



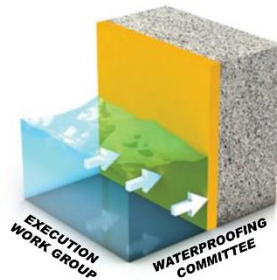
انجمن ژئوسنتیک
ایران

انجمن ژئوسنتیک ایران

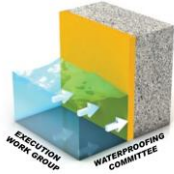
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت اجرای ژئوممبرین HDPE در مخازن روباز

تدوین:

کمیته فنی آب بندی – کارگروه اجرا



شهریورماه ۱۴۰۰



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

شماره مدرک: IRGS-WC-EWG-TM-001-00-140008

معرفی کمیته فنی آب بندی:

این کمیته متشکل از عرضه کنندگان و مجریان انواع محصولات ژئوسنتتیک با کاربردهای آب بندی و زهکشی مانند انواع ژئوممبرین (Geomembrane)، انواع واتراستاپ (Waterstop)، انواع عایق رسی- ژئوسنتتیکی (GCL) و انواع ژئونت و ژئودرین (Geonet & Geodrain) و با همکاری اساتید محترم دانشگاه و آزمایشگاه های کنترل کیفیت تشکیل شده و هدف آن ارتقاء کیفیت محصولات ژئوسنتتیک یاد شده و همچنین اجرای صحیح آنها از طریق تدوین استانداردهای ملی محصولات، تدوین آئین نامه های اجرایی، ارتقاء سطح علمی و فنی اعضای انجمن، فعالان و دانشجویان این حوزه از طریق آموزش و برگزاری سمینار، وبینار و ارائه مقالات و کنفرانس های بین المللی می باشد.

اعضای کارگروه اجرا – کمیته فنی آب بندی (به ترتیب حروف الفبا):

اشعری آستانی، ریاض – شرکت بسیار محیط سازه

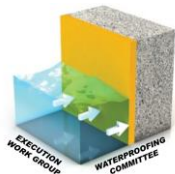
پورااکبریان، حامد – شرکت صنایع ورق ایران

شایگان، پوریا – شرکت مانا صنعت بنیان

فنائی، آرش – شرکت انرژی عناصر آینده

فیاضی، سید احمد – شرکت صنایع ورق ایران

نوری، پرهام – مؤسسه اندیشه برتر میران



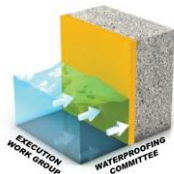
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

فهرست مطالب

۴	مقدمه
۵	ضرورت اجرای صحیح ژئوممبرین
۵	ملاحظات طراحی
۶	حمل و نقل، تخلیه و نگهداری ژئوممبرین HDPE در محل اجرا
۸	آماده سازی بستر اجرا
۱۰	بازرسی ژئوممبرین پیش از اجرا
۱۰	ترانسه های مهيار
۱۱	نكات متفرقه
۱۳	مراحل و روش انجام عملیات جوش
۱۷	اتصال لوله های ورودی و خروجی و دیگر سازه ها
۲۰	کنترل کیفیت فرآیند اجرا در محل
۲۶	گزارش روزانه اجرا
۳۰	مراجع



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

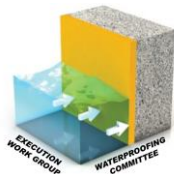
مقدمه

امروزه حفاظت از منابع ارزشمند آب های زیر زمینی و قوانین سخت گیرانه زیست محیطی در خصوص عدم نشت مواد آلاینده به خاک و همچنین لزوم ذخیره سازی و استفاده بهینه از منابع آب باعث شده است تا استفاده از ژئوممبرین HDPE در بسیاری از پروژه های مرتبط با آب و خاک گسترش یابد.

از کاربردهای عمده ژئوممبرین HDPE می توان به اجرای عایق مخازن خاکی و بتنی ذخیره سازی آب کشاورزی و پرورش آبزیان، پوشش کانال های انتقال آب، مخازن ثانویه و عایق فونداسیون مخازن صنایع نفتی، مخازن و لاگون های تصفیه صنعت آب و فاضلاب، آب بندی سدها، حوضچه های تبخیر، لندفیل ها (مخازن دفن بهداشتی زباله)، حوضچه های گل حفاری و هیپ لیچینگ صنایع معدنی اشاره نمود.

خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب این نوع ژئوممبرین در کنار مقاومت شیمیایی بالای آن در کنار سهولت و سرعت اجرا دلیل گسترش کاربرد آن در موارد ذکر شده می باشد.

ارزیابی کیفی ژئوممبرین های HDPE تولید شده بر اساس استاندارد مرجع GRI-GM13 و سایر استانداردهای بین المللی انجام می شود. همچنین استاندارد ملی با شماره INSO 15582 1st 2018 برای این محصول با کاربردهای زیست محیطی تدوین شده است. (برای مشاهده مشخصات فنی ژئوممبرین HDPE به استاندارد های ذکر شده مراجعه بفرمایید).



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

ضرورت اجرای صحیح ژئوممبرین

عدم اجرای صحیح لایه ژئوممبرین، علیرغم کیفیت بالای محصول و مطابقت آن با استانداردهای تولید، می تواند سبب کاهش مدت زمان بهره برداری و همچنین بروز مشکلاتی از قبیل ایجاد نشستی در مخزن، هدر رفت آب و یا خطرات زیست محیطی گردد؛ از اینرو اجرای صحیح عایق فوق امری ضروری در جهت رسیدن به اهداف کوتاه مدت و بلندمدت پروژه ها خواهد بود.

به طور خلاصه، جهت اجرای صحیح لایه ژئوممبرین لازم است موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

- در نظر گرفتن ملاحظات طراحی.

- حمل و نقل، تخلیه، انبارش و نگهداری ژئوممبرین در محل اجرا.

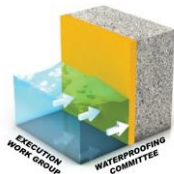
- آماده سازی بستر اجرا.

- انجام عملیات برشکاری و گسترده لایه ها.

- انجام عملیات جوشکاری.

- کنترل کیفیت اجرا.

هدف از آماده سازی این دستورالعمل، ارائه روش اجرای صحیح لایه ژئوممبرین HDPE در محل اجرا و کنترل کیفیت عملیات اجرایی بر مبنای آئین نامه ها و دستورالعمل های بین المللی می باشد تا بتواند مورد استفاده کارفرمایان، طراحان، مهندسين مشاور و همچنین مجریان مصالح ژئوسنتتیک قرار گیرد.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

ملاحظات طراحی

ژئوممبرین ها می بایست تنش های محیطی (مانند تنش های ناشی از شرایط آب و هوایی) و تنش ها و جابجایی های احتمالی ناشی از فشار سیال (که معمولا بر روی تاج مخزن ایجاد می شود) را در زمان بهره برداری تحمل کنند. از اینرو با توجه به موارد ذکر شده، مهمترین ملاحظات طراحی در اجرای لایه ژئوممبرین به شرح ذیل خواهد بود:

- ژئولوژی بستر.
- مشخصات فنی مصالح ژئوسنتتیکی مورد استفاده.
- شرایط آب و هوایی محل اجرا و بهره برداری.
- بررسی تنش های موضعی و کلی وارده به منظور جلوگیری از شکست نرم و ترد.
- دوره بهره برداری مفید سازه / مخزن.

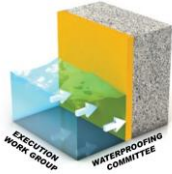
حمل و نقل، تخلیه و نگهداری ژئوممبرین HDPE در محل اجرا

جهت جلوگیری از آسیب به رول های ژئوممبرین، حمل و نقل، تخلیه، انبارش و نگهداری صحیح ژئوممبرین ها در محل اجرا از اهمیت بالایی برخوردار می باشند.

بارگیری و تخلیه رول های ژئوممبرین به یکی از روش های ذیل انجام خواهد شد.

- تخلیه و بارگیری به وسیله شفت میانی (لوله فولادی).

در این روش با قراردادن یک لوله/ میله فولادی در داخل ژئوممبرین و اتصال آن به یکی از تیغه های لیفتراک، رول ها در کارخانه بارگیری و در محل اجرا تخلیه خواهند شد. این روش سرعت بالایی داشته و در صورت حمل تعداد زیاد رول ها، پیشنهاد می گردد.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

- تخلیه و بارگیری به وسیله تسمه و یا کمربند.

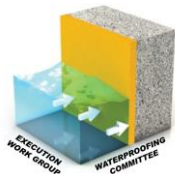
در این روش با استفاده از دو عدد تسمه و یا کمربند (اغلب از جنس کف یا برزنت) که بر روی هر یک از رول ها قرار داده می شود، رول های ژئوممبرین با استفاده از جرثقیل یا لیفتراک بارگیری و یا تخلیه می شوند. جهت جلوگیری از تا شدن رول، در رول های با عرض بالا، استفاده از شفت میانی (لوله فولادی) الزامی خواهد بود.

لازم به ذکر است که رول های عریض تر می بایست با دقت بیشتری جابجا شوند تا از آسیب های احتمالی حین بارگیری و تخلیه در امان باشند؛ همچنین انتخاب روش تخلیه و بارگیری رول ها، به ابعاد رول ها وابسته خواهد بود.



تصویر ۱: تسمه برزنتی جهت بارگیری و تخلیه رول های ژئوممبرین

رول های ژئوممبرین می بایست پس از حمل به پروژه و تخلیه، در محل مناسب انبار و نگهداری شوند. سطحی که رول ها بر روی آن نگهداری می شود می بایست هموار، عاری از سنگ، اشیاء تیزگوشه و یا هرگونه زوائد و



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

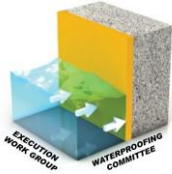
انجمن ژئوسنتتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

عوارض باشد. در صورت عدم وجود سطح مناسب در محل اجرا، می بایست از یک لایه ماسه و یا بتن مگر به ضخامت ۱۰ سانتیمتر و یا ژئوتکستایل با وزن واحد سطح مناسب (حداقل ۵۰۰ گرم) استفاده شود. با توجه به چیدمان رول ها بر روی یکدیگر به صورت هرمی (جهت اشغال فضای کمتر) در محل انبارش و نگهداری، می بایست ردیف اول چیدمان جهت جلوگیری از لغزش و حرکت رول ها، با استفاده از وسیله مناسب (مانند چوب چهارتراش یا گوه چوبی/ پلاستیکی) از طرفین مهار گردد.



تصویر ۲: آسیب دیدگی ژئوممبرین به دلیل بی دقتی در بارگیری و یا تخلیه

در صورتیکه مدت زمان نگهداری ژئوممبرین در کارگاه بیشتر از ۲ ماه باشد؛ می بایست با پوشش مناسب (مانند برزنت و یا هر نوع پوشش غیر شفاف و مقاوم در برابر اشعه فرابنفش) پوشانده شده و یا زیر سقف نگهداری شوند.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

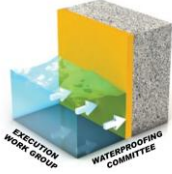
انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

آماده سازی بستر اجرا

- بستر اجرا ژئوممبرین می بایست هموار، عاری از سنگ و هرگونه اشیاء تیزگوشه، زوائد و عوارض و همچنین دارای تراکم مناسب (حداقل ۹۲٪) باشد. هر گونه شن و یا سنگ با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر می بایست از بستر اجرا جمع آوری گردد.
- بستر اجرا می بایست عاری از هرگونه پوشش گیاهی باشد؛ استفاده از علف گش (و یا اجرای شفته آهک) به منظور جلوگیری از رشد مجدد علف های هرز قبل از اجرای عایق پیشنهاد می شود.
- در صورتیکه به واسطه تردد ماشین آلات بستر دچار آسیب دیدگی و یا شیار شده باشد، می بایست حتما پیش از شروع عملیات اجرا ترمیم، تسطیح و رگلاژ شده و به تأیید ناظر و یا نماینده کارفرما برسد.
- در صورت وجود جریان های زیرزمینی (مانند زه آب کشاورزی) و جهت جلوگیری از نشست بستر مخزن (و یا استخر) پس از آبگیری، می بایست تمهیدات لازم جهت زهکشی زیر بستر اجرا انجام شود.



تصویر ۳: نمونه بستر آماده شده و مناسب برای اجرای لایه ژئوممبرین



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

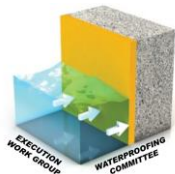
- در صورت وجود رطوبت مشهود و یا تجمع مایعات در بستر اجرای لایه ژئوممبرین، پیش از اجرا حتما بستر خشک شده و در صورت نیاز مجددا عملیات تراکم انجام شود.
- جهت جلوگیری از ریزش خاک به واسطه هوازدگی، حداکثر شیب مجاز در مخازن خاکی ۳:۱ (یک افقی به سه عمودی) خواهد بود.
- جهت جلوگیری از آسیب دیدن لایه ژئوممبرین به واسطه اجرا بر روی بستر خاکی، استفاده از یک لایه ژئوتکستایل محافظ بر روی بستر اجرا لایه ژئوممبرین ضروری می باشد.

بازرسی ژئوممبرین پیش از اجرا

قبل از شروع عملیات اجرا می بایست پوشش های ژئوممبرین مورد بازرسی قرار گرفته تا در صورت مشاهده هر گونه آسیب دیدگی (به واسطه عملیات بارگیری، حمل و تخلیه) و یا تا شدگی، موضع فوق (معیوب) مشخص شده و در صورت امکان ترمیم و یا (در صورت آسیب دیدگی جدی و غیر قابل ترمیم) تعویض گردد.

جهت جلوگیری از آسیب دیدگی پوشش ها هنگام گسترده شدن و جانمایی، اقدامات ذیل الزامی خواهد بود:

- اطمینان از عدم وجود گیاه، سنگدانه ها، نخاله های ساختمانی و یا دیگر مصالح در زیر پوشش ژئوممبرین که می تواند سبب آسیب دیدگی آن شود.
- عدم کشیدن پوشش ژئوممبرین بر روی بستر بدون لایه محافظ.
- استفاده از تجهیزات مخصوص جهت جابجایی و همچنین باز کردن رول ها به خصوص برای پوشش ها با عرض بالا.
- جانمایی و چیدمان بهینه پوشش ها.



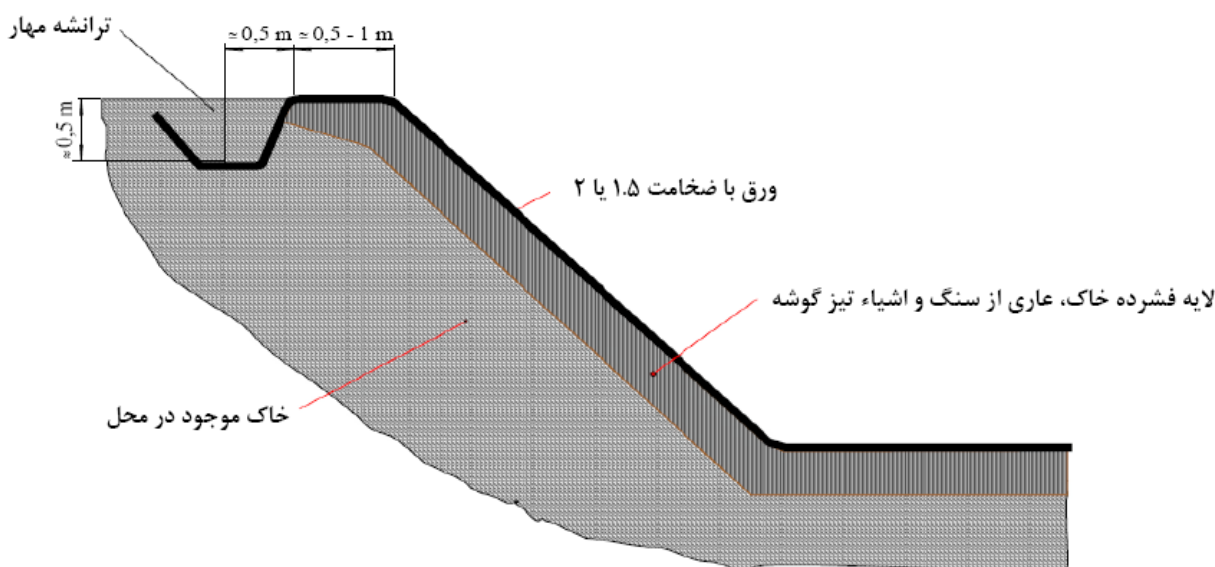
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوستتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

ترانشه های مهار

برای تثبیت پوشش ژئوممبرین در محل اجرا، کناره های بیرونی حوضچه (و یا مخزن) کانال هایی حفر می شود که اصطلاحاً به آنها ترانشه های مهار (Anchor Trench) می گویند. همان طور که در شکل ذیل مشخص است، کناره های پوشش، درون ترانشه های پیرامونی قرار گرفته و به این ترتیب، پوشش در محل اجرا تثبیت می شود.

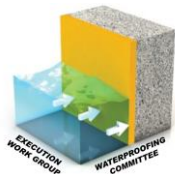


تصویر ۴: نحوه مهار شدن پوشش ژئوممبرین در ترانشه مهار

در جدول ذیل ابعاد حدودی ترانشه های مهار و همچنین فاصله آنها از لبه حوضچه (و یا مخزن) مشخص شده است. باید توجه داشت که ارقام فوق حدودی بوده و ابعاد ترانشه ها و فاصله آنها از کناره با توجه به طراحی پروژه مشخص می شود.

طول شیب (متر)	عرض ترانشه (متر)	عرض تاج (متر)
کمتر از ۱۰	بزرگتر از ۰/۵	بزرگتر از ۰/۵
مابین ۱۰ تا ۴۰	بزرگتر از ۰/۸	بزرگتر از ۰/۶
بزرگتر از ۴۰	بزرگتر از یک	بزرگتر از ۰/۸

جدول ۱: ابعاد ترانشه های مهار با توجه به طول شیب (به صورت حدودی)



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

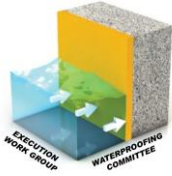
نکات متفرقه

در صورتی که دمای پوشش ها پایین تر از 0°C (32°F) باشد، گستردن پوشش ها و انجام عملیات اجرا مجاز نخواهد بود (مگر این که ملزومات اجرای کار مطابق مواردی که در ادامه به آن اشاره شده است فراهم گردد). پیشنهاد می گردد حداقل دمای مجاز برای انجام کار در محل اجرا، با توجه به توصیه تولید کننده، توسط کارفرما تعیین گردد.

هیچ گونه تردد و رفت و آمدی (به جز تجهیزات و اکیپ اجرا) نباید بر روی سطوح پوشیده شده یا در حال پوشش صورت گیرد.

کیسه های پر شده از شن یا چیزی شبیه به آن (خاک محل) باید به طور موقت (ترجیحاً نزدیک قسمت های همپوشانی) ورق های گسترده و اجرا شده قرار گیرد تا در صورت وزش باد یا هر نوع حادثه پیش بینی نشده، ورق ها جابه جا نشوند. البته این کیسه ها باید بقدر کافی مستحکم باشند تا مواد داخل آنها روی سطح ریخته نشوند.

باید توجه داشت در نواحی همپوشانی و محل های جوش، چین و چروک بوجود نیاید. همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد، اگر رطوبت مانع آماده سازی بستر مناسب گردد می بایست عملیات اجرا متوقف شود.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی



تصویر ۵: مهار پوشش ها با استفاده از کیسه شن

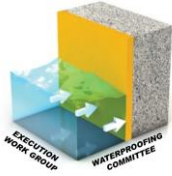
پیش از شروع عملیات اجرا، نقشه جانمایی پوشش ها و همچنین اجرای جزئیات می بایست آماده شده و به تأیید کارفرما برسد.

کلیه خطوط جوشی که بر روی دیواره ها و شیب ها بوجود می آیند باید به صورت موازی و در جهت شیب باشند. جانمایی پوشش ها باید به صورتی باشد که به هیچ کدام از خطوط جوش نیروی عمودی وزن وارد نشود.

در گوشه ها و اشکال هندسی، طول عملیات جوش باید به حداقل برسد.

مراحل و روش انجام عملیات جوش

اجرای پوشش ژئوممبرین در هوای سرد می بایست مطابق با مراحل مشخص شده در استاندارد GRI-GM9 صورت گیرد که به طور خلاصه شامل موارد ذیل خواهد بود:



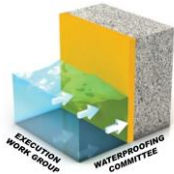
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی



تصویر ۶: گسترده پوشش ها

- اجرا در دمای زیر صفر درجه (32°F) هنگامی مجاز است که مجری بتواند کارفرما را مجاب کند که انجام عملیات اجرا در این شرایط مطابق با مشخصات پروژه خواهد بود.
 - مجری جزئیات روش کار را که در ذیل به آن اشاره شده است به تأیید کارفرما یا نماینده او برساند.
 - پیش گرمایش پوشش های ژئوممبرین با استفاده از دستگاه دمنده هوای داغ (Hot Air Blower) انجام شود.
 - پیش بینی یک چادر یا هر نوع پوشش برای جلوگیری از هدر رفتن گرما در طول عملیات اجرا.
 - پوشش های ژئوممبرین نباید در شرایطی که دمای ورق بالاتر از 75°C (170°F) باشد، اجرا شوند.
- عملیات جوش خطوط همپوشانی توسط دستگاه جوش دوخطی گوه داغ (Double Track Wedge Welder) انجام می شود.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

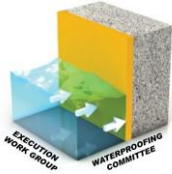
انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

دستگاه اکسترودر در مواردی که استفاده از دستگاه جوش دو خطی گوه داغ مقدور نیست (مانند Pipe boot ها، وصله های کوچک، کنج ها و ...) مورد استفاده قرار می گیرد.

دستگاه دمنده هوای داغ (Hot Air Blower) به منظور انجام عملیات تعمیرات و اجرای موقت وصله ها مورد استفاده قرار می گیرد.

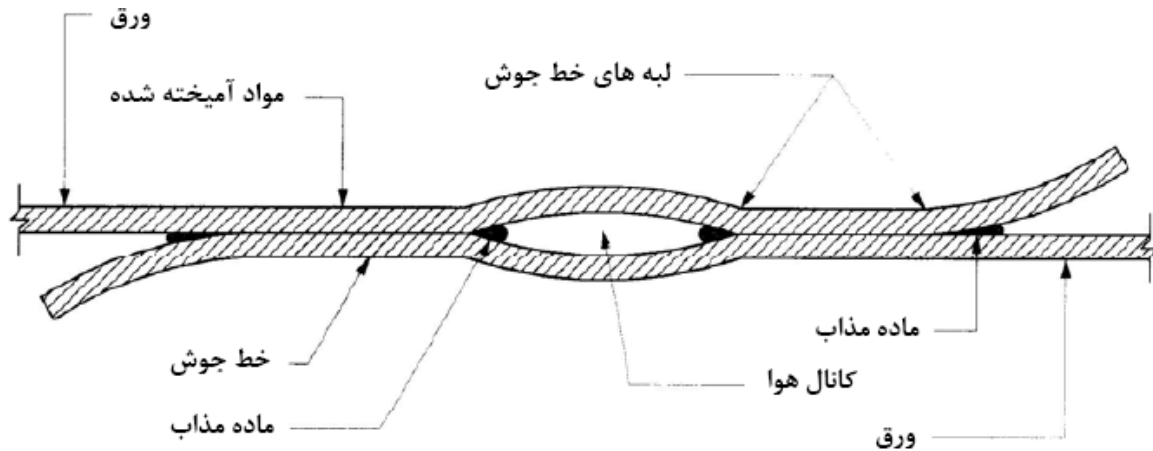


تصویر ۷: دستگاه جوش دو خطی گوه داغ و دستگاه اکسترودر حین کار

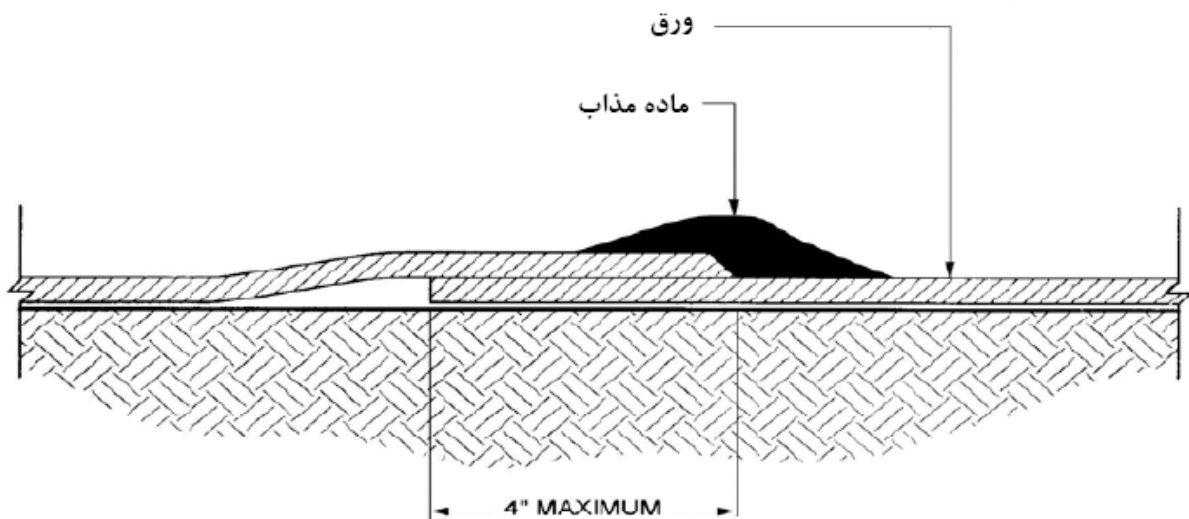


دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران - کمیته فنی آب بندی



خط جوش دستگاه اتوماتیک (Double Track Wedge Welded Seam Detail)

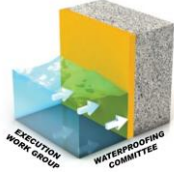


خط جوش اکستروژن (Extruded Seam Detail)

تصویر ۸: مقطع خط جوش دستگاه دوخطی گوه داغ و اکسترودر

پیش از شروع عملیات جوش می بایست چین و چروک و برآمدگی ها در محل همپوشانی خط به حداقل برسد. بعضی اوقات ممکن است برای صاف شدن محل همپوشانی، یک شکاف از کناره های درز به سمت داخل صفحه عمود بر درز ایجاد کرده و برای جلوگیری از پیشرفت شکاف، یک دایره به قطر 1cm (0.5 in) در انتهای شکاف ایجاد شده بریده شود (Key holes) که در این شرایط برای جوش دادن و ترمیم سوراخ ایجاد شده، از یک وصله (از جنس ژئوممبرین) با قطر 15cm (6 in) استفاده می شود.

دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

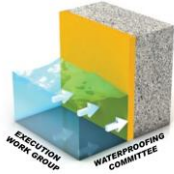
پیش از شروع عملیات جوشکاری (با دستگاه جوش دوخطی گوه داغ و اکسترودر) می بایست خطوط جوش تمیز شده و عاری از هرگونه رطوبت و یا گرد و خاک باشد.

بهتر است حداقل تا ۱,۵ متر فاصله از انتهای پائینی شیب ها، خط جوش عمود برجهت شیب وجود نداشته باشد. (باید صفحات ۱,۵ متر پائین شیب گسترده شده سپس به صفحه بعدی جوش داده شوند.)

پیش از انجام جوشکاری محل های تقاطع خطوط جوش (T-Joint) بهتر است لبه ی آزاد خط جوش موجود (زیر کار) که در مسیر حرکت دستگاه اتوماتیک قرار میگیرد با استفاده از تیغ بریده شده تا در حرکت دستگاه وقفه ایجاد نشود؛ همچنین جهت آب بندی محل تقاطع با استفاده از دستگاه اکسترودر، می بایست ابتدا کلیه لبه های آزاد روی کار با استفاده از تیغ بریده شده و سپس محل موجود با استفاده از جوش اکسترودر آب بند شود.



تصویر ۹: انجام عملیات جوشکاری و آب بندی T-Joint



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

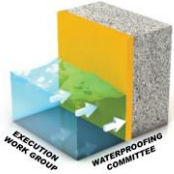
جهت آماده سازی انجام جوش اکستروژن (برای آب بندی محل وصله ها و یا محل های تقاطع) می بایست ناحیه جوش ابتدا با استفاده از وایر برس (یا فرچه سیمی) مضرس گردد.

با توجه به ضریب انبساط حرارتی بالای پوشش های ژئوممبرین پلی اتیلن، می بایست پس از عملیات جوشکاری پوشش های کف و دیواره به صورت جداگانه، خط جوش نهایی (اتصال بین عایق کف و دیوار) در ساعات انتهایی روز که هوا خنک تر شده است و یا ساعات ابتدایی صبح اجرا شده و پیش از آن پوشش اجرا شده بر روی دیوار کاملاً بر روی کنج اتصال کف و دیوار قرار گیرد. در مواردی که به دلیل ابعاد استخر (مخزن)، پوشش ها به صورت عرضی (از یک دیواره تا دیواره روبرو) اجرا شده اند، جهت جلوگیری از بلند شدن عایق از روی کنج ها، لازم است تا ترانسه های مهار در ساعات پیشنهادی و پس از قرارگیری کامل پوشش ها بر روی محل اتصال کف و دیواره پر شوند.

اتصال لوله های ورودی و خروجی و دیگر سازه ها

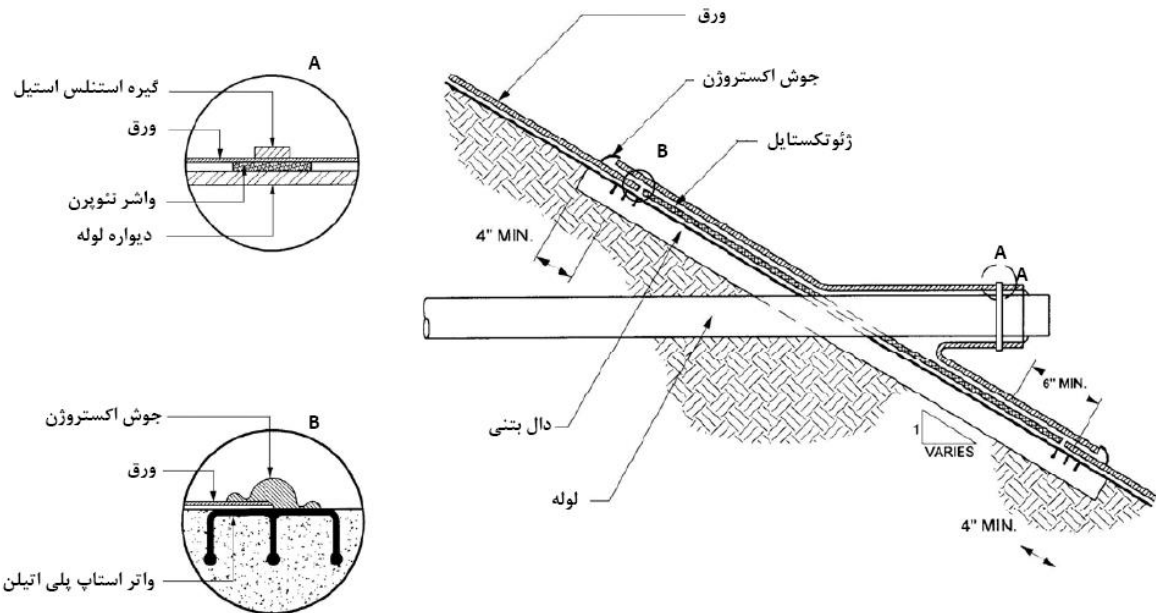
اجرای سیستم آب بندی در محدوده کناره لوله ها و سازه ها و سایر جزئیات باید مطابق نقشه های پروژه صورت گیرد. محل قرارگیری لوله ها و دیگر اتصالات سازه ای باید از جنس ژئوممبرین، مصالح پیش ساخته (مانند Prefabricated Pipe Boot) یا مصالحی باشند که در طراحی پروژه آمده است. برای جلوگیری از ایجاد نشت، مصالح پیش ساخته به کار گرفته شده یا مصالحی که در محل ساخته می شوند، باید از جنس پلی اتیلن باشند تا به خوبی با ژئوممبرین اتصال پیدا کنند. عملیات اجرا، باید مطابق مواردی که در بخش های بعدی آمده است، تست شود. در صورت استفاده از لوله پلی اتیلنی، مراحل اجرا ساده تر از جزئیات ذیل خواهد بود.

با توجه به تنش های حرارتی پوشش ها و امکان جابجایی عایق اجرا شده در محل اتصال لوله ها، رعایت دقیق جزئیات ارائه شده در تصویر ذیل الزامی خواهد بود.



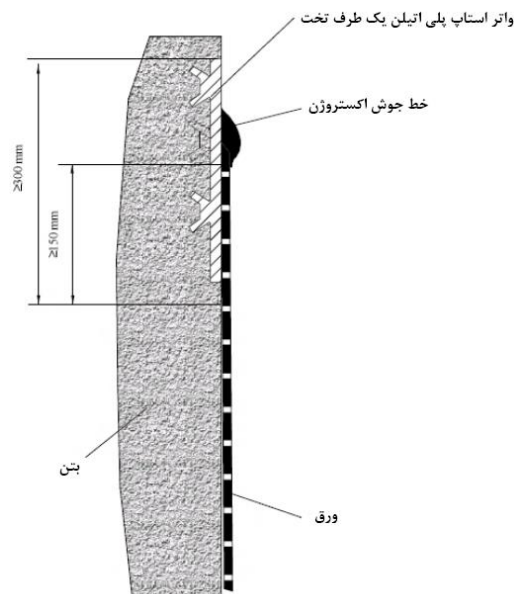
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

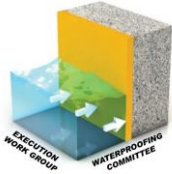


تصویر ۱۰: جزئیات اتصال آب بند لوله های ورودی و خروجی غیر پلی اتیلنی از دیواره و یا کف

در صورتیکه از لوله های پلی اتیلن استفاده شود؛ می توان به جای جزئیات ارائه شده در تصویر بالا (جزئیات A) از جوش اکستروژن استفاده نمود. همچنین در صورت در دسترس نبودن واتر استاپ پلی اتیلن (جزئیات B) میتوان از اتصال مکانیکی (میخ و یا پیچ) استفاده نمود.



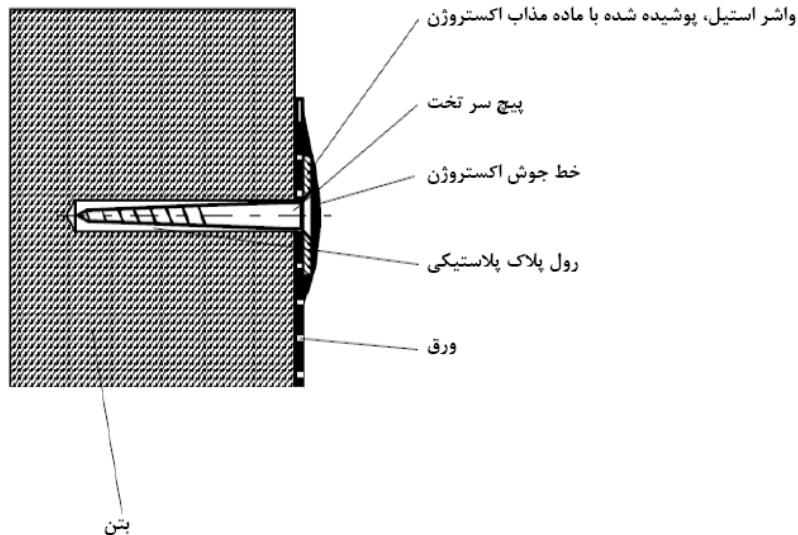
تصویر ۱۱: اتصال پوشش ژئوممبرین به سازه بتنی با استفاده از واتر استاپ یک طرف تخت



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

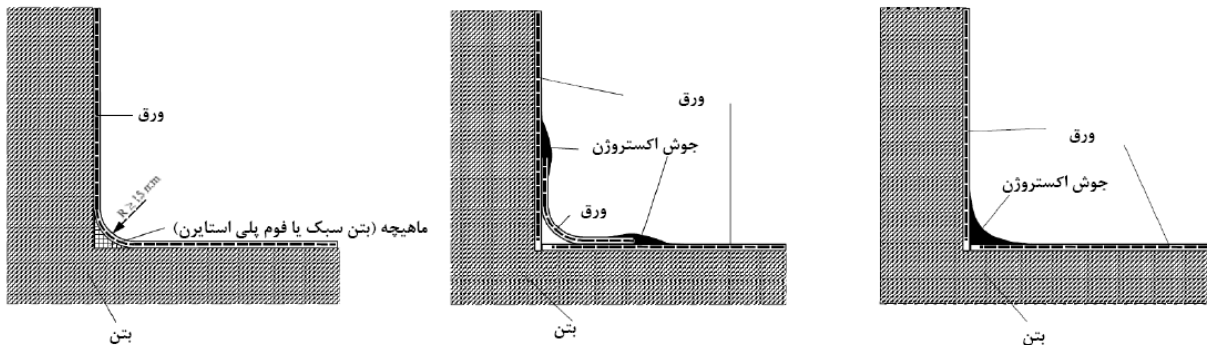
انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

اتصال به سازه های بتنی از طریق جزئیاتی که در ذیل آمده امکان پذیر می باشد.

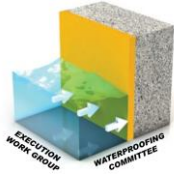


تصویر ۱۲: اتصال پوشش ژئوممبرین به سازه بتنی با استفاده از پیچ و واشر

در مواردی که پوشش بر روی مخازن بتنی اجرا می شود، مانند لاگون های تصفیه پساب صنعتی، جزئیات اجرایی در گوشه های قائم، باید مانند یکی از حالات ذیل باشد.



تصویر ۱۳: جزئیات اجرای پوشش ژئوممبرین در گوشه های قائم



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

کنترل کیفیت فرآیند اجرا در محل

برای کنترل عملیات و تجهیزات، قبل از شروع عملیات جوشکاری، یک سری نمونه جوش یا Test Seam باید آماده شود. Test Seam ها باید توسط مجری ژئوممبرین تدارک دیده شوند تا پارامترهای بهینه عملیات جوش (سرعت، درجه حرارت و نوع تجهیزات مورد استفاده) مشخص و تایید شود.

هر کدام از Test Seam ها باید دارای برچسب مشخصات (Label) باشند. Label ها باید حاوی تاریخ، دمای جوش، دمای ژئوممبرین، تعداد واحدهای Seaming، نام تکنسین انجام دهنده تست و رد یا قبول شدن Test Seam باشد.

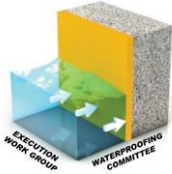
مهم ترین روش کنترل کیفیت عملیات جوش انجام تست های غیر مخرب می باشد که در ادامه به آنها اشاره شده است. انجام عملیات تست های مخرب، در صورت درخواست کارفرما، مطابق با آئین نامه ASTM D6392-12 انجام خواهد شد. - تمامی خطوط جوش باید مورد عملیات تست غیر مخرب قرار گیرند.

- هر کدام از خطوط جوش باید شماره گذاری و یا به طریق دیگری تعیین علامت شوند. محل تست، تاریخ انجام تست، واحد انجام دهنده تست و نتیجه هر کدام از تست ها (قبول یا عدم قبول) باید ثبت شده و به تایید کارفرما یا نماینده او برسد.

- انجام عملیات تست، باید در حین عملیات جوش دادن خطوط انجام شود نه در هنگامی که کل کار پوشش و اجرای آن به اتمام رسیده باشد، مگر این که موافقت کتبی کارفرما یا نماینده او برای انجام عملیات تست بعد از اتمام کار اخذ گردد. تمام نقص هایی که در حین انجام عملیات تست مشخص می شود باید علامت گذاری شده و تمام عیوب باید تعمیر شده و مجدداً تست شوند و دوباره علامت گذاری شوند که نشان دهنده اتمام قابل قبول تعمیرات می باشد.

- تست های غیر مخرب توسط دستگاه خال، فشار هوا یا تجهیزات تست Spark انجام شود.

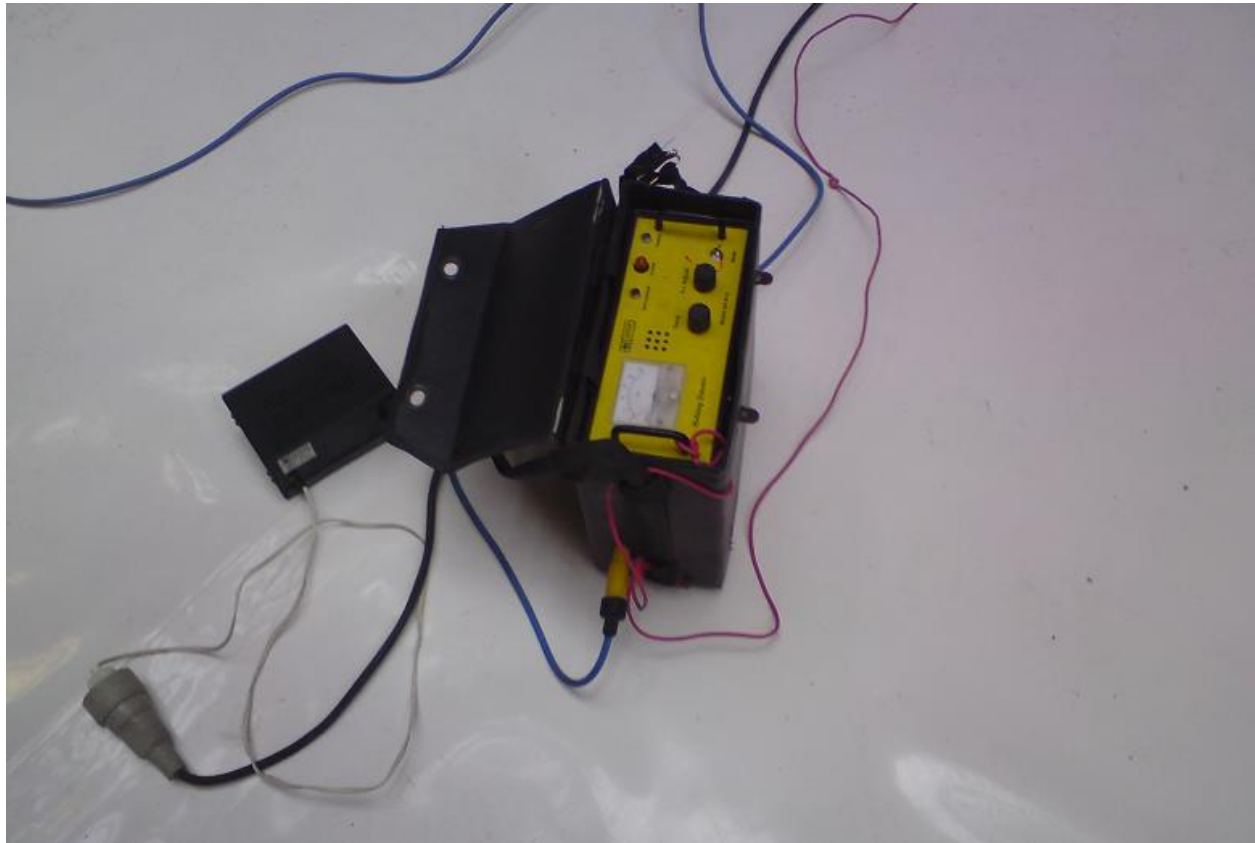
- تست های غیرمخرب باید توسط تکنسین با تجربه و آشنا با روش های تست انجام گیرد. مجری باید کارفرما یا نماینده او را متقاعد کند که تمام عملیات تست، معتبر و مطابق استانداردهای لازم خواهد بود.



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

- هنگامی که انجام تست های غیر مخرب (دستگاه خلأ یا فشار هوا) عملی نباشد، دستگاه تست Spark و آشکار ساز (Detector) برای آشکار ساختن نواقص احتمالی موجود در پوشش مطابق با آئین نامه ASTM D6365 مورد استفاده قرار می گیرد.



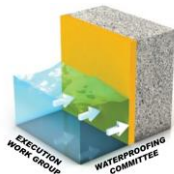
تصویر ۱۴: نمونه دستگاه تست Spark

تجهیزات تست Spark شامل دستگاه های ذیل خواهد بود:

- منبع ولتاژ (که معمولاً به صورت پورتابل می باشد) و دارای اتصال زمین خواهد بود.

- اعمال کننده ولتاژ (Voltage Applicator) که معمولاً ابزاری به شکل عصا می باشد.

این تست باید توسط مجری ژئوممبرین بوسیله جایگذاری یک رشته سیم رسانا (بدون لاک و عایق) در زیرشکاف هایی که قرار است به روش اکستروژن جوش داده شوند قبل از انجام عملیات جوش، صورت گیرد. پس از تکمیل عملیات جوش



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

دستگاه اعمال کننده ولتاژ به آرامی بر روی محل های جوش حرکت داده خواهد شد. فاصله دستگاه Spark تا سیم رسانای جایگذاری شده، بر طبق آئین نامه ASTM D6365، مطابق جدول ذیل می باشد:

TABLE 1 TEST VOLTAGE FOR VARIOUS EXPECTED DISTANCES^A

Expected Distance <i>D</i>		Test Voltage
(in.)	(mm)	(V)
0.250	6	20 000
0.375	10	25 000
0.500	13	28 000
0.625	16	31 000
0.750	19	35 000

$$^A \text{Constant } K = 7900 \text{ volts}/(\text{mm})^{1/2}$$

جدول ۲: فاصله اعمال کننده ولتاژ تا سیم رسانای قرار گرفته بین خط جوش

اگر در حین انجام عملیات فوق جرقه ای ایجاد نشد یعنی درز جوش خورده (جوش اکستروژن انجام شده) فاقد درز یا نشتی می باشد.

اگر در حین حرکت دادن دستگاه بر روی محل جوش، جرقه ای ایجاد شد، به این معنی است که محل مورد نظر معیوب می باشد و شامل درز، سوراخ یا نشتی می باشد؛ سپس محل معیوب باید مشخص، تعمیر و مجدداً تست شود.

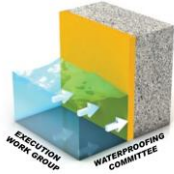
توجه: در صورت وجود گازهای قابل احتراق در محل، باید مراتب احتیاط را به عمل آورد.

درزهایی که با دستگاه اکستروژن جوش داده شده اند در صورت وجود فضای مناسب باید توسط دستگاه خلأ مطابق با آئین نامه ASTM D5641 تست شوند. تست ها توسط مجری، مطابق روش کار ذیل و با تجهیزات ذیل انجام می پذیرد.

تجهیزات تست باید شامل موارد ذیل باشد:

- جعبه خلأ (Vacuum Box) با چهار چوب و بدنه محکم و شفاف جهت امکان مشاهده نتیجه تست.

- پمپ خلأ همراه با کنترل کننده فشار با نمایشگر میزان خلأ.



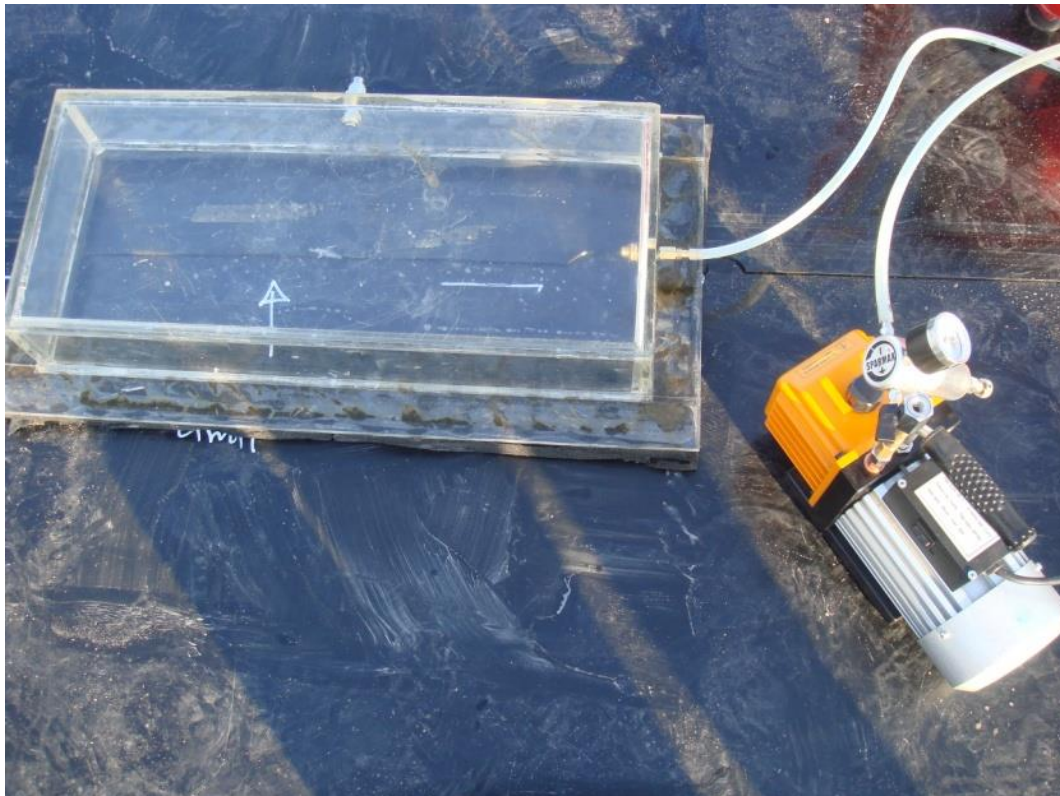
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

- لوله و اتصالات، لوله خلاء، واشر لاستیکی همراه با اتصالات.

- محلول آب و صابون.

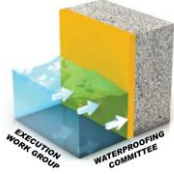
- واشر لاستیکی نرم که به پایه جعبه خلاء متصل است. (برای هوا بندی بین جعبه و سطح ورق ژئوممبرین)



تصویر ۱۵: دستگاه تست خلاء (Vacuum Box)

پمپ خلاء شارژ شده و فشار تانک (مخزن آن) بر روی 35 Kpa خلاء تنظیم می شود. برای انجام تست، مجری باید جعبه خلاء را روی سطح گذاشته و با فشاری که بر روی آن می آورد درزهای بین جعبه و سطح را بگیرد. (توسط واشر لاستیکی). قسمتی از ژئوممبرین (12 in) با محلول آغشته شده و جعبه روی آن قرار می گیرد. سپس شیر خلاء باز شده و فشار داخلی را روی 35 Kpa (5 psig) نگه داشته می شود. این کار به مدت ۱۰ ثانیه صورت می گیرد. در طول این زمان ناحیه مورد تست زیر نظر قرار می گیرد؛ اگر حبابی مشخص شد، به معنی وجود نشتی است و اگر حباب ایجاد نشد، به این معنی است

دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

که درزها و جوش های انجام شده، به خوبی آب بند شده اند و نشتی ندارند. درون جعبه فشار ایجاد کرده (حالت عادی) و جعبه به ناحیه بعد (با حفظ همپوشانی مناسب به میزان حداقل ۱۰ سانتیمتر) منتقل می شود.

مناطق که در آن حباب ایجاد شده، علامت گذاری شده تعمیر می شوند و مجدداً تست می شوند. در مناطقی که محل درزها به وسیله روش اکستروژن جوش خورده و این تست قابل انجام نیست، تست Spark قابل استفاده خواهد بود.

مناطق که این تست را پشت سر گذاشته اند باید علامت گذاری شده، تاریخ تست، تست کننده و نتیجه تست در آن ثبت شود.

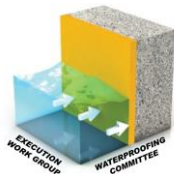
خطوط جوشی که توسط دستگاه دو خطی گوه داغ اتوماتیک (Double Track Wedge Welder) جوش داده شده اند (در بین دو خط جوش دارای کانال هوا می باشند) باید با روش فشار هوا (Air Channel Test) تست شوند. این تست مطابق با آئین نامه های ASTM D5820 و GRI GM6 توسط تجهیزات و مطابق روش ذیل صورت گیرد.

– پمپ هوا مجهز به درجه نشان دهنده فشار تا درجه تولید و پشتیبانی 215 Kpa (30 psig).

– سوزن تست مجهز به دستگاه نمایشگر میزان فشار (gage یا مانومتر)



تصویر ۱۶: دستگاه تست فشار هوا



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوستتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

انجام این تست باید توسط مجری صورت گیرد. هر دو طرف کانال خط جوشی که در حال تست شدن می باشد باید بسته شده و هوا بند گردد. سوزن تست مجهز به مانومتر یا نمایشگر فشار درون کانال کار گذاشته می شود. میزان فشار اعمالی درون کانال بر مبنای ضخامت های متفاوت ژئوممبرین مطابق جدول ذیل می باشد.

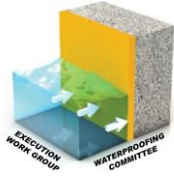
ضخامت ژئوممبرین		حداقل فشار		حداکثر فشار	
mm	mil	Kpa	psig	Kpa	psig
۰,۷۵	۳۰	۱۰۳	۱۵	۲۰۵	۳۰
۱,۰	۴۰	۱۳۸	۲۰	۲۰۵	۳۰
۱,۵	۶۰	۱۶۵	۲۴	۲۰۵	۳۰
۲	۸۰	۱۶۵	۲۴	۲۰۵	۳۰
۲,۵	۱۰۰	۱۶۵	۲۴	۲۲۰	۳۲

جدول ۳- حداقل و حداکثر فشار در تست فشار هوا با توجه به ضخامت ژئوممبرین

مدت زمان ۲ دقیقه صرف رسیدن به تعادل فشار درون کانال می گردد. این وضعیت برای ۵ دقیقه ثابت نگه داشته می شود (اعمال فشار قطع شده ولی دو طرف کانال کماکان بسته خواهد ماند). بعد از ۵ دقیقه اگر افت فشار کمتر از مقادیر ذکر شده در جدول ذیل بود به این معنی است که محل مورد آزمایش از نظر نشتی و وجود درز دارای نقص نبوده و مطابق شرایط پروژه می باشد.

ضخامت ژئوممبرین		حداکثر افت فشار مجاز بعد از ۵ دقیقه	
mm	mil	Kpa	psig
۰,۷۵	۳۰	۲۸	۴,۰
۱,۰	۴۰	۲۸	۴,۰
۱,۵	۶۰	۲۸	۴,۰
۲,۰	۸۰	۲۸	۴,۰
۲,۵	۱۰۰	۲۸	۴,۰

جدول ۴- افت فشار مجاز با توجه به ضخامت ژئوممبرین



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی

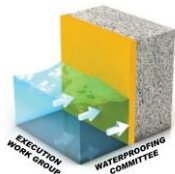
بعد از ۵ دقیقه دو سر کانال باز شده تا فشار تخلیه گردد. لازم است تا محل تعبیه فشار سنج با استفاده از دستگاه اکسترودر ترمیم گردد.

اگر افت فشار بیش از مقادیر مجاز ذکر شده در جدول شماره ۴ بوده و یا فشار در کانال هوا پایدار نباشد می بایست منطقه معیوب مشخص، تعمیر و مجدداً مورد تست قرار می گیرد. نتایج هر کدام از تست ها باید روی پوشش ثبت شود.

گزارش روزانه اجرا

در شروع هر روز کاری، مجری موظف است گزارشی از کارهای انجام شده در روز قبل شامل موارد ذیل را به ناظر پروژه ارائه کند:

- ۱- تعداد و محل جایگذاری صفحات.
 - ۲- تعداد و محل خطوطی که جوش داده شده اند، نام تکنسین انجام دهنده، شماره گذاری خطوط جوش.
 - ۳- نقشه جانمایی پوشش های اجرا شده در روزهای قبل شامل شماره پوشش، شماره خطوط جوش و محل هایی که تست غیر مخرب را پشت سر گذاشته اند.
 - ۴- نتیجه Test Seam ها.
 - ۵- نتیجه تست های غیر مخرب.
 - ۶- نتیجه تست خلأ برای محل های تعمیر شده.
- فرم های پیشنهادی برای ثبت اطلاعات عملیات اجرا در ادامه ارائه شده است.



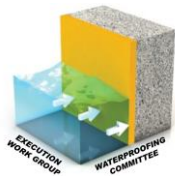
دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین



انجمن ژئوسنتیک ایران - کمیته فنی آب بندی

فرم ثبت اطلاعات عملیات کنترل کیفی جوش					
	کارفرما				نام پروژه
	مجری				آدرس
	تاریخ				شماره قرارداد
تست های مخرب					
توضیحات	نتیجه تست	نوع جوش	دمای محیط	ساعت شروع عملیات جوش	تاریخ جوش
تست های غیر مخرب					
توضیحات	نتیجه تست	فشار محفظه/ فشار هوای شروع تست	دمای محیط	تاریخ تست	شماره خط جوش

فرم ۳: فرم پیشنهادی ثبت اطلاعات عملیات کنترل کیفیت جوش



دستورالعمل اجرا و کنترل کیفیت ژئوممبرین

انجمن ژئوسنتیک ایران – کمیته فنی آب بندی



منابع

- استاندارد GRI-GM6: تست فشار هوا برای خطوط جوش دوگانه انواع ژئوممبرین ها.
- استاندارد GRI-GM9: راهنمای جوش ژئوممبرین در هوای سرد.
- استاندارد ASTM D5820: Pressurized Air Channel Evaluation of Dual Seamed Geomembranes
- استاندارد ASTM D5641: Standard practice for Geomembrane seam evaluation by vacuum chamber
- استاندارد ASTM D6365: The ND testing of Geomembrane Seams Using The Spark Test