

IGS-M-PL-025(1)

مرداد ۱۳۹۵

Approved

مصوب



شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فناوری

امور تدوین استانداردها

IGS

مشخصات فنی خرید

ورق های ژئوتکستایل

Geotextile Fabrics



شرکت ملی گاز ایران



تاریخ: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰

شماره: گ/دب/۰-۲۷۹-۱۷۷۱۲

دفتر مدیر عامل

## ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۷۱۱ مورخ ۱۳۹۵/۹/۲۱ هیأت مدیره، نامه شماره گ/۹۰۰/۰۰۰/۶۱۶۱۲ مورخ ۹۵/۵/۶ مدیر پژوهش و فناوری در مورد تصویب نهایی استانداردها به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت.

۱. مشخصات فنی خرید ورق های ژئوتکستایل IGS-M-PL-025(1)

۲. دستورالعمل کاربرد ورق های ژئوتکستایل جهت جلوگیری از شناور شدن

لوله های گاز IGS-C-PL-025(1)

این مصوبه برای کلیه شرکت های فرعی لازم الاجرا می باشد.

ناصر آبگون

دبیر هیات مدیره

رونوشت: مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و نایب رئیس هیات مدیره

اعضای محترم هیات مدیره

مشاور و رئیس دفتر محترم مدیر عامل

مدیر محترم هماهنگی و نظارت بر تولید

مدیر محترم گازرسانی

مدیر عامل محترم شرکت انتقال گاز ایران

رئیس کل محترم امور حسابرسی داخلی

رئیس محترم امور حقوقی

رئیس محترم امور مجامع

رئیس محترم مهندسی ساختار

**پیشگفتار :**

خطوط لوله گاز به هنگام عبور از مناطق دارای سطح آب زیرزمینی غوطه ور خواهند شد . امروزه استفاده از ژئوتکستایل برای مقابله با نیروی شناوری به عنوان یک روش نوین پذیرفته شده است . این روش دارای مزایایی نسبت به روشهای دیگر می باشد که از آن میان می توان به عدم آسیب به پوشش لوله حین اجرا ، انعطاف پذیری و سهولت نصب اشاره نمود .

در ویرایش قبلی استاندارد حاضر محدودیتهایی برای استفاده از تولیدات ساخت داخل وجود داشت . بر اساس ویرایش قبل ، ژئوتکستایلهای تولید شده الزاماً می بایست از الیافهای پیوسته به روش بافته نشده باشد . خط تولید بسیاری از کارخانجات تولیدی در ایران قادر به تولید ژئوتکستایل از الیاف پیوسته نبوده حال آن که تولید به روش الیاف منقطع در داخل کشور امکان پذیر می باشد .

اگر چه برخی از مشخصات فنی ژئوتکستایلهای تولیدی با الیاف پیوسته بهتر گزارش گردیده اما بررسی های انجام شده نشان داد با بهبود تولیدات حاصل از الیاف منقطع می توان در بسیاری از موارد تولیدات داخلی را جایگزین تولیدات خارجی نموده و از این طریق از خارج شدن ارز از کشور جلوگیری نمود .

بررسی های تکمیلی نشان داد برای مقابله با نیروهای شناوری از ژئوتکستایلهای بافته شده نیز می توان استفاده نمود . لذا در مواردی که ژئوتکستایلهای ساخته شده از الیاف منقطع به روش بافته نشده جوابگوی نیاز طراحی نباشد می توان از آنها استفاده نمود .

در ویرایش قدیم این استاندارد فقط استفاده از الیاف پلی پروپیلن مورد قبول بوده اما با توجه به کارایی مناسب الیاف پلی استر ، در ویرایش جدید استفاده از این نوع الیاف نیز مجاز دانسته شده است .

## فهرست

صفحه	عنوان
3	1 - هدف و دامنه کاربرد
3	2 - تعاریف
3	3 - مشخصات عمومی
4	4 - استانداردهای متداول
5	5 - ضوابط فنی ژئوتکستایل
8- 21	6 - ضمایم

**1- هدف و دامنه کاربرد :**

رعایت مفاد این استاندارد برای تعیین مشخصات فنی نوارهای ژئوتکستایل استفاده شده در خطوط لوله گاز برای مقابله با نیروی شناوری الزامی می باشد .

**2 - تعاریف :**

ژئوتکستایل : محصول تولید شده از الیاف مصنوعی یا طبیعی به روش بافته شده یا بافته نشده ( با روش های مختلف نظیر سوزنی ، حرارتی، رزینی) می باشد .

تنش نهایی کشش ژئوتکستایل (  $T_{ult}$  ) : حداکثر تنش کششی قابل تحمل ژئوتکستایل می باشد . مقدار  $T_{ult}$  مطابق استاندارد EN-ISO-10319 بدست می آید .

درصد ازدیاد طول نهایی ژئوتکستایل (  $\epsilon_{ult}$  ) : درصد افزایش طول ژئوتکستایل متناظر با حداکثر تنش کششی قابل تحمل ژئوتکستایل می باشد . مقدار  $\epsilon_{ult}$  مطابق استاندارد EN-ISO-10319 بدست می آید .

**3 - مشخصات عمومی :**

جنس الیاف تشکیل دهنده نوار ژئوتکستایل بایستی از پروپیلن 100% یا پلی استر 100% باشد . استفاده از سایر الیاف مصنوعی ( پلی آمید و ... ) مجاز نمی باشد .

الیاف بکار رفته در ساخت ژئوتکستایل می تواند به صورت منقطع یا پیوسته ، تک رشته یا چند رشته ، بافته شده یا بافته نشده یا ترکیبی از بافته شده و بافته نشده باشد . لازم است در مراحل تولید الیاف ژئوتکستایل از آنتی اکسیدان استفاده شود . ارائه مدارک توسط سازنده الیاف دال بر استفاده از آنتی اکسیدان به هنگام تولید الیاف ژئوتکستایل الزامی است. استفاده از ژئوتکستایلهای تولید شده با روش پیوند حرارتی یا پیوند رزینی یا ترکیبی از این دو مجاز نمی باشد .

## 4 - استانداردهای متداول

آزمایشات متداول جهت کنترل کیفیت محصولات ژئوتکستایل به شرح زیر می باشد :

- 2.1. BS – EN 965 -1995 : Geotextiles and geotextile–related products – determination of mass per unit area .
- 2.2. EN –ISO -10319-2008 : Geotextiles , wide – width tensile test .
- 2.3.ASTM D4632 -2008 : Standard test method for grab breaking load and elongation of geotextiles .
- 2.4. BS – EN –ISO -12236-2006 : Geotextiles and geotextile–related products – static puncture test ( cbr – test )
- 2.5. BS – EN -13433-2007 : Geotextiles and geotextiles related products – dynamic perforation test (cone drop - test)
- 2.6.BS– EN - ISO – 11058 -2010 : Geotextile and geotextile – related products – determination of water permeability characteristics normal to the plane , without load
- 2.7. DIN–EN–ISO–10320-1999 : Geotextile and geotextile – related products – identification on site
- 2.8 .ASTM D – 4533 -2011 : Standard test method for trapezoid tearing strength of geotextile.
- 2.9 . DIN – EN – 14030 -2003 : Geotextile and geotextile – related products– screening test method for determining the resistance to acid and alkaline liquids .
- 2.10 . BS – EN – 964 – 1– 1995 : Geotextile and geotextile – related products– determination of thickness at specified pressures single layers

## 5 - ضوابط فنی ژئوتکستایل

5-1 - درصد ازدیاد طول ژئوتکستایل : درصد ازدیاد طول ژئوتکستایل به ازای نیروی کششی موجود  $T_d$  (طبق دستورالعمل طراحی ژئوتکستایل) نباید از مقادیر موجود در جدول 1 تجاوز نماید .

$$T_d = \frac{T_{exist}}{L_G}$$

جدول 1 : مقادیر حداکثر درصد ازدیاد طول ژئوتکستایل به ازای سطح تنش  $T_d$

قطر لوله	حداکثر درصد ازدیاد طول
$\leq 30$	50
36	43
40	38
42	36
48	32
56	27

مقادیر  $T_d$  و  $L_G$  و  $T_{exist}$  مطابق روش ارائه شده در ضمیمه 1 بدست می آید .

5-2 - مقدار تنش نهایی ژئوتکستایل ( $T_{ult}$ ) : مقدار تنش نهایی ژئوتکستایل انتخابی نباید از مقادیر ارائه شده در زیر کمتر باشد :

برای ژئوتکستایلهای بافته نشده باالیاف منقطع

$$T_{ult} \geq 3.32 T_d$$

برای ژئوتکستایلهای بافته شده یا بافته نشده باالیاف پیوسته

$$T_{ult} \geq 2.66 T_d$$

مقدار  $T_{ult}$  و  $T_d$  مطابق روش ارائه شده در ضمیمه 1 بدست می آید .

5-3 - نفوذپذیری : حداقل نفوذپذیری ژئوتکستایل ( بافته شده و بافته نشده ) نباید از  $0.012 \text{ cm/sec}$  کمتر باشد.

5-4 - آزمایش مقاومت کششی ژئوتکستایل پاره شده ( Grab tensile strength ) : مقاومت کششی نمونه ژئوتکستایل پاره شده ( تهیه نمونه و آزمایش به روش ASTM D4632 ) می بایست از  $0.4 T_{ult}$  بیشتر باشد (مقاومت کششی عرض واحد در هر دو ملاک مقایسه خواهد بود) .

5-5 - حداقل سایز  $O_{90}$  ( Opening Size ) ژئوتکستایل : مطابق با استاندارد ASTM D4751 نباید از 105 میکرومتر کمتر باشد .

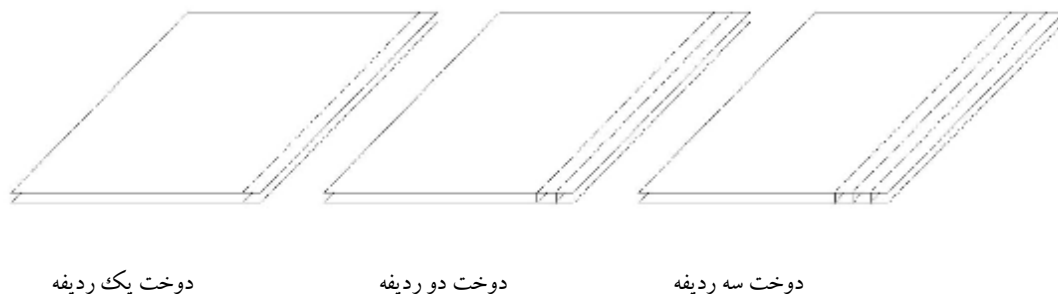
5-6- ضخامت ورق ژئوتکستایل : مطابق با استاندارد BS - EN - 964 - 1 تعیین شود .

5-7 - آزمایش نیروی کششی ژئوتکستایل دوخته شده : نیروی کششی نهایی ژئوتکستایل دوخته شده نباید از نیروی کششی طراحی ژئوتکستایل ( $T_d$ ) کمتر باشد . تهیه نمونه جهت انجام آزمایش کشش دوخت به شرح زیر صورت می گیرد :

دوقطعه نوار ژئوتکستایل حداقل به ابعاد  $40 \times 20$  سانتیمتر جدا نموده سپس با دستگاه دوخت مورد نظر ، لبه های طولی نوارها مطابق با یکی از جزییات انواع دوخت (طبق استاندارد IGS-C-PL-025) کاملاً به هم دوخته می شود . نخ دوخت نمونه و اجرا باید از جنس الیاف ژئوتکستایل باشد .

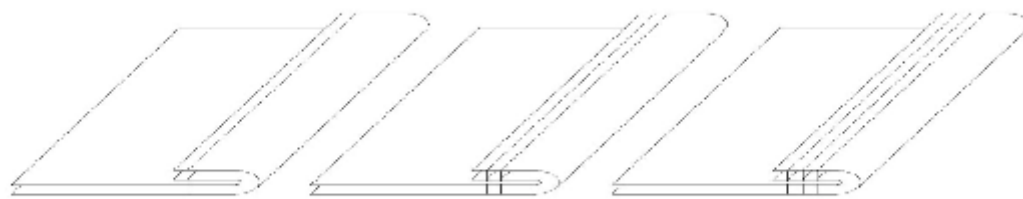
نمونه استاندارد به ابعاد  $20 \times 10$  سانتیمتر با جدا کردن به طور متقارن از مرکز دوخت حاصل می گردد به گونه ای که خط دوخت درست در وسط عرض نمونه و عمود بر نیروی کششی باشد .

نمونه حاصل به روش EN - ISO - 10319 آزمایش می گردد . نتایج حاصل از آزمایش معرف مقاومت نهائی کشش دوخت می باشد .



شکل الف - دوخت ساده روی هم



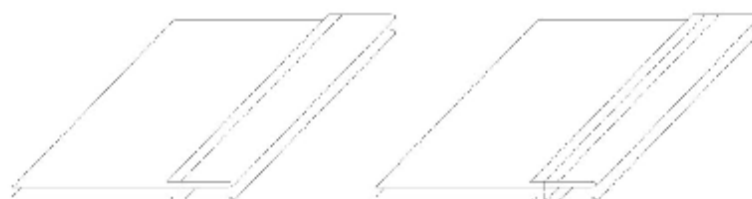


دوخت یک ردیفه

دوخت دو ردیفه

دوخت سه ردیفه

شکل ب - دوخت تا شده روی هم



دوخت یک ردیفه

دوخت دو ردیفه

شکل ج : دوخت پروانه ای روی هم

ضمیمه 1: روش محاسبه ژئوتکستایل جهت مقابله با نیروی شناوری

## 1 - دامنه کاربرد :

استفاده از این دستورالعمل در مواردی که برای مقابله با نیروی شناوری از ژئوتکستایل استفاده می شود الزامی است .

این دستورالعمل برای مناطقی است که بیشینه تراز آب زیرزمینی بالاتر از کف لوله های گاز قرار دارد .

در خطوط انتقال گاز با قطر کمتر از 16 اینچ که مشخصات آن در جدول شماره 1 ارائه شده است در صورتیکه حداقل عمق دفن لوله 120 سانتیمتر باشد ضرورتی به استفاده از ژئوتکستایل برای مقابله با نیروی شناوری نمی باشد .

جدول 1 - خطوط انتقال گاز که نیاز به استفاده از ژئوتکستایل ندارند

قطر لوله (اینچ)	حداقل ضخامت (اینچ)
6	0/188
8	0/188
10	0/219
12	0/250

مراحل طراحی ژئوتکستایل ، نحوه محاسبه نیروهای شناوری ، میزان نیروی وارده از طرف خاک بر خط لوله گاز ، حداقل ضرایب اطمینان لازم در خطوط انتقال گاز با قطر 16 اینچ و بزرگتر به تفصیل ارائه می شود .

در این دستورالعمل چنانچه بر اساس محاسبات ، حداقل ضریب اطمینان مورد نیاز در برابر شناوری بدست نیاید استفاده از ژئوتکستایل الزامی بوده و مراحل گام به گام طراحی ژئوتکستایل در ادامه ارائه خواهد شد .

## 2 - تعاریف :

نیروی شناوری (نیروی ارشمیدس) : نیرویی است که از طرف سیال (نظیر آب) بر جسمی که وارد آن شده است رو به بالا وارد می شود . اندازه نیروی شناوری برابر وزن سیال جابجا شده می باشد .

ژئوتکستایل : این محصول دارای مشخصات فنی مطابق با IGS-M-PL-025(1) می باشد . استفاده از ژئوتکستایل باعث محصور نمودن خاک اطراف و روی لوله شده و مانع از کنار رفتن خاک روی لوله به هنگام وارد شدن نیروی شناوری می گردد .

ضریب اطمینان در مقابل شناوری : نسبت مجموع نیروهای وارد بر لوله رو به پایین ( شامل وزن لوله و خاک روی آن ) به مجموع نیروهای وارد بر لوله به سمت بالا می باشد .

### 3 - الزامات طراحی :

در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و منجر به شناوری خط لوله گردد عمق دفن لوله نباید از 1/2 متر کمتر در نظر گرفته شود .

3-1 : ضریب اطمینان در مقابل شناوری : خط لوله باید به نحوی در برابر نیروی شناوری طراحی شود که در میان گل و لای با وزن مخصوص 1/2 ( طبق استاندارد IPS-E-PI-140 ) پایدار باقی بماند . لذا در این حالت حداقل ضریب اطمینان در برابر شناوری به 1/2 محدود می گردد . چنانچه ضریب اطمینان کمتر از 1/2 گردد باید از ژئوتکستایل استفاده شود .

در محاسبات تعیین ضریب اطمینان در مقابل شناوری ، وزن لوله به همراه قسمتی از وزن خاک روی لوله به عنوان نیروهای خنثی کننده نیروی شناوری مطابق با بندهای 3-1-1 یا 3-1-2 در محاسبات در نظر گرفته می شوند :

3-1-1 - چنانچه از ژئوتکستایل استفاده نشود : در این صورت وزن خاک روی لوله مطابق بند 4-3-1 بدست می آید .

3-1-2 - چنانچه از ژئو تکستایل استفاده شود : صد درصد وزن خاک محصور شده با ژئو تکستایل بعلاوه وزن خاک روی بسته ژئوتکستایل تا تراز سطح بالای کانال مطابق بند 4-3-2 در نظر گرفته شود .

در صورتیکه براساس محاسبات برای تمام طول لوله نیاز به استفاده از ژئوتکستایل نباشد ، وزن خاک روی لوله برای قسمتی از لوله که دارای ژئوتکستایل است مطابق رابطه 8 و برای قسمت فاقد ژئوتکستایل مطابق رابطه 4 در نظر گرفته می شود .

در محاسبات وزن خاک روی لوله از وزن خاکریز روی لوله (گرده ماهی) صرفنظر می شود .

### 3-2 : ضریب اطمینان برای جلوگیری از باز شدن بسته ژئوتکستایل ( Pull Out ) :

سطح فوقانی بسته ژئوتکستایل جهت پیشگیری از باز شدن لبه های آن به یکی از دو صورت مطابق بندهای 3-2-1 یا 3-2-2 مهار می گردد :

3-2-1 - ژئوتکستایل های تولیدی به روش بافته نشده : نیروی کششی ایجاد شده در ژئوتکستایل همانطور که در شکل 2 نشان داده شده توسط اصطکاک بین ژئوتکستایل و خاک در دو طرف ژئوتکستایل مهار می گردد . رعایت حداقل طول همپوشانی مطابق شکل 2 الزامی است .

چنانچه حداقل ضریب اطمینان مطابق رابطه 24 کمتر از 1/2 باشد می بایست با یکی از تمهیدات ارائه شده در زیر حداقل ضریب اطمینان لازم تامین گردد :

- افزایش عمق دفن لوله

- افزایش طول همپوشانی نوار ژئوتکستایل

- دوخت لبه های ژئوتکستایل

تامین حداقل اطمینان برای روش انتخاب شده می بایست مورد کنترل مجدد قرار گیرد .

3-2-2 – برای ژئوتکستایلهای تولید شده به روش بافته شده یا بافته نشده : در قسمت فوقانی بسته ژئوتکستایل دو لبه به هم دوخته می شود . جزئیات دوخت دو لبه در دستورالعمل (1) IGS-C-PL-025 ارائه شده است . در این خصوص باید آزمایش نیروی کششی ژئوتکستایل دوخته شده مطابق بند 5-7 مشخصات فنی IGS-M-PL-025(1) انجام پذیرد . مقاومت کششی اتصال ایجاد شده نباید از مقاومت کششی نهایی ژئوتکستایل کمتر باشد .

3-3 : محاسبه کشش مجاز ژئوتکستایل :

مقدار کشش مجاز ژئوتکستایل جهت مقابله با نیروی شناوری از رابطه 1 بدست می آید :

$$T_{all} = \frac{T_{ult}}{F_{id} \times F_{cr} \times F_{ag}} \quad \text{رابطه-1}$$

$T_{all}$  : مقدار کشش مجاز ژئوتکستایل برای واحد طول بر حسب  $\frac{kg}{m}$

$T_{ult}$  : مقدار کشش نهایی ژئوتکستایل برای واحد طول بر حسب  $\frac{kg}{m}$

$F_{id}$  : فاکتور طراحی برای صدمات حین اجرا

$F_{cr}$  : فاکتور طراحی برای خزش

$F_{ag}$  : فاکتور طراحی برای خرابی بر اثر اکسیداسیون ، تغییرات شیمیایی و بیولوژیکی

مقدار فاکتورهای طراحی در جدول 2 ارائه گردیده است .

جدول 2 – فاکتورهای طراحی

عنوان	حداقل مقادیر فاکتورهای طراحی
$F_{id}$	1/1
$F_{cr}$	برای ژئوتکستایلهای بافته نشده با الیاف منقطع 2/5
	برای ژئوتکستایلهای بافته شده یا بافته نشده با الیاف پیوسته 2/0
$F_{ag}$	*1/21

\* : به هنگام تولید الیاف ژئوتکستایل استفاده از آنتی اکسیدان الزامی است . ارائه مدارک مستند دال بر استفاده از آنتی اکسیدان در مرحله تولید الیاف ژئوتکستایل الزامی است .

4 - مراحل گام به گام طراحی :

1-4 - محاسبه نیروی شناوری : مقدار نیروی شناوری بر واحد طول لوله از رابطه 2 بدست می آید :

$$F_b = 1.2 \times \frac{\pi}{4} D_o^2 \gamma_w \quad \text{رابطه 2 -}$$

تذکر : در محاسبات شناوری در جهت اطمینان و برای سهولت تمام سطح لوله زیر تراز آب زیرزمینی فرض شده است .

$D_o$  : قطر خارجی لوله بر حسب متر

$\gamma_w$  : وزن مخصوص آب . در محاسبات مقدار  $\gamma_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  در نظر گرفته شود . نظر به اینکه در استاندارد IPS-E-PI-140 جرم حجمی گل و لای برای محاسبه نیروهای شناوری می بایست  $1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  در نظر گرفته شود ضریب 1/2 در فرمول نیروی شناوری وارد شده است .  
 $F_b$  : نیروی شناوری برای واحد طول لوله بر حسب کیلوگرم نیرو

4-2 - محاسبه وزن واحد طول لوله : وزن واحد طول لوله از رابطه 3 بدست می آید :

$$W_p = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \gamma_{st} \quad \text{رابطه 3 -}$$

$W_p$  : وزن واحد طول لوله بر حسب کیلوگرم نیرو

$D_o$  و  $D_i$  : به ترتیب قطر داخلی و خارجی لوله بر حسب متر

$\gamma_{st}$  : وزن مخصوص فولاد . در محاسبات مقدار  $\gamma_{st} = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  در نظر گرفته شود .

4-3 - محاسبه وزن موثر خاک روی لوله : وزن موثر خاک روی لوله جهت محاسبه ضریب اطمینان در برابر شناوری از یکی از روابط 4 یا 11 بدست می آید :

4-3-1 - اگر از ژئو تکستایل استفاده نشده باشد وزن خاک روی لوله به ازای یک متر طول لوله از رابطه 4 بدست می آید :

$$W_{S1} = Z \cdot C_d \cdot \gamma_{eq} \cdot B \cdot D_o \quad \text{رابطه 4-}$$

مقدار  $\gamma_{eq}$  از رابطه 5 محاسبه می گردد :

$$\gamma_{eq} = \frac{h_1 \gamma_t + h_2 (\gamma_{sat} - \gamma_w)}{h_1 + h_2} \quad \text{رابطه 5-}$$

مقدار ضرایب  $\alpha$  و  $C_d$  به ترتیب از روابط 6 و 7 محاسبه می گردد :

$$\alpha = \frac{h_1 + h_2}{B} \quad \text{رابطه 6}$$

$$C_d = \frac{1 - e^{-2K\mu\alpha}}{2K\mu} \quad \text{رابطه 7}$$

$\gamma_t$  : وزن مخصوص مرطوب خاک بر حسب کیلوگرم نیرو بر متر مکعب (با در نظر گرفتن ضریب آماس)  
 $W_{S1}$  : وزن خاک روی لوله بر حسب کیلوگرم نیرو به ازای یک متر طول لوله از رابطه 4  
 $\gamma_{sat}$  : وزن مخصوص خاک در حالت اشباع بر حسب کیلوگرم نیرو بر متر مکعب (با در نظر گرفتن ضریب آماس)  
 $Z$  : ضریب کاهش وزن خاک مطابق با مقادیر زیر:

برای لوله های با قطر 16 تا 20 اینچ :  $Z = 0.4$

برای لوله های با قطر 24 تا 36 اینچ :  $Z = 0.3$

برای لوله های با قطر 40 تا 56 اینچ :  $Z = 0.2$

$K$  : ضریب فشار جانبی خاک در حالت اکتیو

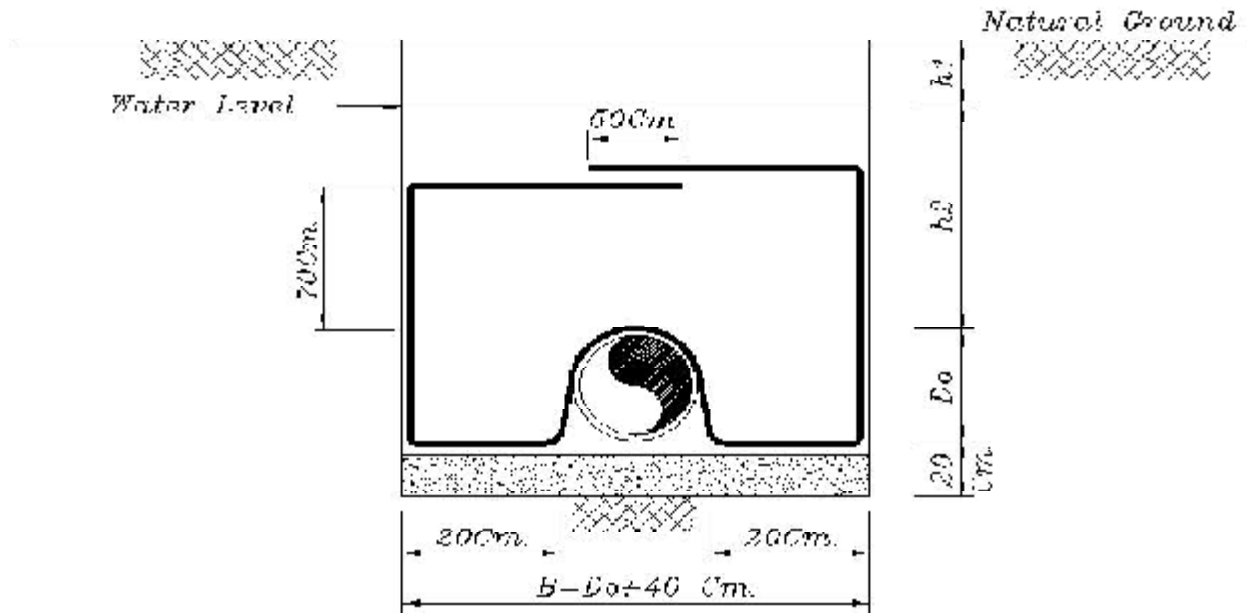
$\mu$  : ضریب اصطکاک بین خاک و جداره کانال

به جای عبارت  $K\mu$  متناسب با نوع خاک می توان از مقادیر مندرج در جدول 3 استفاده نمود . استفاده از ماکزیمم مقدار یاد شده در جهت اطمینان خواهد بود .

جدول 3 - مقادیر پیشنهادی  $K\mu$

نوع خاک	
خاکهای ماسه ای و شنی	$0.165 \geq$
خاک اشباع	$0.15 \geq$
خاک رس غیر اشباع	$0.13 \geq$
خاک رس اشباع	$0.11 \geq$

تذکر : با توجه به اینکه کانال خاکبرداری گردیده و قطعات سنگ درشت جدا می گردد و سپس مجددا خاکریزی می گردد ، لازم است جهت اصلاح مقادیر وزن مخصوص خاک ، مقادیر طبیعی در ضریب آماس ( به صورت تجربی بین 0/79 تا 0/65 ) ضرب گردند .  
مقادیر  $h_1$  و  $h_2$  در شکل 1 نشان داده شده است . در محاسبات عرض کانال برابر قطر لوله بعلاوه 0/4 متر ( دو فاصله 20 سانتیمتری فضای باز از هر طرف لوله تا جداره کانال ) در نظر گرفته شود .



شکل - 1

2-3-4: برای قسمتی از لوله که از ژئوتکستایل استفاده شده باشد وزن خاک روی لوله به ازای واحد طول از رابطه 8 محاسبه می گردد. در این روابط فرض شده است تراز آب زیرزمینی حداقل تا تاج لوله بالا بیاید (  $h_2 \geq 0$  ).

$$w_{S0} = \gamma_t B h_1 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) B h_2 + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \left( B D_0 - \frac{D_0^2}{2} \left( \frac{\pi}{4} + 1 \right) \right) \quad \text{رابطه - 8}$$

وزن خاک روی لوله برای بخشی از لوله که با ژئوتکستایل پوشیده شده (  $W_{SG}$  ) به ازای یک شاخه لوله 12 متری از رابطه 9 بدست می آید:

$$W_{SG} = L_G \cdot w_{S0} \quad \text{رابطه-9}$$

$L_G$  : طول قسمت ژئوتکستایل شده یک شاخه لوله بر حسب متر . طول  $L_G$  نباید از سه متر کمتر و از 11 متر بیشتر در نظر گرفته شود بطوری که سرجوشها توسط ژئوتکستایل پوشانده نشود .

وزن خاک روی لوله در قسمت فاقد ژئوتکستایل ( $W_{S2}$ ) برای یک شاخه لوله 12 متری از رابطه 10 بدست می آید :

$$W_{S2} = (12 - L_G) \cdot W_{S1} \quad \text{رابطه-10}$$

مقدار وزن کل خاک روی لوله ( $W_S$ ) در این حالت از رابطه 11 محاسبه می گردد :

$$W_S = W_{SG} + W_{S2} \quad \text{رابطه-11}$$

4-4 - محاسبه ضریب اطمینان در مقابل شناوری : ضریب اطمینان در برابر شناوری از روابط 12 یا 13 بدست می آید .

4-4-1 : در حالتی که از ژئوتکستایل استفاده نشده باشد ضریب اطمینان مطابق رابطه 12 بدست می آید :

$$F_s = \frac{(W_{S1} + W_P)}{F_b} \quad \text{رابطه-12}$$

چنانچه  $F_s \geq 1.2$  نیازی به استفاده از ژئوتکستایل نمی باشد . در غیر اینصورت می بایست از ژئوتکستایل استفاده گردد و ضریب اطمینان مطابق بند 4-4-2 بدست آید :

4-4-2 : در حالتی که از ژئوتکستایل استفاده گردد ضریب اطمینان مطابق رابطه 13 بدست می آید :

$$F_s = \frac{(W_S + 12 W_P)}{12 F_b} \quad \text{رابطه-13}$$

مقدار ضریب اطمینان محاسبه شده از رابطه 12 یا 13 نباید از 1/2 کمتر شود .

در صورتی که ضریب اطمینان مطابق رابطه 12 کمتر از 1/2 شود نیاز به استفاده از ژئوتکستایل می باشد . در محاسبات ابتدا به عنوان پیش فرض مقداری برای طول  $L_G$  در نظر گرفته می شود . سپس مقادیر  $W_{SG}$  و  $W_{S2}$  و  $W_S$  محاسبه و مقدار ضریب اطمینان از رابطه 13 محاسبه می گردد . با سعی و خطا تلاش می شود ضریب اطمینان به 1/2 نزدیک شود و مقدار طول مناسب برای قسمت ژئوتکستایل شده ( $L_G$ ) بدست آید .

تذکر : با توجه به اینکه لازم است برای انجام تعمیرات ، از هر طرف خط جوش 50 سانتیمتر بدون پوشش ژئوتکستایل باشد لذا از یک شاخه 12 متری لوله حداکثر می بایست 11 متر آن با ژئوتکستایل پوشش داده شود . در صورتیکه مقدار  $L_G$  بدست آمده از محاسبات بیشتر از 11 متر گردد باید بطرق دیگر ( نظیر افزایش عمق دفن لوله ) طول قسمت ژئوتکستایل شده ( $L_G$ ) را به حداکثر 11 متر تقلیل داد .



4-5 - محاسبه نیروی کششی ایجاد شده در ژئوتکستایل ( $T_{exist}$ ) : مقدار نیروی کششی ایجاد شده در طول کل ژئوتکستایل از رابطه 14 بدست می آید :

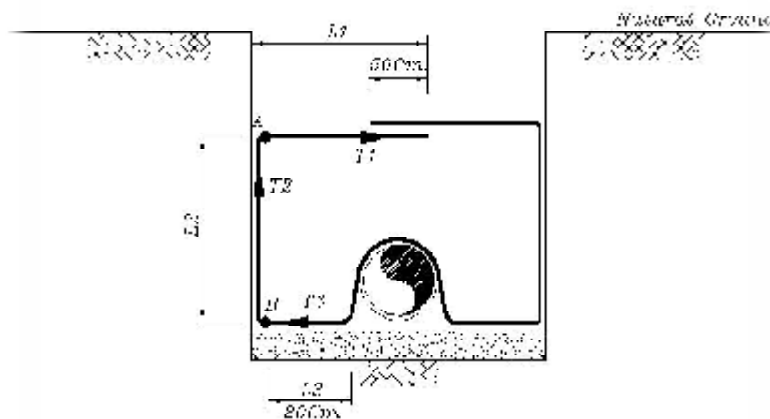
$$T_{exist} = \frac{12(F_b - W_p) - W_s L_G}{2} \quad \text{رابطه - 14}$$

مقدار نیروی کششی بر واحد طول ژئوتکستایل ( $T_d$ ) از رابطه 15 بدست می آید :

$$T_d = \frac{T_{exist}}{L_G} \quad \text{رابطه - 15}$$

مقدار  $T_d$  باید از مقدار مجاز ( $T_{all}$  بدست آمده از رابطه 1) کمتر باشد در غیر اینصورت با اتخاذ تمهیداتی نظیر افزایش  $L_G$  و یا افزایش عمق دفن لوله یا تغییر نوع ژئوتکستایل می بایست مقدار کشش ایجاد شده از حد مجاز کمتر شود .

4-6 - حفظ یکپارچگی بسته ژئوتکستایل : کنترل حفظ یکپارچگی بسته ژئوتکستایل با توجه به نحوه اجرا به یکی از دو روش زیر الزامی است :



شکل-2

4-6-1 - در صورتیکه ژئوتکستایل مطابق بند 3-2-1 اجرا شود نیروی اصطکاک بین نوار ژئوتکستایل و خاک برای سه قسمت مطابق با شکل 2 به صورت زیر محاسبه می گردد :

▼ نوار ژئوتکستایل فوقانی شامل قسمت افقی به طول  $L_1$  :

نیروی اصطکاک بین خاک و ژئوتکستایل برای یک شاخه لوله در نوار فوقانی ( $T_1$ ) از رابطه 16 بدست می آید :

$$T_1 = 2 \times \mu \cdot \sigma_{VA} \cdot L_1 \cdot L_G \quad \text{رابطه- 16}$$

$\sigma_{VA}$  : فشار عمودی موثر وارد از طرف خاک برنوار ژئوتکستایل در نقطه A

$L_1$  : طول ژئوتکستایل مطابق شکل 2 برابر  $L_1 = \left(\frac{B}{2} + 0.25\right)$  خواهد بود. (مقادیر  $L_1$  و  $B$  بر حسب متر)

مقدار  $\sigma_{VA}$  از روابط 17 یا 18 محاسبه می شود .

$$+ (\gamma_{sat} - \gamma_w)(h_2 - 0.7) \quad h_2 \geq 0.7 \text{ m} \quad \text{برای} \quad \text{رابطه - 17}$$

$$\sigma_{VA} = \gamma_t h_1$$

$$\sigma_{VA} = \gamma_t (h_1 + h_2 - 0.7) \quad h_2 < 0.7 \text{ m} \quad \text{برای} \quad \text{رابطه - 18}$$

$\mu$  : ضریب اصطکاک بین خاک و ژئوتکستایل می باشد. در صورت عدم دسترسی به نتایج آزمایشگاهی مقدار  $\mu = 0.67 \tan \varphi$  در نظر گرفته شود.  $\varphi$  : زاویه اصطکاک داخلی بین ذرات خاک

▼ نوار ژئوتکستایل میانی شامل قسمت عمودی واقع در حدفاصل نقاط A تا B به طول  $L_2$  :

مقدار نیروی اصطکاک بین خاک و ژئوتکستایل در نوار میانی ( $T_2$ ) از رابطه 19 بدست می آید :

$$T_2 = 2 \times \mu \cdot K_0 \left( \frac{\sigma_{VA} + \sigma_{VB}}{2} \right) L_2 \cdot L_G \quad \text{رابطه- 19}$$

$\sigma_{VB}$  : فشار عمودی موثر وارد برنوار ژئوتکستایل در نقطه B

$L_2$  : طول ژئوتکستایل مطابق شکل 2 برابر  $L_2 = (0.7 + D_0)$  خواهد بود (مقادیر  $L_2$  و  $D_0$  بر حسب متر)

مقدار  $\sigma_{VB}$  از رابطه 20 محاسبه می گردد :

$$\sigma_{VB} = \gamma_t h_1 + (\gamma_{sat} - \gamma_w)(h_2 + D_0) \quad \text{رابطه- 20}$$

$K_0$  : ضریب فشار خاک در حالت سکون

مقدار  $K_0$  از رابطه 21 محاسبه می شود :

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad \text{رابطه- 21}$$

▼ نوار ژئوتکستایل واقع در پایین ترین قسمت واقع در تراز پایین لوله به طول  $L_3$  :

مقدار نیروی اصطکاک در این قسمت از رابطه 22 محاسبه می گردد :

$$T_3 = 2 \times L_G \cdot \mu \cdot \sigma_{VB} \cdot L_3 \quad \text{رابطه- 22}$$

$L_3$ : طول ژئوتکستایل مطابق شکل 2 برابر  $L_3 = 0.2 \text{ m}$  خواهد بود .

در صورت تغییر ابعاد کانال از حالت استاندارد ، مقادیر واقعی  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  می بایست تعیین و در محاسبات وارد شود .

مقدار ظرفیت اصطکاکی ژئوتکستایل با در نظر گرفتن اصطکاک بین خاک و دو طرف ژئوتکستایل از رابطه 23 بدست می آید :

$$T_{\text{total}} = T_1 + T_2 + T_3 \quad \text{رابطه-23}$$

ضریب اطمینان برای جلوگیری از باز شدن بسته ژئوتکستایل از رابطه 24 بدست می آید :

$$F_{\text{spull out}} = \frac{T_{\text{total}}}{T_{\text{exist}}} \quad \text{رابطه - 24}$$

ضریب اطمینان بدست آمده از رابطه 24 نباید کمتر از 1/2 باشد .

4-6-2 - در صورتیکه ژئوتکستایل مطابق بند 3-2-2 اجرا شود انجام تست مقاومت کششی دوخت ژئوتکستایل ضروری است . این تست پس از مشخص شدن دستگاه دوخت و تهیه نمونه مطابق باند 5 - 6 استاندارد IGS-M-PL-025 انجام گرفته و ظرفیت کششی نمونه حاصله نباید کمتر از ظرفیت کششی ژئوتکستایل ( $T_{ult}$ ) باشد.

## ضمیمه 2: مشخصات فنی و دامنه مجاز برای ژئوتکستایل مصرفی

ردیف	اطلاعات مورد نیاز	محدوده مجاز	روش انجام آزمایش												
1	تنش نهایی کششی ژئوتکستایل	ژئوتکستایلهای بافته نشده بالیاف منقطع $T_{ult} \geq 3.32 T_d$ ژئوتکستایلهای بافته شده/بافته نشده بالیاف پیوسته $T_{ult} \geq 2.66 T_d$	EN -ISO -10319												
2	نفوذپذیری ژئوتکستایل	$\geq 0.12 \text{ cm/sec}$	BS- EN - ISO - 11058												
3	مقاومت کششی ژئوتکستایل پاره شده	$\geq 0.4 T_{ult}$	ASTM D4632												
4	حداقل سایز $O_{90}$	$\geq 105 \mu\text{m}$	EN - ISO 12956												
5	مقاومت کششی ژئوتکستایل دوخته شده	$\geq T_d$	مطابق بند 5-7 نمونه تهیه شده و آزمایش مطابق EN -ISO -10319 انجام می شود .												
6	ضخامت ژئوتکستایل	---	EN -964-1												
7	درصد تغییر شکل ژئوتکستایل به ازای سطح تنش طراحی ( $T_d$ ): این مقدار از منحنی تنش - تغییر شکل ژئوتکستایل بدست می آید .	<table> <tr> <td>D ≤ 30 inch</td> <td>Max 50%</td> </tr> <tr> <td>D = 36 inch</td> <td>Max 43%</td> </tr> <tr> <td>D = 40 inch</td> <td>Max 38%</td> </tr> <tr> <td>D = 42 inch</td> <td>Max 36%</td> </tr> <tr> <td>D = 48 inch</td> <td>Max 32%</td> </tr> <tr> <td>D = 56 inch</td> <td>Max 27%</td> </tr> </table>	D ≤ 30 inch	Max 50%	D = 36 inch	Max 43%	D = 40 inch	Max 38%	D = 42 inch	Max 36%	D = 48 inch	Max 32%	D = 56 inch	Max 27%	EN -ISO -10319
D ≤ 30 inch	Max 50%														
D = 36 inch	Max 43%														
D = 40 inch	Max 38%														
D = 42 inch	Max 36%														
D = 48 inch	Max 32%														
D = 56 inch	Max 27%														

ضمیمه 3 : تخمین تقریبی طول قسمت ژئوتکستایل شده هر شاخه 12 متری لوله

طول قسمت ژئوتکستایل شده هر شاخه 12 متری لوله ( بر حسب متر ) *	قطر لوله ( اینچ )
3	16
3	20
3	24
4	30
5	36
6	40
7	42
8	48
9	56

\* مقادیر ارائه شده در جدول فوق صرفاً جهت برآورد اولیه بوده و مقدار ژئوتکستایل مورد نیاز می بایست پس از انجام مطالعات ژئوتکنیک مطابق روش ارائه شده در ضمیمه 1 محاسبه شود .

ضمیمه 4 : برگه استعلام اطلاعات فنی محصولات ژئوتکستایل از تولیدکنندگان خارجی

## Description:

The geotextile fabric shall be made of woven or non – woven type , comprising 100 percent polypropylene or 100 percent polyester continuous or staple (short) fibers.

Geotextile manufactured from heat bonded shall not be accepted.

All requirements concerning oxidation, chemical and microbiological resistance, hydrolysis have to be met.

<i>Properties</i>	<i>Unit</i>	<i>Test Method</i>	
Tensile Strength	kN/m	EN ISO 10319	
Permability	Cm/sec	BS EN ISO 11058	
Grab Strength	kN/m	ASTM D4632	
Opening Size (O <sub>90</sub> )	µm	EN ISO 12956	
Thickness	mm	EN 964-1	
Load at Elongation	%50	kN/m	EN ISO 10319
	%43		
	%38		
	%36		
	%32		
	%27		