول عمر
۷۰ (خوب)	CRI
۳۷۰۰ کلوین (سرد)	رنگ نور
فضاهای درون و بیرون	مکان مناسب نصب

۴-۱- لامپ بخار سدیم پرفشار، HPS

این لامپ ها از سال ۱۹۶۸ به عنوان منبع نور پر بازده برای کاربردهای روشنایی بیرونی صنعتی معرفی شدند. امروزه لامپ های HPS بیشترین استفاده را در روشنایی خیابان ها و پارک ها دارند هر چند در برخی موارد لامپ های MH مقبولیت بیشتری دارد.

اصول کلی و طرز کار لامپ های بخار سدیم پرفشار مشابه دیگر لامپ های HID است. امروزه این نوع لامپ تبدیل به محبوب ترین نوع لامپ برای روشنایی بیرونی گردیده است. محفظه تخلیه این لامپ ها، علاوه بر جیوه دارای سدیم و گاز کریپتون برای راه اندازی است و از اکسید آلومینیوم ساخته می شود که در برابر فعالیت شیمیایی بخار سدیم پرفشار و دمای بالا مقاوم است. این ماده به سادگی شکل پذیر نمی باشد و بنابراین الکترودها به میله های مولیبدنی که در هر یک از دو انتهای محفظه تخلیه از طریق ذوب شدن جوش خورده است، متصل می گردند.

برخی از انواع لامپ های بخار سدیم پر فشار، دارای یک راه انداز داخلی می باشند که امکان عبور جریان از بالاست را می دهد و پس از آن با باز کردن مدار ولتاژ پالسی بسیار زیاد را در دو سر محفظه تخلیه برقرار می کند. برخی دیگر نیز مانند لامپ های متال هالاید، نیاز به راه انداز الکترونیکی خارجی به همراه بالاست دارند.

عیب اصلی لامپ های HPS کیفیت رنگ نامناسب آنها است. این لامپ ها نوری تولید می نمایند که برای روشنایی داخلی مناسب نمی باشد. در جدول (۵) مشخصات نمونه ای لامپ های بخار سدیم پرفشار HPS ارائه گردیده است.

جدول (۵). مشخصات نمونه ای لامپ های بخار سدیم پرفشار HPS

پارامتر	محدوده
بازده نوری	۵۰ تا ۱۴۰ لومن بر وات
طول عمر	۱۶۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ ساعت
CRI	۲۵ (نامناسب)
رنگ نور	۲۱۰۰ کلوین (گرم)
مکان مناسب نصب	فضاهای بیرون

۲- بررسی فنی اقتصادی

۱-۲- میزان مصرف لامپ ها

برای سیستم روشنایی لامپ متال هالید یا بخار سدیم پیشنهاد می گردد از لامپ ها که از هندبوک شرکت اسرام تهیه شده است ارائه می گردد. در این بخش میزان مصرف هر یک از لامپ های بخار سدیم و متال هالید را که در بخش قبل در مورد مشخصات فنی آنها بحث شد مورد بررسی قرار می دهیم برای این منظور از هندبوک شرکت اسرام استفاده شده است.

۱-۱-۲- لامپ متال هالید

0.95A	70 W	لامپ متال هالید
1.8A	150 W	لامپ متال هالید
3A	250 W	لامپ متال هالید
3.8A	400 W	لامپ متال هالید
9.5A	1000 W	لامپ متال هالید
11.3A	2000 W	لامپ متال هالید

۲-۱-۲- لامپ بخار سدیم

0.98A	70 W	لامپ بخار سدیم
1.8A	150 W	لامپ بخار سدیم

3A	250 W	لامپ بخار سدیم
4.4A	400 W	لامپ بخار سدیم
6.2A	600 W	لامپ بخار سدیم
10.3A	1000 W	لامپ بخار سدیم

با توجه به مزایا و معایب و مشخصات فنی چراغهای موجود تنها گزینه های موجود برای روشنایی عمومی استخر همانطور که قبلا نیز به آن اشاره شده بود استفاده از لامپ های بخار سدیم و متال هالید می باشد.

از لحاظ مشخصات فنی همانطور که در جداول قبل نیز آورده شده است بازده نوری هر دوی چراغها تقریبا مشابه می باشد طول عمر لامپ بخار سدیم بالاتر بوده ولی CRI لامپ متال هالید بهتر از لامپ بخار سدیم می باشد یعنی از لحاظ فنی گزینه لامپ های متال هالید گزینه مناسب تری می باشد از نظر اقتصادی نیز پس از استعلام قیمت از شرکت مازی نور در مورد مدل های مشابه و توان های مشابه هر یک از این دو نوع لامپ تفاوت قیمت در حدود ۲۰ درصد بین این دو نوع لامپ موجود بود یعنی قیمت چراغهای با لامپ بخار سدیم در حدود ۲۰ درصد از چراغهای با لامپ متال هالید بالاتر می باشد و میزان مصرف لامپ متال هالید همانطور که اشاره شد ۱۰ درصد پائین تر می باشد.

۳- جانمای تأسیسات روشنایی استخر:

جانمایی و جهت گیری تأسیسات روشنایی دراستخرهای قهرمانی باید به گونه ای باشد که از تابش مستقیم نور به سمت داوران، جایگاه تماشاگران و شناگران جلوگیری شود. به منظور جلوگیری از سایه انداختن چراغ های مجاور بر روی یکدیگر، فاصله بین آنها باید بر مبنای محاسبات انجام گرفته شود. مشکلاتی مانند بازتاب خیره کننده نور در صورت استفاده از تأسیسات روشنایی نیز وجود خواهد داشت که بخش عمده ای از آن را می توان با استقرار تأسیسات روشنایی در محل های مناسب و جهت گیری صحیح آنها برطرف کرد. البته در استخرهای تلاطم سطح آب با زاویه ± 20 همواره وجود دارد که این مسأله موجب می شود سطح آب در کاسه استخر همانند یک سطح صیقلی عمل می کند که دایما در حال حرکت است. بنابراین کنترل بازتاب نور در سالن استخرها بسیار دشوار است. ضمن آن که طراح تأسیسات روشنایی در این مورد با مشکلات مضاعفی نیز روبرو خواهد بود. اولین مشکل، ایجاد سایه بر روی کاسه استخر و حتی داخل آن است. در استخرها استفاده از

چراغ های آویز بر روی سقف سالن بسیار متداول است. تعویض لامپ این چراغ ها نسبتا ساده است. ولی مشکلی که این شیوه به همراه دارد، ایجاد سایه تیره ای است که به واسطه زاویه تابش نور، بر روی پوسته استخر ایجاد می شود. در صورت عدم دقت در جانمایی صحیح چراغ ها، امکان ایجاد سایه شبکه کانال، تیرهای سقفی یا سایر اشیای در داخل سالن بسیار زیاد است.

استفاده از چراغ های آویز در قسمت فوقانی کاسه استخر به ویژه در استخرهای قهرمانی اهمیت زیادی دارد. رعایت این نکته به ویژه در استخرهایی که مجهز به چراغ های زیرآبی نیستند، اهمیت دو چندان دارد. به این ترتیب می توان شدت نور موردنیاز در زیر آب را به بهترین شکل با استفاده از چراغ های آویز تأمین کرد. جهت اطلاع باید گفت، شدت نور در فاصله 0.3m زیر سطح آب به پنجاه درصد شدت نور در سطح آب کاهش می یابد. در عمق 1.8-2m شدت روشنایی تقریبا به ده درصد شدت روشنایی در سطح آب کاهش می یابد. بنابراین جهت گیری تأسیسات روشنایی درست به سمت کاسه استخر موجب می شود نور آنها بیشترین نفوذ را در آب داشته و شدت روشنایی در عمق آب نیز تأمین شود. به این ترتیب احتمال ایجاد سایه بر روی استخر نیز به حداقل می رسد. به عنوان یک قاعده کلی، هر چه زاویه برخورد نور با سطح آب نسبت به راستای قائم بیشتر باشد، درصد بیشتری از نور منعکس می شود. به این ترتیب شدت روشنایی در داخل آب کاهش یافته و کف استخر تیره تر به نظر می رسد.

مشکل شکستن حباب لامپ ها و ریختن آن به داخل آب را نیز می توان با استفاده از حباب ها و لنزهای محافظ تا حد زیادی برطرف کرد. به این ترتیب علاوه بر افزایش جلوه ظاهری استخر، بین لامپ و سطح استخر یک مانع قرار می گیرد که به عنوان مانعی برای حفاظت از لامپ و استخر به کارگرفته می شود.

استفاده از چراغ های زیرآبی در بعضی از استانداردها و کدها به ویژه برای استخرهای قهرمانی الزامی است. این چراغ ها به ویژه در رقابت های شنا نقش موثری در تأمین روشنایی زیر آب و افزایش وضوح زیر آب دارند. اما مهم ترین کاربرد چراغ های زیرآبی روشن کردن زیر آب نیست. بلکه مهم ترین کاربرد آنها کاهش و حتی گاهی از بین بردن کامل مشکلاتی مانند بازتاب شدید نور است.

به طور کلی، هر چه تضاد شدت روشنایی بین دو محیط بیشتر باشد، بازتاب نور در آنها بیشتر و هرچه این تضاد کمتر باشد بازتاب نور بین آنها کمتر خواهد بود. برای درک بهتر این موضوع، یک ساختمان شیشه در هنگام شب را در نظر بگیرید. در صورتی که چراغ های داخل ساختمان خاموش باشد، نمای شیشه ای ساختمان مانند یک آینه عمل می کند و بخش عمده نور تابیده شده به سطح شیشه، بازتابیده می شود. در این حالت تضاد شدت روشنایی بین فضای روشن خارج و فضای تاریک

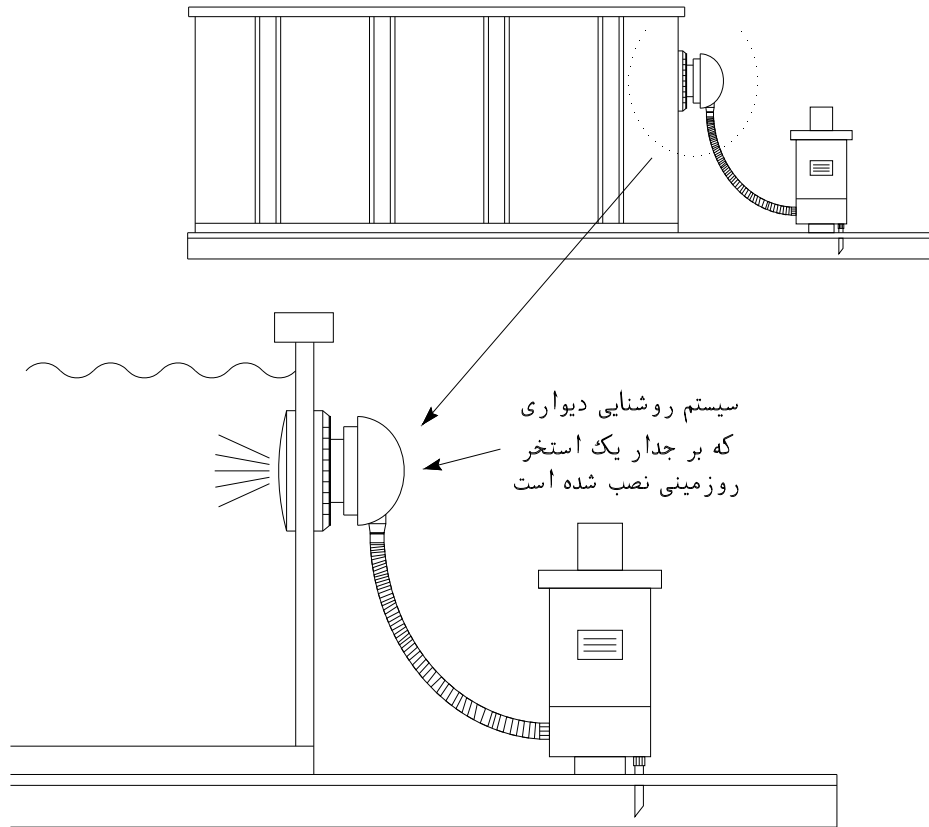
داخل بسیار زیاد است. اما اگر چراغ های داخل ساختمان روشن شوند، ماجرا به کلی متفاوت خواهد بود. در این حالت، نه تنها نور خارج ساختمان به آن شدت منعکس نمی شود، بلکه می توان به راحتی افرادی که داخل ساختمان هستند را مشاهده کرد. در مورد فضای داخل کاسه استخر و فضای سالن نیز دقیقا همینطور است. البته با این روش روشنایی تأسیسات روشنایی سالن استخر، و شدت روشنایی چراغ های زیرآبی بستگی دارد.

طراحی تأسیسات روشنایی استخرها (داخل کاسه استخر)

به طور کلی، تأسیسات روشنایی مورد استفاده در استخرها بر مبنای دو ولتاژ 220V یا 12V طراحی و ساخته می شوند. صرفنظر از ولتاژ، اکثر معیارهایی که باید برای نصب تأسیسات روشنایی استخرها رعایت شود برای تأسیسات الکتریکی 220V و 12V یکسان است. از آنجا که تأسیسات الکتریکی داخل کاسه استخر در تماس با آب خنک می شوند، تمامی تأسیسات روشنایی زیرآبی حداقل باید به اندازه 450mm پایین تر از سطح آب استخر نصب شوند، مگر در مواردی که بر مبنای طراحی و ساخت تأسیسات مربوطه بر مبنای عمق کمتری انجام گرفته باشد. (طبق استاندارد (7)(A) NEC680.23) بهترین فاصله برای نصب تأسیسات روشنایی داخل کاسه استخر، عمق 450mm از سطح متداول آب استخر است. در این عمق، حتی در صورتی که بخشی از آب استخر به واسطه تبخیر کاهش یابد، تأسیسات روشنایی هرگز در معرض هوا قرار نخواهند گرفت. این تأسیسات معمولاً گرمای بسیار زیادی تولید می کنند که این گرما توسط آب استخر گرفته می شود. ولی در صورتی که به هر دلیل سطح آب استخر به اندازه ای کاهش یابد که این تأسیسات در معرض هوا قرار گیرند، گرمای تولید شده توسط آنها گاهی به اندازه ای است که در صورت تماس افراد با آن موجب سوختگی پوست می شود. البته ساختار تأسیسات روشنایی استخرها به گونه ای است که گرم شدن بیش از حد آنها به خود تأسیسات آسیبی وارد نمی کند، ولی در هر صورت این گرما می تواند موجب سوختگی پوست شناگران شود.

به طور کلی، تأسیسات روشنایی مورد استفاده در کاسه استخر به چهار گروه تقسیم بندی می شوند:

۱. تأسیسات روشنایی با کاسه مرطوب
۲. تأسیسات روشنایی با کاسه خشک
۳. تأسیسات روشنایی بدون کاسه
۴. تأسیسات روشنایی دیواری. این نوع تأسیسات روشنایی به ندرت در استخرهای خانگی و استخرهای خصوصی کوچک مورد استفاده قرار می گیرند. (طبق استاندارد (E) NEC680.23) در شکل طرحواره ای از این تأسیسات و چگونگی قرارگیری آنها بر روی جداره استخر نشان داده شده است.



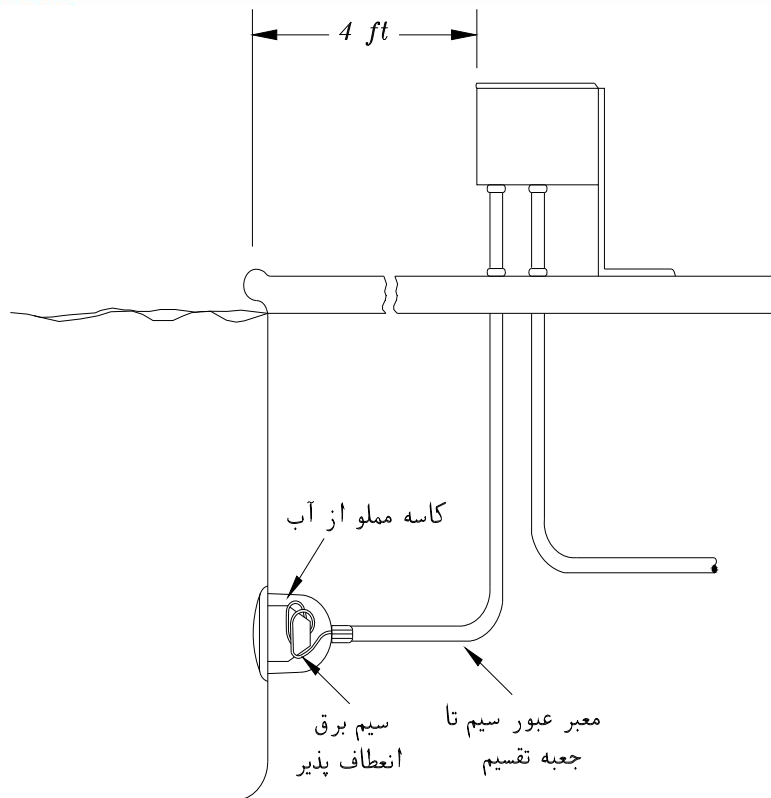
طرحواره ای از تأسیسات روشنایی دیواری

در ادامه قوانین و معیارهای طراحی تأسیسات روشنایی 220V را مطرح می کنیم. الزامات مربوط به تأسیسات روشنایی 12V نیز در ادامه تحت عنوان «تأسیسات روشنایی ولتاژ پایین» مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱- تأسیسات روشنایی با کاسه مرطوب

تأسیسات روشنایی با کاسه مرطوب پس از نصب در داخل استخر به طور کامل در زیر آب قرار می گیرند. این تأسیسات در محل یک گلولی مملو از آب در داخل کاسه استخر جای می گیرند و مجهز به سیمهای انعطاف پذیر برق هستند. در مواردی که چراغ های آنها نیاز به تعویض داشته باشند، قاب مربوط به گلولی باز شده و چراغ بر روی آب شناور می شود. پس از تعویض چراغ نیز، گلولی

مجدداً به جداره استخر محکم می شود. در شکل طرحواره ای از این چراغ ها و چگونگی قرارگیری آنها در جداره استخر نشان داده شده است.



طرحواره ای از تاسیسات روشنایی با کاسه مرطوب در استخر

۲-۱- روش سیم کشی تاسیسات روشنایی با کاسه مرطوب

سیم کشی بین کاسه مرطوب و جعبه تقسیم این دسته از تاسیسات روشنایی باید به همراه معابر فلزی مقاوم در برابر خوردگی (RNC)، معابر غیرفلزی صلب یا معابر غیرفلزی انعطاف پذیر ضدآب (LFNC: Liquid-tight Flexible Nonmetallic Conduit) انجام شود. به طور معمول، برای سیم کشی این دسته از تاسیسات روشنایی از کابل‌ها یا سیم‌های برق انعطاف‌پذیر و سیم‌های مسی عایقکاری شده با اتصال به زمین استفاده می‌شود.

در صورتی که برای سیم کشی این تجهیزات از معابر غیرفلزی استفاده شود باید از سیم مسی عایقکاری شده 8AWG استفاده شود. بنابراین اندازه معابر عبور سیم‌ها باید به اندازه ای باشد که امکان عبور سیم انعطاف‌پذیر و سیم مسی عایقکاری شده 8AWG (AMG: American Wire Gauge) از میان آن وجود داشته باشد.

قسمت انتهایی سیم اصلی تأمین برق و سیم زمین تجهیزاتی که در مدار سیم کشی آنها از سیم 8AWG استفاده شده است، به منظور محافظت در برابر خوردگی در محل کاسه تر باید با استفاده از ترکیب پرکننده مورد تأیید پوشیده شود.

سیم کشی بین جعبه تقسیم تأسیسات روشنایی استخر و منبع تغذیه باید با استفاده از معابر نوع RNC، IMC، RMC یا LFNC اجرا شود. (طبق استاندارد [680.23(B) NEC])

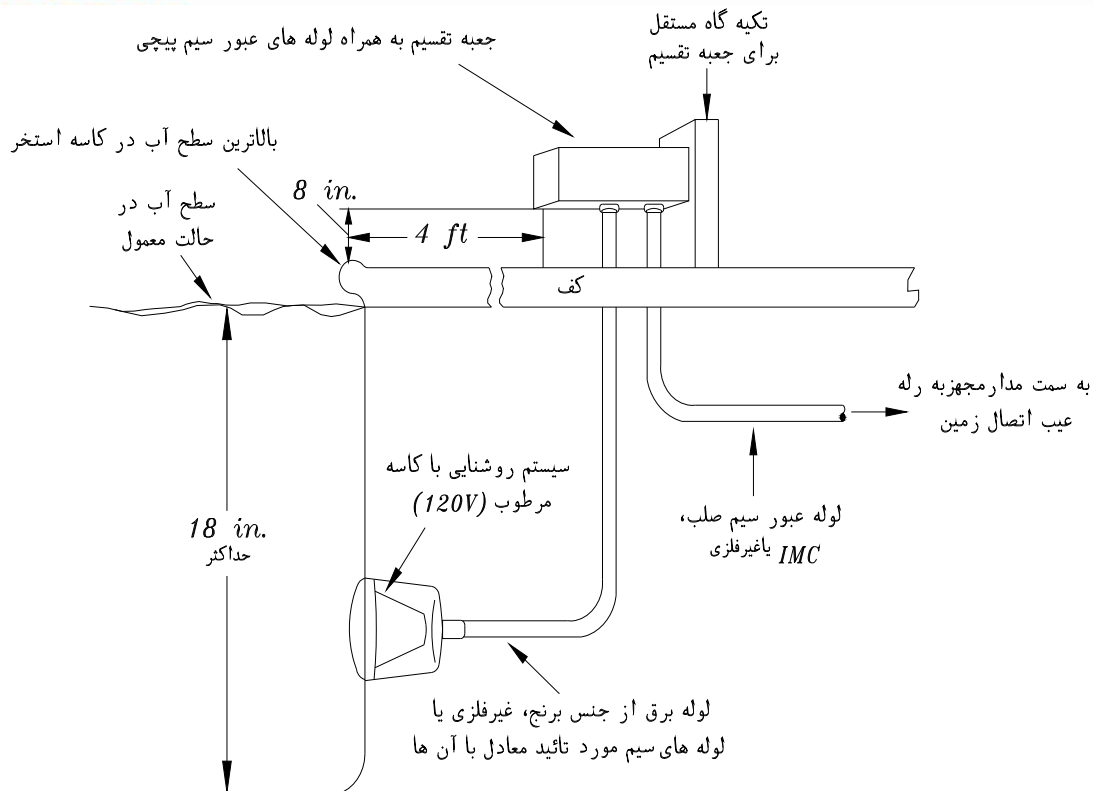
۱-۳- جعبه تقسیم

جعبه تقسیم هایی که در فضای استخر و برای تأمین برق تأسیسات روشنایی زیرآبی مورد استفاده قرار می گیرند علاوه بر دارا بودن ورودی لوله های عبور سیم ها یا سرهای پیچی باید مقاومت کافی در برابر خوردگی را نیز داشته باشند. این دسته از جعبه های تقسیم معمولاً از جنس برنج، پلیمر یا مس ساخته می شوند و در آنها ترمینال های زمین بیشتری در نظر گرفته می شود.

جعبه های تقسیم متصل به لوله های عبور سیم که پوسته یک سیستم روشنایی یا چراغ با کاسه مرطوب را تشکیل می دهند باید به اندازه 100mm بالاتر از سطح زمین یا به اندازه 200mm از بالاترین سطح آب کاسه استخر (هرکدام در ارتفاع بالاتری قرار گیرد) نصب شوند. دلیل در نظر گرفتن این معیار آن است که لوله های عبور سیم که سیم های برق تأسیسات روشنایی با کاسه مرطوب از میان آنها عبور می کنند، معمولاً در مقابل نفوذ آب، آب بند نمی شوند. بنابراین جعبه تقسیم به منظور جلوگیری از سرریز کردن آب باید آنها را در ارتفاعی بالاتر از سطح آب در کاسه استخر نصب نمود. علاوه بر آن، جعبه تقسیم تأسیسات روشنایی با کاسه مرطوب حداقل باید به اندازه 1.2 از جداره داخلی استخر فاصله داشته باشد. مگر در صورتی که توسط یک دیوار صلب، حصار یا سایر موانع دائمی از آن مجزا شده باشد. (طبق استاندارد (2) (A) 680.24 NEC) هدف از این کار، آن است که دست یا بدن فردی که در داخل استخر مشغول شنا کردن است، تحت هیچ شرایطی با جعبه تقسیم برق تماس پیدا نکند.

اغلب اوقات، جعبه های تقسیم تأسیسات روشنایی استخرها با استفاده از لوله های عبور سیم به عنوان تکیه گاه در ارتفاعی بالاتر از سطح تراز زمین نصب می شوند. البته طبق استاندارد، استفاده از یک لوله برق برای نگه داشتن جعبه تقسیم مجاز نیست، ولی به

کارگیری دو لوله برق قابل قبول است. البته گاهی اوقات برای افزایش ضریب اطمینان، علاوه بر دو لوله برق، یک تکیه گاه مجزا نیز برای ثابت نگه داشتن جعبه تقسیم در نظر گرفته می شود.



چگونگی نصب جعبه تقسیم در ارتفاعی بالاتر از سطح تراز زمین با رعایت حداقل فواصل مجاز از قرنیز حاشیه و سطح آب استخر

۲- تأسیسات روشنایی با کاسه خشک

تأسیسات روشنایی با کاسه خشک آن دسته از چراغ ها و تأسیسات روشنایی هستند که کاسه آنها پس از نصب در داخل استخر نیز خشک است. تعویض چراغ یا تعمیر و نگهداری تأسیسات روشنایی از قسمت بالا یا پشت و با استفاده از دریچه ای که برای عبور دست در نظر گرفته شده امکان پذیر است. در کدهای NFPA و NEC استفاده از یک جعبه تقسیم مجزا برای تأسیسات روشنایی با کاسه خشک ضرورتی ندارد. همچنین در صورت استفاده از جعبه تقسیم مجزا، قراردادن آن بالاتر از سطح تراز زمین ضرورتی ندارد، چرا که این دسته از تأسیسات روشنایی کاملاً خشک بوده و با آب در تماس نیستند. در شکل نمونه ای از یک چراغ با کاسه خشک و چگونگی قرار گیری آن بر روی آرماتورهای یک استخر بتنی نشان داده شده است.

۱-۲- روش سیم‌کشی تاسیسات روشنایی با کاسه خشک

سیم‌کشی تاسیسات با کاسه خشک باید با استفاده از لوله های عبور سیم RMC ، RNC ، IMC یا LFNC انجام شود. (طبق استاندارد NEC680.23(F)) برای زمین کردن این تجهیزات باید از یک سیم مسی عایقکاری شده 12AWG یا بزرگتر استفاده شود. به استثنای موارد خاصی که در استاندارد NEC 680.23(F) مشخص شده است، سیم زمین این دسته از تجهیزات حتما باید به صورت یکپارچه باشد و تقسیم کردن سیم زمین به چند قسمت به واسطه جعبه های تقسیم و غیره مجاز نیست. برای تجهیزات کنترل کننده، چراغ های زیرآبی چندتایی که برق مورد نیاز آنها از یک مدار تأمین می شود، یکپارچه نبودن سیم زمین مجاز است. (طبق استاندارد NEC680.23(F)) در صورت استفاده از سیم های عبور سیم غیرفلزی به همراه تاسیسات روشنایی با کاسه خشک، در نظر گرفتن یک سیم مسی عایقکاری شده 8AWG به عنوان سیم زمین ضرورتی ندارد.

۳- تاسیسات روشنایی بدون کاسه

ساختار تاسیسات روشنایی بدون کاسه به گونه ای است که به طور دائمی در میان قاب ساخته شده در جداره استخر نصب می شوند. چراغ این دسته از تاسیسات روشنایی را می توان از داخل کاسه استخر و زیرآب تعویض کرد.

۱-۳- روش سیم‌کشی

روش سیم‌کشی این دسته از تاسیسات روشنایی بین قاب و جعبه تقسیم دقیقاً مشابه با آن چیزی است که درباره تاسیسات روشنایی با کاسه مرطوب مطرح شد.

۴- روش های سیم‌کشی مدار انشعاب تاسیسات روشنایی 220V

سیم‌کشی مدار انشعاب در ورودی به جعبه تقسیم متصل به تاسیسات روشنایی با کاسه مرطوب یا بدون کاسه باید با استفاده از لوله های برق RNC، IMC، RMC ، یا LFNC انجام گیرد. استفاده از لوله های فلزی برق که اختصاراً به آنها EMT (Electrical Metallic Tubing) نیز گفته می شود در ساختمانها و سایر سازه ها مجاز است. در داخل ساختمان نیز

می توان از هر دوی لوله های فلزی برق یا لوله های غیر فلزی برق (ENT:Electrical Nonmetallic Tubing) استفاده کرد.

۴-۱- رله عیب اتصال زمین

تمامی مدارهای انشعاب 220V که برای تأمین برق مورد نیاز تاسیسات روشنایی استخرها مورد استفاده قرار می گیرند باید مجهز به رله عیب اتصال زمین باشند. (طبق استاندارد(3) NEC680.23(A))

۵- تاسیسات روشنایی ولتاژ پایین (12V)

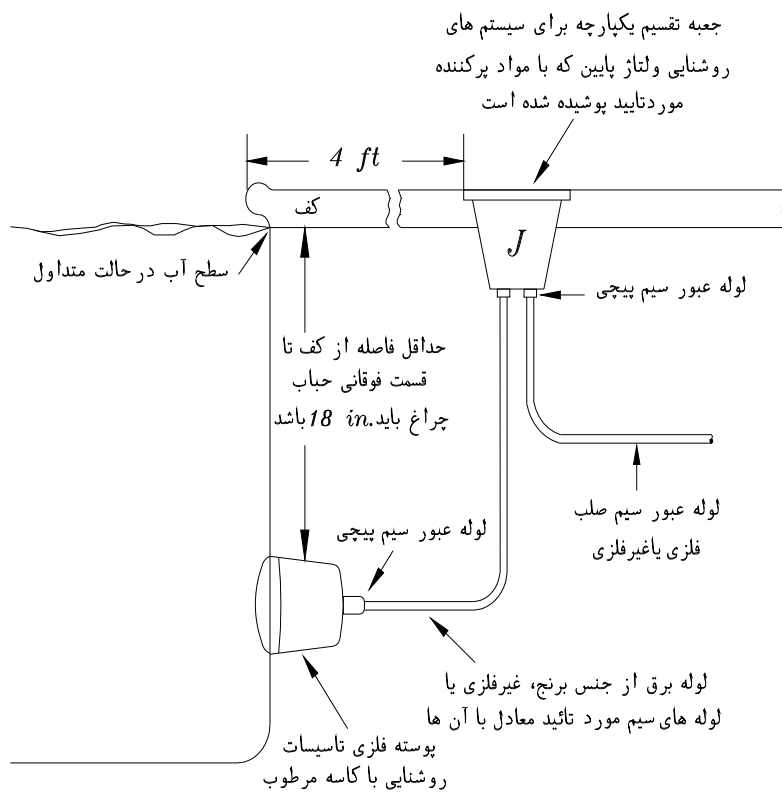
۵-۱- ترانسفورمرها

برای تأمین برق 12V مورد نیاز تاسیسات روشنایی ولتاژ پایین، باید از ترانسفورمرهای ایزوله به همراه مدار ثانویه زمین نشده و هسته متصل به زمین بین سیم پیچ اولیه و ثانویه استفاده می شود. (طبق استاندارد(2) NEC680.23(A)) به این ترتیب احتمال ایجاد اتصال کوتاه ناگهانی که موجب اعمال ولتاژ بالاتر به سیم پیچ ثانویه متصل به تاسیسات روشنایی زیر آب می شود به میزان زیادی کاهش می یابد. در ترانس های ایزوله هیچگونه ارتباط مستقیمی بین دو سیم پیچ اولیه و ثانویه وجود ندارد و ترانس در واقع نقش یک فیلتر را میان دومدار بازی می کند و به خوبی برخی نوسان های زیاد ولتاژ در سمت اولیه را اصلاح می کند. ترانس های ایزوله به نوعی سمت مصرف کننده را از تاثیرات نامطلوب ولتاژهای خارج از دامنه مصون می دارند. به همین دلیل در بعضی کاربردها، از این ترانس ها با نسبت یک به یک (۱:۱) استفاده می شود که در اینگونه موارد، استفاده از ترانس نه برای کاهش یا افزایش ولتاژ، بلکه صرفاً برای ایزوله نمودن سمت بار از سمت منبع تغذیه صورت می پذیرد.

تمامی ترانسفورمرهایی که برای استفاده در چنین کاربردهایی طراحی و ساخته شده اند معمولاً با عبارت هایی مانند "Swimming Pool and Spa Transformer" یا مانند آن مشخص می شوند. ترانسفورمرهایی که برای نصب در خارج ساختمان مناسب هستند نیز با عبارت "For Outdoor Use" یا مانند آن مشخص می شوند.

۵-۲- روش های سیم کشی مدار انشعاب تاسیسات روشنایی ولتاژ پایین

به طور کلی، روش سیم کشی مدار تاسیسات روشنایی ولتاژ پایین مشابه با آن چیزی است که برای ولتاژ خط انجام می شود. تنها استثنا در ضوابط و معیارهایی است که باید برای جعبه تقسیم آنها در نظر گرفته شود. به همراه سیستم های روشنایی که ولتاژ کارکرد آنها 12V است، به جای جعبه تقسیم های روکار می توان از جعبه تقسیم های توکار استفاده کرد. در استاندارد NEC680.24(A)(2)(C) تصریح شده است که فاصله جعبه های تقسیم یکپارچه از جداره داخلی استخر نباید از 1.2m کمتر باشد. ضمن آن که برای جلوگیری از انتقال رطوبت به تاسیسات الکتریکی به همراه آنها باید از ترکیبات پرکننده مورد تایید استفاده شود.



چگونگی نصب جعبه تقسیم یکپارچه به همراه تاسیسات روشنایی ولتاژ پایین

از بین چراغهای اشاره شده با توجه به اینکه در ولتاژ پایین خطر برق گرفتگی و اتصالی ها پایین تر می باشد استفاده از روشنایی ولتاژ پایین برای کاسه استخر پیشنهاد می گردد.

حداقل فواصل تأسیسات روشنایی و فن های سقفی از کاسه استخر و تجهیزات حفاظتی

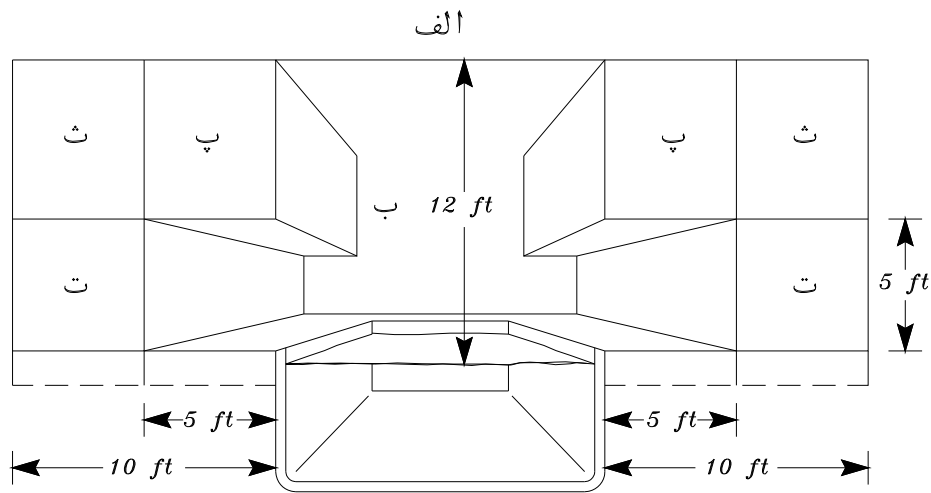
به طور کلی، تعیین حداقل فواصل تأسیسات روشنایی و فن های سقفی بر مبنای ملاحظات مختلفی انجام می گیرد که در ادامه مهم ترین معیارهای مرتبط با آن را مطرح می کنیم.

بر مبنای معیارهای استاندارد NEC 680 22(B) در استخرهای سرباز نصب تأسیسات روشنایی و فن های سقفی در فاصله عمودی 3.7m از بالاترین سطح آب استخر یا فاصله افقی 1.5m از جداره داخلی کاسه استخر نصب کرد. البته، در صورتی که مدار الکتریکی تأمین کننده برق این تأسیسات مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، تأسیسات روشنایی و فن های سقفی را می توان در فاصله ای کمتر و در ارتفاع 2.3m از بالاترین سطح آب کاسه استخر نصب کرد.

در مواردی که یک استخر جدید در مجاورت و یا داخل یک ساختمان قدیمی ساخته می شود، در صورتی که فاصله عمودی تأسیسات روشنایی و چراغ های مجموعه از بالاترین سطح آب کاسه استخر کمتر از 1.5m نباشد، تأسیسات یاد شده به خوبی به سازه ساختمان محکم شده باشند و مدار الکتریکی آنها مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، می توان فاصله افقی آنها تا جداره داخلی کاسه استخر را کمتر از 1.5m نیز در نظر گرفت. (طبق استاندارد NEC 680.22(B)(3)) برای کلیه استخرهای رپوشیده و سرباز حداقل فواصل توصیه شده در شکل زیر ارائه می شود.

لازم به ذکر است که نصب چراغهای آویز و تزئینی در فواصل کمتر از 2.3m از بالاترین سطح آب کاسه استخر نه در ساختمان های نوساز و نه در ساختمان های قدیمی تحت هیچ شرایطی مجاز نیست. (طبق استاندارد NEC680.23(A)(5))

استخرهای سرباز



الف) نصب تاسیسات روشنایی، سطح خارجی چراغ ها و فن های سقفی در فاصله حداقل 3.7m از بالاترین سطح آب کاسه استخر مجاز است.

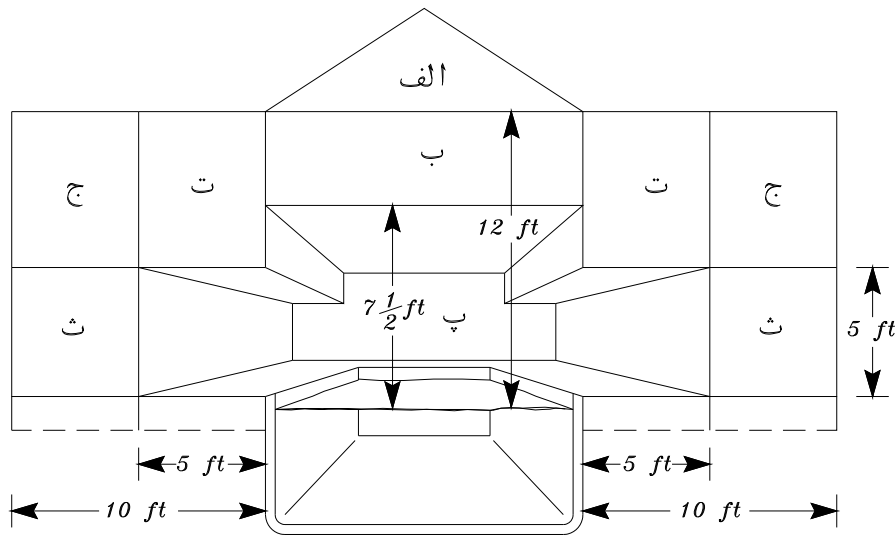
ب) نصب تاسیسات روشنایی، سطح خارجی چراغ ها و فن های سقفی در فواصل کمتر از 3.7m از بالاترین سطح آب کاسه استخر مجاز نیست.

پ) نصب تاسیسات روشنایی و چراغ ها در این قسمت از استخر در صورتی که به خوبی به سازه محکم شده و مدار الکتریکی آنها مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، مجاز است.

ت) در صورتی که مدار الکتریکی تاسیسات روشنایی و چراغ ها مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، نصب آنها رد این بخش از استخر مجاز است.

ث) اگر تاسیسات روشنایی و چراغ ها به خوبی به سازه محکم شده باشند، نصب آنها در این قسمت از استخر مجاز است.

استخرهای سرپوشیده



شکل حداقل فواصل خروجی تاسیسات روشنایی و فن های سقفی در استخرهای سرباز و سرپوشیده

الف) نصب تاسیسات روشنایی، سطح خارجی چراغ ها و فن های سقفی در فاصله حداقل 3.7mfh از بالاترین سطح آب کاسه استخر مجاز است.

ب) نصب تاسیسات روشنایی و چراغ ها در این قسمت از استخر در صورتی که به خوبی به سازه محکم شده و مدار الکتریکی آنها مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد مجاز است.

پ) در صورتی که مدار الکتریکی تاسیسات روشنایی کاملا بسته و فن های سقفی مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، می توان آنها را در فاصله حداقل 2.3m از بالاترین سطح آب کاسه استخر نصب کرد.

ت) نصب تاسیسات روشنایی و فن های سقفی در فواصل کمتر از 1.5m از بالاترین سطح آب کاسه استخر مجاز نیست.

ث) در صورتی که مدار الکتریک تاسیسات روشنایی و چراغ ها مجهز به رله عیب اتصال زمین باشد، نصب آنها در این بخش از استخر مجاز است.

ج) در صورتی که تاسیسات روشنایی و چراغ ها به خوبی به سازه محکم شده باشند، نصب آنها در این قسمت از استخر مجاز است.

در مورد حفاظت سیستم های روشنایی در بخش اداری صحبت شد تنها تفاوت در این بخش استفاده از رله های عیب اتصال زمین (Earth fault relay) در فیدرهای روشنایی می باشد.

استفاده از رله عیب اتصال زمین در مورد تاسیسات روشنایی ولتاژ بالا در زیر آب و همچنین تاسیسات روشنایی که در فاصله افقی حداکثر 1.5 متر و فاصله عمومی بین ۲.۳ متر تا ۳.۷ متر بالاتر از استخر سرپوشیده قرار دارند الزامی است.

این رله در صورت اتصالی و زمین شدن فاز در هر یک از این تجهیزات سریعاً عمل نموده و مدار تغذیه کننده آنها را قطع می کند.