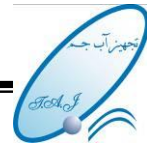


شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)  
(طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب)

تجهیز آب جم

# ساخت و تولید منهول های پیش ساخته کامپوزیتی

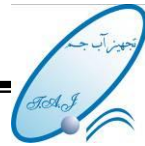
تهیه و تنظیم: شرکت تجهیز آب جم



## ۱- مقدمه

اگرچه منهول ها از اجزاء اصلی طراحی تأسیسات تصفیه خانه های آب و فاضلاب به روش مهندسی بشمار نمی آیند، اما جزو تأسیسات جانبی و تکمیلی مهم در شبکه های جمع آوری و خطوط انتقال فاضلاب محسوب می گردند. بطور کلی کاربرد منهول ها و بهره گیری از آنها در طرح های مربوط به تأسیسات جمع آوری و خطوط انتقال فاضلاب، بمنظور ایجاد محل بازدید و بازرسی های دوره ای لوله ها مورد نیاز می باشد. در شبکه های جمع آوری و خطوط انتقال فاضلاب نیز در مناطقی که توپوگرافی نامناسب و ناهمگن باشد و یا شیب زمین تأمین کننده سرعت و سایر مشخصه ها و مؤلفه های هیدرولیکی جریان نباشد، به ناچار از منهول های ریزشی (Drop Manhole) و یا منهول های بالابر (منهول پمپ) جهت هدایت و انتقال فاضلاب به تأسیسات پایین دستی و تصفیه خانه ها استفاده می شود.

معمولاً لوله انتقال فاضلاب که وظیفه هدایت فاضلاب تولیدی جوامع به محل احداث تصفیه خانه را برعهده دارد، در صورت امکان جریان ثقلی فاضلاب به محل ورود به تصفیه خانه در رقوم ارتفاعی پایین تری نسبت به سطح زمین به تأسیسات تصفیه وارد می شود. بنابراین پیش بینی تأسیساتی در مسیر راه انتقال فاضلاب بمنظور جلوگیری از گرفتگی، رفع انسدادها، بازرسی ها، تعمیرات احتمالی، تمیزکاری های دوره ای و سرویس دهی ماهیانه و سالیانه لازم و ضروری می باشد. از اینرو عنوان اولین تأسیسات پیش از تصفیه خانه ها را می توان به منهول های انتقال فاضلاب اختصاص داد. معمولاً برای انتخاب گزینه مناسب منهول های فاضلاب مقایسه های اقتصادی و فنی توأم انجام می شود و ضمن ارزش گذاری عوامل مختلف، گزینه ای که بالاترین امتیاز را داشته باشد، بعنوان گزینه مناسب انتخاب می گردد. در خصوص انتخاب جنس بدنه و مصالح ارجح نیز همین اصل صادق است، لذا بر اساس تجربیات حاصله و با توجه به افزایش جهانی بهای فلزات مقاوم و همچنین مصالح ساختمانی و طول عمر سازه و همچنین کاهش هزینه های سرمایه گذاری اولیه (اجراء)، هزینه های راهبری، بهره برداری و نگهداری سالیانه، براساس شاخص های جهانی، استفاده از مواد، متریال، محصولات و ترکیبات کامپوزیتی به لحاظ شرایط فنی، اقتصادی و زیست محیطی بسیار مناسب تر، کارآمدتر و ارجح تر می باشد. در همین راستا، طراحی و ساخت منهول های فاضلاب از جنس کامپوزیت در قالب منهول های پیش ساخته بعنوان یک راهکار مناسب، بررسی و به مرحله اجراء رسیده است. در ادامه به معرفی و تشریح انواع منهول های موجود و قدیمی، کاربرد و مزایای آنها، معرفی تپ های جدید منهول های کامپوزیتی ساخته شده براساس قطرها و عمق های مختلف استقرار، طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه منهول و اشکال مختلف بدنه پرداخته شده است.



## ۲- آد مروها (منهول ها) و انواع آنها

ساخت و ایجاد سازه ای به نام آد مرو یا منهول در اجرای شبکه های جمع آوری و خطوط انتقال فاضلاب به دو منظور عمده صورت می گیرد:

الف- جهت سهولت دسترسی به مجرای فاضلابرو، تا کارگران مربوطه بتوانند براحتی و با ضریب اطمینان مناسب وارد سیستم شبکه گردیده و عملیات تعمیرات، نگهداری، تمیزکاری و سرویس دهی دوره ای را انجام دهند.

ب- با توجه به اینکه در شبکه جمع آوری و خطوط انتقال فاضلاب، امکان تولید گازهای خورنده از جمله  $H_2S$  و  $NH_3$  و به دنبال آن ایجاد بخارات اسیدی  $H_2SO_4$  و  $HNO_3$  وجود خواهد داشت، لذا وجود منافذی جهت تهویه و خروج گازهای خورنده بسیار ضروری است. این امر از طریق آد مرو در فواصل مناسب در طول مسیر فراهم می گردد.

### - کاربرد منهول ها

الف- امکان استقرار و کارگذاری در مسیر شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب های بهداشتی (فاضلاب شهری / روستائی / کلیه مراکز و اجتماعات کوچک و بزرگ)، فاضلاب های بیمارستانی و صنعتی و پساب های تصفیه شده، رواناب ها، آبهای سطحی و ... ؛

ب- امکان بازدید و بازرسی اپراتور بمنظور جلوگیری از گرفتگی، رفع انسدادها، تعمیرات احتمالی، تمیزکاری های دوره ای و سرویس دهی ماهیانه و سالیانه لوله ها و مسیر انتقال فاضلاب یا سیال منتقل شونده؛

با توجه به اینکه جنس بدنه این منهول ها کامپوزیت تقویت شده با خصوصیات منحصر بفرد از قبیل مقاومت در برابر رطوبت محیطی، خوردگی، پوسیدگی، زنگ زدگی، تجزیه پذیری، ضربه، تنش، pH، درجه حرارت، تغییر شکل، انعطاف پذیری و استحکام ویژه بالا می باشد، بنابراین در اکثر مراکز، ارگان ها، سازمان ها، اجتماعات شهری و روستائی، بیمارستان ها، صنایع و .... برای انتقال و هدایت فاضلاب و پساب بسیار مناسب و ایده آل می باشد.

ضوابطی که در محل پیش بینی احداث آد مروها رعایت می گردد، به قرار ذیل است:

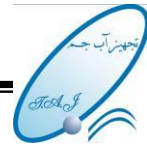
۱- در محل اتصال لوله های اصلی و فرعی، در نقاطی که دو یا چند لوله جمع آوری فاضلاب بهم برخورد می کنند. (نکته: در نقاط انشعاب منازل به لوله جمع کننده فاضلاب، نیازی به احداث آد مرو نمی باشد)؛

۲- در ابتدای کلیه خطوط فاضلابرو؛

۳- در نقاطی که لوله فاضلابرو تغییر قطر می دهد؛

۴- در نقاطی که شیب لوله شبکه جمع آوری فاضلاب تغییر می یابد؛

۵- در نقاطی که مسیر فاضلابرو تغییر جهت می یابد؛



۶- در نقاطی که عمق لوله گذاری (کارگذاری لوله) تغییر می یابد (آدمروهای ریزشی). در نقاط اتصال انشعابات خانگی به خطوط فاضلابرو بمنظور کاهش هزینه های اجرایی، احداث آدمرو الزامی نبوده و می توان از تیپ های اتصالات خانگی استفاده نمود. لازم به ذکر است که تعداد آدمروها در اقطار پایین، نسبت به اقطار بالاتر افزایش می یابد. بطور کلی برای قطرهای پایین تر از ۴۰۰ میلی متر حداکثر فاصله آدمروها با توجه به قدرت عملکرد دستگاه واترجت که در دوران بهره برداری برای تمیز کردن لوله ها مورد استفاده قرار می گیرد، ۷۰ متر و برای قطرهای بالاتر حداکثر فاصله تا ۱۲۰ متر خواهد بود. در صورتی که تجهیزات پیشرفته لایروبی و نگهداری شبکه در واحد بهره برداری کننده وجود داشته باشد، می توان از فواصل طولانی تری نیز استفاده نمود.

با توجه به موارد عنوان شده، چنانچه در مسیرهای مستقیم هیچکدام از ضوابط اشاره شده فوق جهت احداث آدمرو وجود نداشته باشد، متناسب با قطر فاضلابرو، فواصل احداث آدمرو در مسیرهای مستقیم و مطابق فواصل مندرج در جدول شماره ۱ ضروری می باشد.

جدول شماره ۱- فواصل احداث آدمروها در شبکه جمع آوری فاضلاب

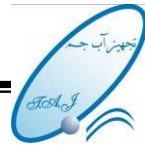
فاصله آدمرو (متر)	فاصله آدمرو (متر) (بر اساس نشریه شماره ۱۶۳ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور)	قطر لوله (میلیمتر)
۵۵	۵۰ تا ۸۰	۲۰۰-۳۰۰
۷۰ تا ۸۰	۶۰ تا ۹۰	۳۰۰-۶۰۰
۸۰ تا ۱۲۰	۷۰ تا ۱۱۰	۶۰۰-۱۰۰۰

### ۳- نوع و جنس منهول ها

منهول ها بر اساس نوع مصالح بکار رفته (جنس، مواد، ترکیبات و متریکال) به پنج دسته کلی زیر تقسیم بندی می شوند:

- ۱- آجری؛
- ۲- بتنی درجا؛
- ۳- بتنی پیش ساخته؛
- ۴- پلی اتیلن (P.E)؛
- ۵- کامپوزیت یا فایبرگلاس (FRP or GRP).

در ادامه به شرح مختصری در مورد هر یک از موارد فوق الذکر خواهیم پرداخت.

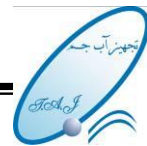


### ۳-۱- آد مروهای آجری

این نوع آد مروها در شبکه های قدیمی و سنتی جمع آوری فاضلاب مورد استفاده قرار می گرفته است و لیکن امروزه به سبب جایگزینی لوله های بتنی و آزیست و همچنین منهول های فایبرگلاس و کامپوزیت و توسعه تکنولوژی ساخت، کاربرد این نوع آد مروها بسیار محدود گشته است و در واقع منسوخ گشته است. استفاده از آد مروهای آجری مستلزم صرف وقت زیاد برای اجرای آد مرو است و با توجه به دپوی مصالح بنائی در محل پروژه، منجر به انسداد معابر و پیاده روها می شود و از سوی دیگر کنترل نحوه اجراء و کیفیت تمام شده این آد مروها مشکل بوده و عمر مفید آنها بستگی به اجرای صحیح و درست آنها دارد. در مکان هایی که سطح آبهای زیرزمینی بالا باشد، میزان نشست نفوذی به شبکه از طریق این سازه ها بیشتر از آد مروهای بتنی است اما گاهی بدلیل شرایط خاص اجرایی نظیر کوچه های بسیار باریک، استفاده از این آد مروها غیر قابل اجتناب می گردد. در صورتیکه از این آد مروها بصورت غیرمسلح نیز استفاده می گردد، بهتر است شکل مقطع به جهت مقاومت در مقابل بارهای مختلف وارده از خاک، مدور در نظر گرفته شود. برای لوله های تا قطر ۵۰۰ میلی متر و تا عمق حداکثر ۲/۵ متر، دیواره هایی به ضخامت ۳۰ سانتیمتر و برای عمق حداکثر ۳/۵ متر دیواره هایی به ضخامت ۴۵ سانتیمتر، در ساخت و اجرای این آد مروها مورد نیاز است.

### ۳-۲- آد مروهای بتنی

در حال حاضر، این نوع آد مروها برای اقطار پائین تر از ۸۰۰ میلیمتر بدلیل حداقل نیاز به بتن ریزی درجا و قالب بندی و در نتیجه سرعت عمل زیاد در اجراء پیشنهاد می شود. از نظر سازه ای آد مروهای پیش ساخته، از یک کف بتنی ترجیحاً درجا و تعدادی رینگ با ارتفاع حداکثر یک متر که بخوبی بر یکدیگر سوار هستند، تشکیل شده اند. در صورتیکه شعاع رینگ زیاد باشد، بهتر است در ورودی از چند رینگ با قطر کم استفاده نموده و بعد به وسیله تبدیل هایی، قطر کوچک به بزرگ تبدیل گردد. پس از اجرای هر سه قسمت پیش ساخته، یک پرده مقاوم دیافراگم اجراء می شود تا مجموع سیستم در مقابل بارهای جانبی و همچنین بارهای دینامیکی مقاوم باشد. برای سهولت اجرا ضروریست که قطعات تا حد امکان سبک ساخته شود و ضخامت بین ۱۵-۱۰ سانتیمتر مناسب به نظر می رسد. برای ایجاد چنین ضخامتی ضروری است که مقطع رینگ ها حتماً به صورت مدور ساخته شوند. مقاطع مستطیلی دارای لنگرهای منفی و مثبت بوده و نیاز به دو لایه آرماتور دارند که ضخامت حداقل ۲۰ سانتیمتر را طلب می کند. همچنین محیط یک مربع به ضلع ۱۰۰ سانتیمتر بیش از محیط دایره به قطر ۱۰۰ سانتیمتر است که هر دو تقریباً کاربری مشابهی دارند. در مجموع در مقایسه یک رینگ دایره ای با ارتفاع  $h$  و قطر  $D$  با یک رینگ مربعی با ارتفاع  $h$  و اضلاع  $D$ ، وزن قطعه



اول کمتر از نصف قطعه دوم خواهد شد. در آدمروی پیش ساخته ضروری است که خاک اطراف آدمرو به خوبی متراکم و تحکیم گردد و در صورت نیاز از دوغاب سیمان و یا مصالح تثبیت کننده دیگر استفاده شود.

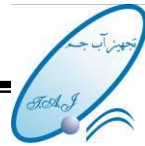
برای اقطار ۶۰۰ میلیمتر و بالاتر از آن، به سبب افزایش ابعاد رینگ ها و در نتیجه مشکلات حمل و نقل، آدمروهای درجا پیشنهاد می شود.

با توجه به مطالب بیان شده، می توان گفت که تعداد آدمروها، محدودیت زمانی و اجرایی ساخت آنها و شرایطی از قبیل عمق ایستابی سفره های آب زیرزمینی، جنس خاک و نهایتاً مسایل ترافیکی، از عوامل مهم در انتخاب جنس آدمروها می باشند. بعنوان مثال در نقاط پرتراфик پارامترهایی همچون سرعت اجراء، استحکام و در مناطق داری سطح ایستابی بالای سفره های زیرزمینی، نفوذ ناپذیر بودن، عوامل تعیین کننده در انتخاب جنس آنها می باشد.

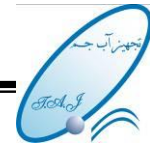
### ۳-۳- منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و مزایای آنها

بطور کلی منهول های پیش ساخته کامپوزیتی که قابلیت حمل را دارند در مقایسه با منهول های بتنی، آجری که در محل ساخته می شوند یا منهول های پلی اتیلنی دارای مزایای بسیاری می باشند که در ذیل بطور خلاصه به چند مورد از مهمترین آنها اشاره شده است:

- ۱- قابلیت ساخت سیستم در کارگاه های ساخت و تولید در اقصی نقاط کشور؛
- ۲- امکان طراحی موردی و خاص بمنظور جلوگیری از انتشار آلاینده ها، میست ها و بخارات سیال در محیط اطراف؛
- ۳- مقرون بصرفه بودن بدلیل شکل استوانه ای آن و نیاز به حداقل فضای مورد نیاز در زمان حمل و نقل، جابجائی و انبار کردن در محل پروژه؛
- ۴- کاهش تولید و انتشار بوهای متعفن در محدوده اطراف منهول کامپوزیتی؛
- ۵- قابلیت کاربرد و نصب آسان این منهول ها در مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی بالاست (بدلیل آب بند بودن کامل بدنه (سیل بودن) و جلوگیری از نشت فاضلاب از یکسو و انجام عملیات نصب در مدت زمان کوتاه و سهولت نصب از سوی دیگر).
- ۶- در صورت نصب منهول های کامپوزیتی در محل می توان منظر زیبای محیط را نیز حفظ نمود. به عنوان مثال می توان اطراف منهول و حتی خاک پوششی روی آنرا گلکاری و چمنکاری نموده و به حفظ و زیبایی محیط افزود (توجه به دیدگاه زیبائی شناختی).
- ۷- بدلیل آب بند بودن بدنه و اصطلاحاً Seal بودن بدنه منهول، نفوذ آبهای سطحی از قبیل رواناب ها و آب باران نمی تواند باعث افزایش حجم و یا سرریز شدن فاضلاب و محتویات آن به درون شبکه جمع آوری فاضلاب و خطوط انتقال گردد.



- ۸- پوشش مناسب سقف منهول و درب مناسب آن باعث جلوگیری از ورود زایدات، زباله ها، شن و ماسه، خاکریزه و... به درون تنوره منهول شده و بنابراین مشکلات گرفتگی لوله ها و صدمه دیدن تأسیسات پائین دستی منتفی می گردد.
- ۹- پوشش مناسب سقف منهول می تواند از بروز سوانح و حوادثی از قبیل خطر سقوط احتمالی افراد به درون منهول جلوگیری نموده و از ایجاد صدمات پیشگیری نماید.
- ۱۰- در مناطقی که محدودیت زمین وجود دارد و زمین کافی جهت نگهداری و انبار کردن منهول ها در دسترس نیست، رینگ های منهول را می توان در روی هم چیده و در فضائی اندک و حداقل، در باغچه ها یا زمین های بلااستفاده نیز جاسازی نمود.
- ۱۱- عدم وجود مشکل پوسیدگی، زنگ زدگی، خوردگی شیمیایی و تجزیه میکروبی (تخریب زیستی) بدلیل استفاده از ترکیبات مقاوم کامپوزیت در مقایسه با منهول های آجری و بتنی و حتی پلی اتیلنی و در نتیجه کاهش هزینه های تعمیر تأسیسات و تجهیزات، تعویض قطعات و ... و در نهایت کاهش هزینه های راهبری، بهره برداری و نگهداری نیز از مهمترین و بارزترین شاخصه منهول های کامپوزیتی بشمار می آید.
- ۱۲- کاهش انتشار عوامل میکروبی (از قبیل ویروس ها و باکتری های بیماریزا) از طریق جلوگیری از خروج ذرات و قطرات ریز فاضلاب و در نتیجه کاهش انتشار آئروسول ها و بیماری های هوابرد بدلیل مسقف بودن مناسب منهول و آب بند بودن رینگ ها.
- ۱۳- بدلیل اینکه این امکان وجود دارد که کل رینگ های منهول بصورت مونتاز شده به محل پروژه ارسال گردد، از اینرو در پروژه های فورس مازور مدت زمان لازم جهت نصب منهول ها بسیار پایین بوده و بالتبع هزینه های مربوط به نصب نیز کاهش می یابد.
- ۱۴- شکل بهینه هندسی بدنه و رینگ ها حداکثر مقاومت مکانیکی را ایجاد می نماید و از سوی دیگر ابعاد متنوع هندسی از نظر قطر و ارتفاع باعث می شود، تا زمان جابجایی کوتاه و هزینه های حمل و نقل نیز مقرون بصرفه باشد.
- ۱۵- بدلیل اینکه جنس بدنه منهول از کامپوزیت تقویت شده می باشد، لذا ضریب انتقال حرارتی بسیار پائین بوده و در فصول سرد یا گرم سال کاهش و افزایش درجه حرارت محیط اطراف تأثیرات چشمگیر و قابل ملاحظه ای را بر روی خصوصیات سیال نخواهد داشت، بنابراین در مناطق مختلف کشور با شرایط آب و هوایی متفاوت نیز کاربرد دارد.
- ۱۶- در طراحی منهول سعی شده تا هزینه تهیه و تعمیر اجزاء، قطعات و اتصالات بسیار پایین و در حداقل ممکن باشد.
- ۱۷- بدلیل وزن پایین این منهول ها در مقایسه با سایر مواد، امکان جابجایی و حمل و نقل راحت تر و در عین حال سریعتر آنها میسر است.



- ۱۸- بدنه این منهول ها دارای استحکام ویژه بالایی بوده و مقاومت زیادی در برابر تنش، ضربه های احتمالی و شوک های وارده خواهند داشت.
- ۱۹- بدلیل ایزوله بودن کامل منهول و عدم تماس با محیط مجاور، امکان تجمع، رشد و تکثیر حشرات مزاحم، آزاردهنده و ناقل بیماری (از قبیل سوسک، مگس، پشه و ...) و همچنین جوندگان موذی مانند موش، بخصوص در مناطق گرمسیر، به حداقل ممکن می رسد.
- ۲۰- شکل هندسی بدنه منهول نیز بگونه ای طراحی و ساخته شده که حجم غیر مفید (فضاهای مرده، زوایا و گوشه ها) به حداقل ممکن رسیده است.

#### ۴- معرفی تیپ های ساخته شده منهول های کامپوزیتی براساس اقطار مختلف و ارتفاع رینگ ها

لازم به ذکر است که بر اساس مبانی طراحی و محاسبات انجام شده، مشخصات ابعادی تیپ های مختلف منهول ها براساس قطر منهول برای ظرفیت های کم تا متوسط و ظرفیت های بالای سیال و همچنین ارتفاع رینگ ها به شرح جدول شماره ۲ می باشد.

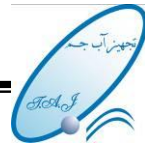
جدول شماره ۲- مشخصات ابعادی منهول های کامپوزیتی با اقطار مختلف و ارتفاع های متغیر

Dimensions		Manhole Model & Types
H (ارتفاع رینگ) (Cm)	$\Phi$ (قطر منهول) (mm)	
20-30-50-75-100-120-150-175-200	600	TAJ-MN1
20-30-50-75-100-120-150-175-200	800	TAJ-MN2
20-30-50-75-100-120-150-175-200	1000	TAJ-MN3
20-30-50-75-100-120-150-175-200	1200	TAJ-MN4
20-30-50-75-100-120-150-175-200	1500	TAJ-MN5

گودی یا قوس تقویتی های سینوسی بدنه براساس شرایط مختلف متفاوت می باشد و در ساخت منهول های کامپوزیتی این شرکت گودی قوس ها از ۲ سانتیمتر الی ۱۵ سانتیمتر متغیر می باشد.

❖ توجه: با توجه به اینکه لوله ورودی به منهول تابع شیب لوله و توپوگرافی زمین می باشد، بنابراین لوله در اعماق مختلفی نسبت به سطح زمین وارد منهول می شود، به همین دلیل ارتفاع منهول براساس مشخصه های طرح و توپوگرافی محل نصب تعیین می گردد و ضخامت لایه ها نیز در اعماق مختلف، بصورت موردی محاسبه و اعمال می گردد.





## ۵- طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه منهول ها

لازم به ذکر است که در این بخش، پیش از پرداختن به مباحث طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه منهول، ارائه مطالبی مختصر در رابطه با مزایا و برتری های ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر مواد خالی از لطف نمی باشد.

### ۵-۱- ویژگی های ترکیبات کامپوزیت و مقایسه با سایر مواد

#### ۵-۱-۱- معرفی ترکیبات کامپوزیت

کامپوزیت ها بطور گسترده ای به عنوان پلاستیک های تقویت شده شناخته می شوند. بطور ویژه کامپوزیت ها، الیاف تقویت کننده ای در ماتریس پلیمری هستند که به نوبه خود دارای ویژگی های منحصر به فردی می باشند. مواد کامپوزیتی از دو جزء الیاف و رزین تشکیل می شوند و الیاف مورد استفاده معمولاً شیشه، کربن یا کولار هستند. انواع رزین های مورد استفاده در تولید قطعات کامپوزیتی شامل پلی استرهای اشباع نشده، وینیل استر، اپوکسی، پلی اوروتان و ... می باشند. در تولید کامپوزیت دو جزء الیاف و رزین بدون واکنش شیمیایی با یکدیگر مخلوط می شوند که در نتیجه ماده نهایی با مقاومت بیشتری نسبت به اجزاء اولیه شکل می گیرد. وزن پایین تر قطعات کامپوزیتی نسبت به سایر مواد نیز بسیار حائز اهمیت می باشد، تا جایی که به عنوان جایگزین قطعات فولادی ۸۰-۶۰ درصد و در قطعات آلومینیومی ۵۰-۲۰ درصد از وزن تجهیزات را کاهش می دهند.

#### ۵-۱-۲- مزایای ترکیبات کامپوزیت

بطور مختصر و مفید، مزایا و برتری های ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر موادی که بطور گسترده و معمول در صنعت تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند (از قبیل فولاد، فولاد زنگ نزن، آلومینیوم، پلی اتیلن، پی وی سی و ...) به شرح زیر می باشد:

۱- مقاومت بسیار بالا در برابر زنگ زدگی و خوردگی شیمیائی (pH) و تجزیه میکروبی

۲- مقاومت بسیار بالا در برابر اشعه UV نور خورشید

۳- مقاومت در برابر ضربه، شوک و انفجار

۴- ضریب انتقال حرارتی بسیار پائین

۵- استحکام ویژه بالاتر در مقایسه با سایر مواد

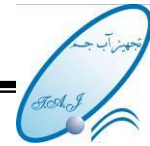
۶- انعطاف پذیری بیشتر بدلیل زمینه پلیمری و شکل پذیری بسیار بالا

۷- مقاومت بیشتر در برابر ضربه و تنش

۸- ضریب انبساط گرمائی پایین

۹- مقاومت خستگی بهتر

۱۰- نیاز به اتصالات کمتر



- ۱۱- ضخامت کمتر با استحکام مساوی
  - ۱۲- هزینه اندک تولید و قیمت مونتاژ و نصب کمتر در مقایسه با سایر مواد
  - ۱۳- امکان استفاده از تأخیرانداز در برابر آتش
  - ۱۴- وزن پایین تر نسبت به سایر مواد
- همچنین در جدول شماره ۳ مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با برخی مواد آورده شده است.

جدول شماره ۳- مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با برخی مواد

پلی آمید GF	PVC + Talk	PVC	چوب	آلومینیوم	فولاد زنگ نزن	فولاد	کامپوزیت	مشخصات مواد
۱/۴	۱/۲	۱/۴	۰/۹	۲/۷	۷/۸	۷/۸	۱/۸	دانشیه (g/cm <sup>3</sup> )
۱۵۰	۳۲	۵۰	۸۰	۲۵۰	۵۰۰	۵۰۰	۶۰۰	استحکام کششی (Mpa)
۶/۵	۴/۵	۳	۱۱	۷۰	۲۱۰	۲۱۰	۳۵	مدول کششی (Gpa)
۲۰	۱۴۰	۱۰۰	۲۰	۲۴	۱۷	۱۴	۸	ضریب انبساط حرارتی (10 <sup>-6</sup> *K <sup>-1</sup> )
۰/۳	۰/۲	۰/۱۶	۰/۳	۱۸۰	۶۰	۵۰	۰/۳	ضریب انتقال حرارت (W/m*k)
۴۰	۴۰	۳۰	۳۰	هادی	هادی	هادی	۱۰	مقاومت الکتریکی (Kv/mm)

در طرح منهول های کامپوزیتی علاوه بر طراحی های فنی و مهندسی بمنظور حصول عملکرد مناسب از دیدگاه سازه ای و دستیابی به استانداردهای مورد نظر، نیازمند طراحی مناسبی برای اطمینان از استحکام سازه ای در تمامی شرایط عملکرد مجموعه هستیم، تا قابلیت اعتماد سیستم در شرایط مختلف کارکرد فراهم گردد. به همین منظور، وزن و فشار خاک در محدوده بیرونی سازه و تنوره منهول (بدنه منهول)، میزان و جهت بارهای وارده، میزان رطوبت محیطی، پایداری و استحکام مکانیکی و سازه ای رینگ های منهول، عوامل تجزیه کننده موجود در خاک و کلیه پارامتر های محیطی مختلف و نیروهای اعمالی آن که می توانند در طی سالیان متمادی بر دیواره ها و اجزاء منهول اثر کرده و باعث فرسایش، خوردگی و در نهایت شکست و تخریب بدنه سیستم شوند، در آنالیز سازه ای اجزاء توسط نرم افزار، مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات کامپوزیتی تا حد زیادی از شدت این عوامل می کاهد و برخی را حذف می نماید. بطوری که با استفاده از مواد کامپوزیتی مشکلاتی نظیر خوردگی و زنگ زدگی اتفاق نمی افتند. اگر چه مواد کامپوزیتی دارای مزایایی هستند، اما روش استفاده از آنها و رعایت نکات ویژه در استفاده از آنها ضروری است. بدین معنی که سازنده اینگونه

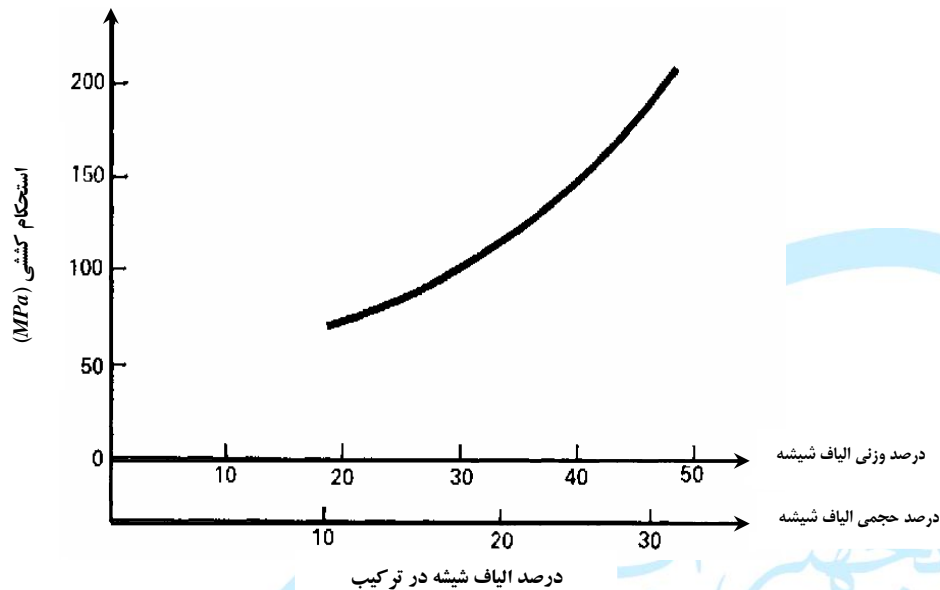
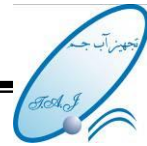


شایان ذکر است که مقاومت مکانیکی مواد کامپوزیتی در مقایسه با فلزات متفاوت بوده و نسبت استحکام به وزن آنها از اغلب فلزات و مواد سرامیکی بیشتر است.



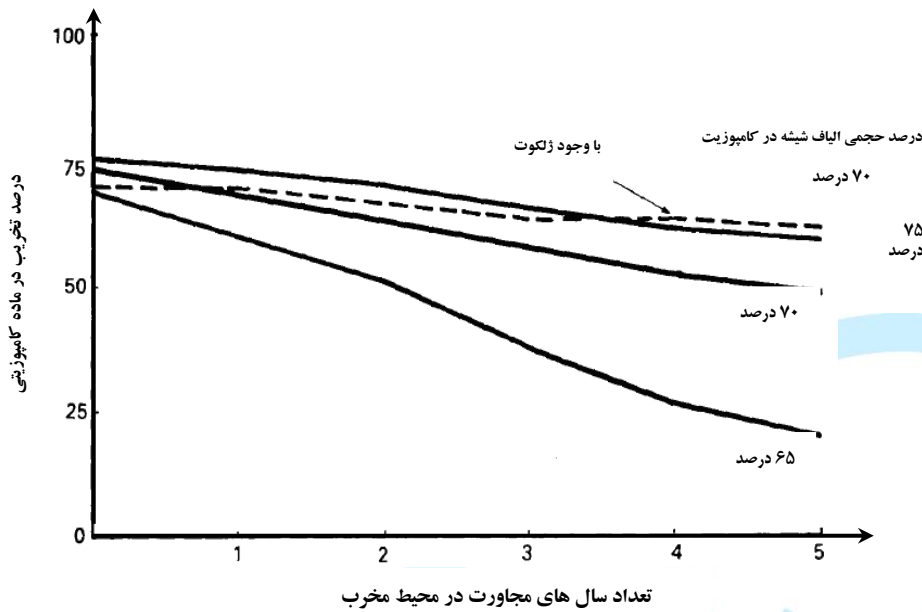
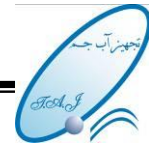
شکل شماره ۲- اشکال گوناگون الیاف شیشه، پرکاربردترین الیاف مواد کامپوزیتی

البته مقاومت سازه ای مواد کامپوزیتی با عوامل مختلفی که به روش تولید و طراحی باز می گردد، بستگی دارد و در صورت فقدان دانش کافی در استفاده از این مواد، خصوصیات برتر کامپوزیت ها نسبت به فلزات به سادگی از میان می رود. نمودار شماره ۱ کاهش مقاومت کششی نهایی در کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر را با کاهش نسبت الیاف به رزین در ترکیب، نمایش می دهد.



نمودار شماره ۱- کاهش شدید مقاومت نهایی کششی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با کاهش نسبت الیاف به رزین

مورد دیگر که در کاربرد مواد کامپوزیتی مخصوصاً در صنعت آب و فاضلاب اهمیت فراوان دارد، تأثیر آب در کاهش خصوصیات مکانیکی مواد کامپوزیتی است. مواد مرکب نیز با جذب آب و گذشت مدت زمان طولانی به تدریج در مقابل نیروهای وارده سست شده و ممکن است دچار شکست شوند. نکته حائز اهمیت در این پدیده اثر فراوان روش ساخت، کیفیت ساخت و طراحی بهینه مخصوصاً در نقاط دارای تمرکز نیرو یا نقاط ضعف سازه کامپوزیتی است. نمودار شماره ۲ درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با کیفیت ها و روش های مختلف ساخت و مرور مدت زمان تأثیر را نشان می دهد. کیفیت ساخت پایین دارای درصد بالای تخریب با گذشت زمان است.



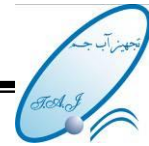
نمودار شماره ۲- درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با گذشت زمان در کیفیت های مختلف ساخت

با توجه به عوامل اشاره شده، اهمیت طراحی مناسب و استفاده از نوع خاص رزین و الیاف مقاوم در برابر این عوامل فرسایشی و دقت در روش تولید و کیفیت محصول تأثیر بسزایی در عمر مفید و نهایی یک سازه کامپوزیتی می گذارد و برخلاف قطعات فلزی، حتی با استفاده از یک نوع ماده اولیه کامپوزیتی، کیفیت محصول نهایی به دقت و دانش تولید کننده باز می گردد.

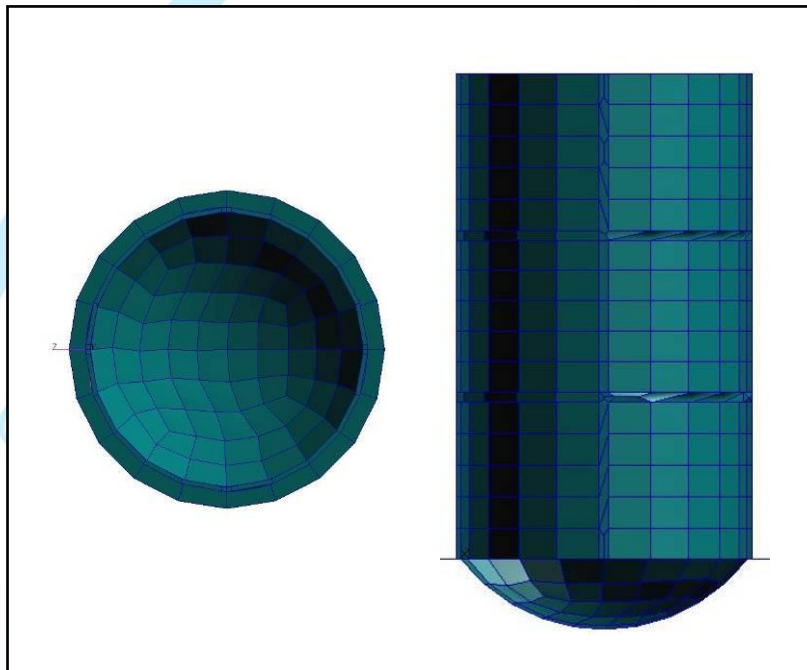
## ۲-۸- روش طراحی و مدلسازی سازه منهول

همانطور که اشاره گردید، مصالح کامپوزیتی انعطاف پذیری بالایی در تولید دارند و به هر شکل و با هر ترکیب و جهتی می توان از آنها برای ساخت انواع سازه های پیچیده هندسی با نیروهای اعمالی بالا نیز استفاده کرد. البته وجود چنین خاصیتی می تواند باعث استفاده نادرست و غلط از این مواد نیز شود.

با گسترش استفاده از مواد مرکب در صنایع گوناگون در کشورهای صنعتی و لزوم انجام محاسبات پیچیده طراحی به روش دستی و سنتی، نرم افزار های محاسباتی اجزاء محدود نیز رشد روز افزون داشته اند، به طوری که امروزه با صحت و دقت بالایی انواع اشکال پیچیده هندسی را به سرعت مدلسازی کرده و با صرف زمان و هزینه اندک مدلسازی کامپیوتری، روش سعی و خطا در تولید محصولات کامپوزیتی را از میان برده اند و بهترین و بهینه ترین روش استفاده و لایه چینی را مشخص می نمایند.

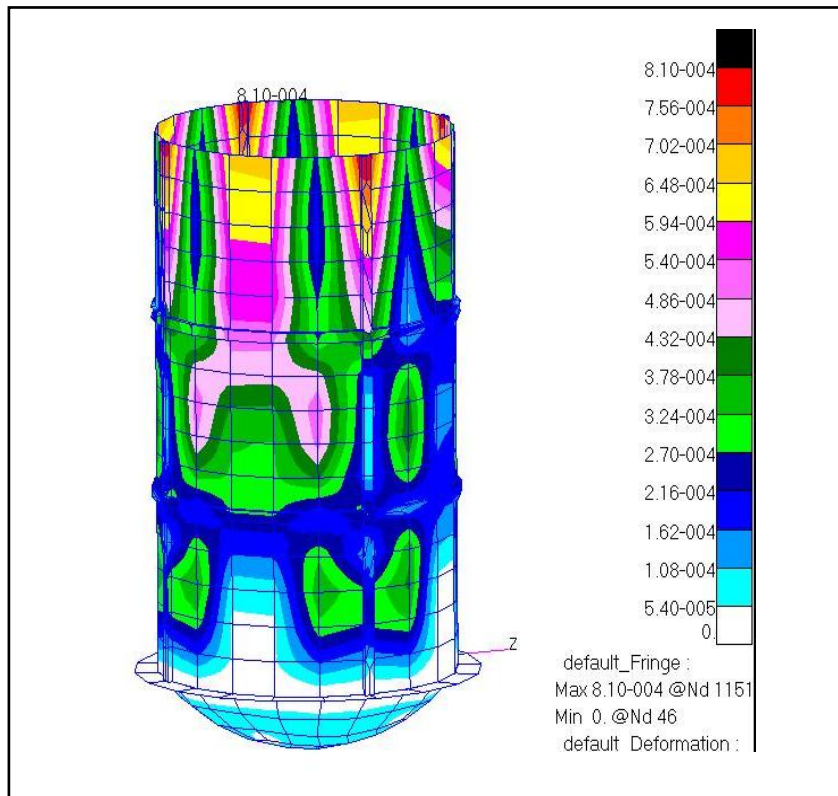


در طرح حاضر نیز با توجه به حساسیت و وجود نیروهای فشاری در تمامی بازه عمر مفید بدنه و سازه منهول ها، طراحی و مدلسازی کامپیوتری ضروری بوده است. مدلسازی انجام شده توسط نرم افزار Msc.Nastran یکی از کاملترین نرم افزار های اجزاء محدود در مدلسازی مواد مرکب صورت پذیرفته و براساس آنالیز تنش ها و تغییر شکل دیواره ها بر اثر نیروی وارده و فشار وزن سیال بر بدنه منهول، مناسب ترین لایه چینی در هر قسمت پیشنهاد شده است. در نرم افزارهای اجزاء محدود، ابتدا با استفاده از مدل CAD ساخته شده، طرحی سه بعدی از سازه تهیه می شود که در آن اجزاء به المان های کوچکی تقسیم می شوند، سپس با اعمال بارگذاری بر سازه، نیروی وارده بر هر المان کوچک محاسبه شده و نقاط ضعف و قوت سازه مشخص می شوند. حال با تغییر شکل سازه و افزایش و کاهش لایه چینی ها به بهینه ترین شکل که نقطه ضعیف و نزدیک به شکستی نداشته باشد، دست می یابیم. شکل شماره ۳ نحوه تقسیم سازه منهول به المان های اجزاء محدود را در نرم افزار نمایش می دهد.



شکل شماره ۳- نحوه تقسیم سازه منهول پمپاژ به المان های اجزاء محدود

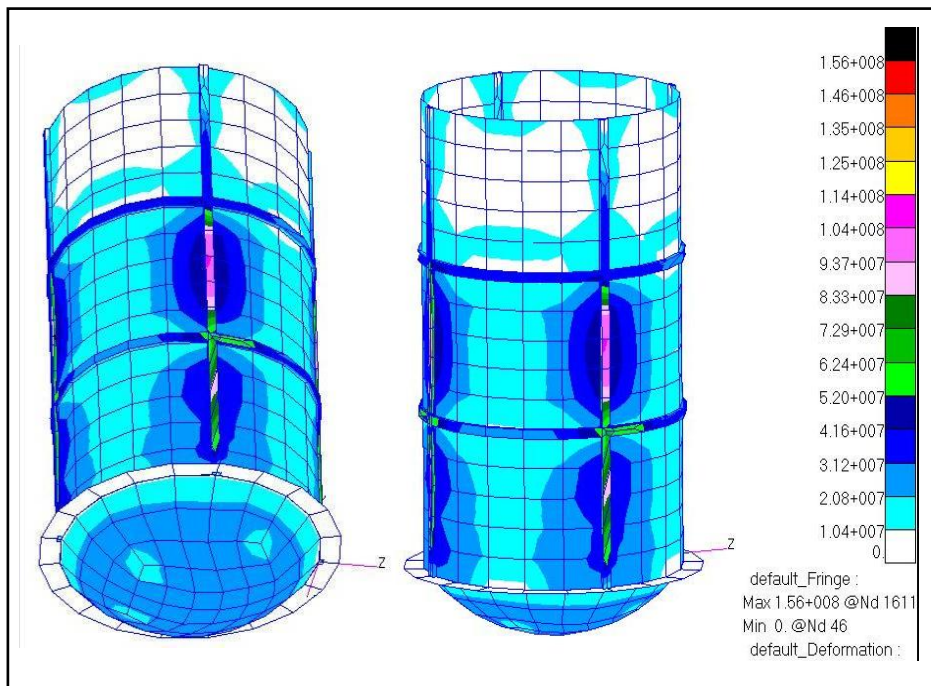
در نهایت با اعمال شرایط مختلف بارگذاری و تغییر شکل سازه، بهترین نوع مقاوم سازی با کمترین سطح تنش های وارده بر آن محاسبه می شود، شکل شماره ۴ نحوه توزیع تنش در قسمت های مختلف سازه منهول را در هنگام عملکرد نمایش می دهد.



شکل شماره ۴- نحوه توزیع فشار در قسمت های مختلف سازه منهول

پس از تعیین نحوه توزیع تنش بر دیواره های کامپوزیتی، نوع و چگونگی اتصالات و نگهدارنده های مورد نیاز در زمان نصب سازه و عملکرد برای شرایط بحرانی تعریف شده و تمامی اجزاء سیستم برای اینحالت طراحی می شوند. علاوه بر معیار شکست دیواره ها بر اثر نیروهای وارده، تغییر شکل نهایی سازه نیز معیار طراحی بوده است. شکل شماره ۵ نحوه جابجایی دیواره ها بر اثر اعمال نیروی وارده را نمایش داده است.

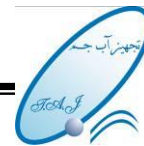




شکل شماره ۵- نحوه تغییر شکل نهایی دیواره ها به عنوان یکی از معیارهای طراحی

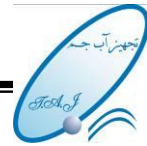
طراحی سازه های کامپوزیتی به این روش علاوه بر ایجاد سهولت و دقت در مراحل طراحی ضامن کیفیت نهایی محصول و عمر بالای عملکرد محصول خواهد بود.

T.A.I.



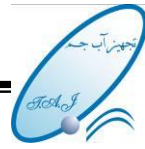
## منابع و مأخذ:

- 1 – Qasim, S. R., Motley, E. M., and Zhu, G. **"Waterworks Engineering; Planning, Design and Operation"**, Published by; Prentice-Hall Inc., USA.2003.
- 2 – Metcalf & Eddy. **"Wastewater Engineering Treatment and Reuse"**, Fourth Edition, Published by; McGraw-Hill. International Edition: 2004.
- 3 – Hydraulic Institute ANSI/HI 2000 Edition **"Pump Standards"**, Hydraulic Institute, Parsippany,NJ www.pumps.org.
- 4 – Frank R. Spellman. **"Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations"**, Published by; Lewis Publishers.2003.
- 5 – ROBERT L. SANKS, **"Pumping Station Design"**, (Second Edition). British Library Cataloguing-in-Publication Data, 1998.
- 6 – Hydraulic Institute. **"HI 9.8 Pump Intake Design."** to 683 Limekiln Road, Doylestown, PA 18906-2335.
- ۷- نویسنده: سوسومو کاوامورا، ترجمه: دکتر علی ترابیان و همکاران. **"طراحی و راهبری جامع تأسیسات تصفیه آب"**. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. تهران. سال ۱۳۸۶.
- ۸- دستورالعمل ها، کاتالوگ ها، گزارش های فنی و مقالات تهیه شده توسط **"شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)"**. تهران. ۱۳۸۷.
- 1 – Gabriel Bitton, **"Wastewater Microbiology"**, Third edition, Published by; Wiley-Liss, Inc.NewYork. 2005.
- 2 – Metcalf & Eddy. **"Wastewater Engineering Treatment and Reuse"**, Fourth Edition, Published by; McGraw-Hill. International Edition: 2004.
- 3 – Qasim, S. R., Motley, E. M., and Zhu, G. **"Waterworks Engineering; Planning, Design and Operation"**, Published by; Prentice-Hall Inc., USA.2003.
- 4 – WPCF, 1967, **"Sewage Treatment Plant Design"**, WPCF.
- 5 – W. Wesley Eckenfelder, **"Industrial Water Pollution Control"**, Third Edition, Published by; McGraw-Hill.
- 6 – **"Pond surface skimmers from Japanese Koi Dealer - Koi Fish for Sale, Japanese Koi Dealer, Koi Pond Filters, Pond Pumps and Food files"** . 2008.



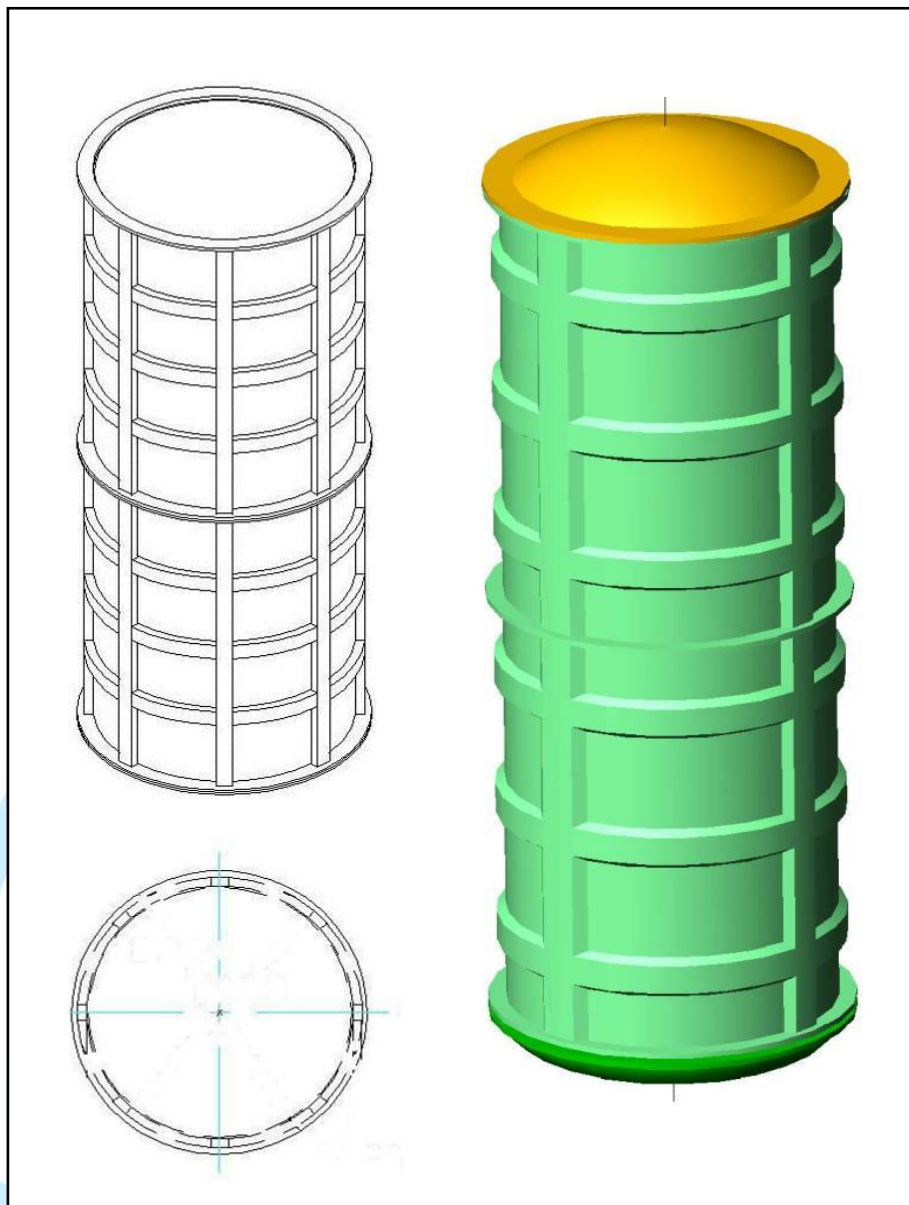
- 7 – " Power Skimmers - Concrete Pools, Pond Supply and Equipment".2008.
- 8 – Frank R. Spellman."Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations", Published by; Lewis Publishers.2003.
- 9 – David A.Long, Chairman,"Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants": Published by; Water Pollution Control Federation (WPCF), 1991.
- 10 – Kenneth D.kerri, Project Director, Bill B.Dendy, Co-Director, John Brady, Consultant and Co-Director, William Crooks, Consultant, "Operation of Wastewater Treatment Plants", Environmental Protection Agency (EPA), 1992.
- ۱۱- امتیازی، گیتی. "میکروبیولوژی و کنترل آلودگی آب، هوا و پساب". انتشارات مانی، چاپ اول، سال ۱۳۷۹.
- ۱۲- نویسنده: ریچارد سدلاک و همکاران، ترجمه: دکتر یزدانبخش، احمدرضا. "تصفیه فاضلاب: حذف ازت و فسفر از فاضلاب شهری". انتشارات فردابه، چاپ اول، سال ۱۳۸۰.
- ۱۳- نشریه شماره ۲۳۷. "راهنمای بهره برداری و نگهداری تصفیه خانه های فاضلاب شهری (تصفیه مقدماتی)". انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. چاپ اول. تهران. سال ۱۳۸۰.
- ۱۴- دستورالعمل ها، کاتالوگ ها، گزارش های فنی و مقالات تهیه شده توسط " شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)". تهران. ۱۳۸۷.

T.A.I.

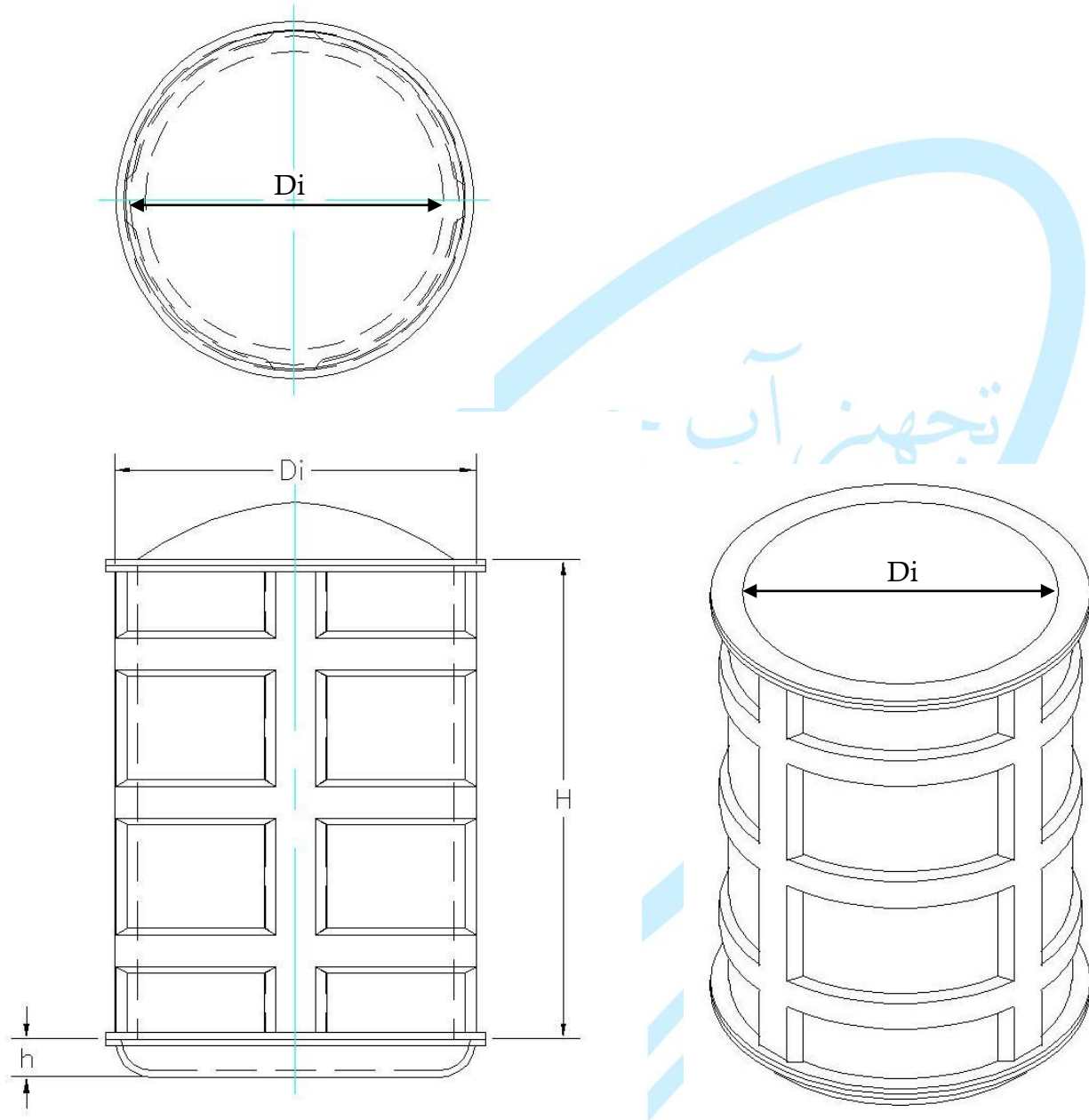


# پیوست نقشه ها

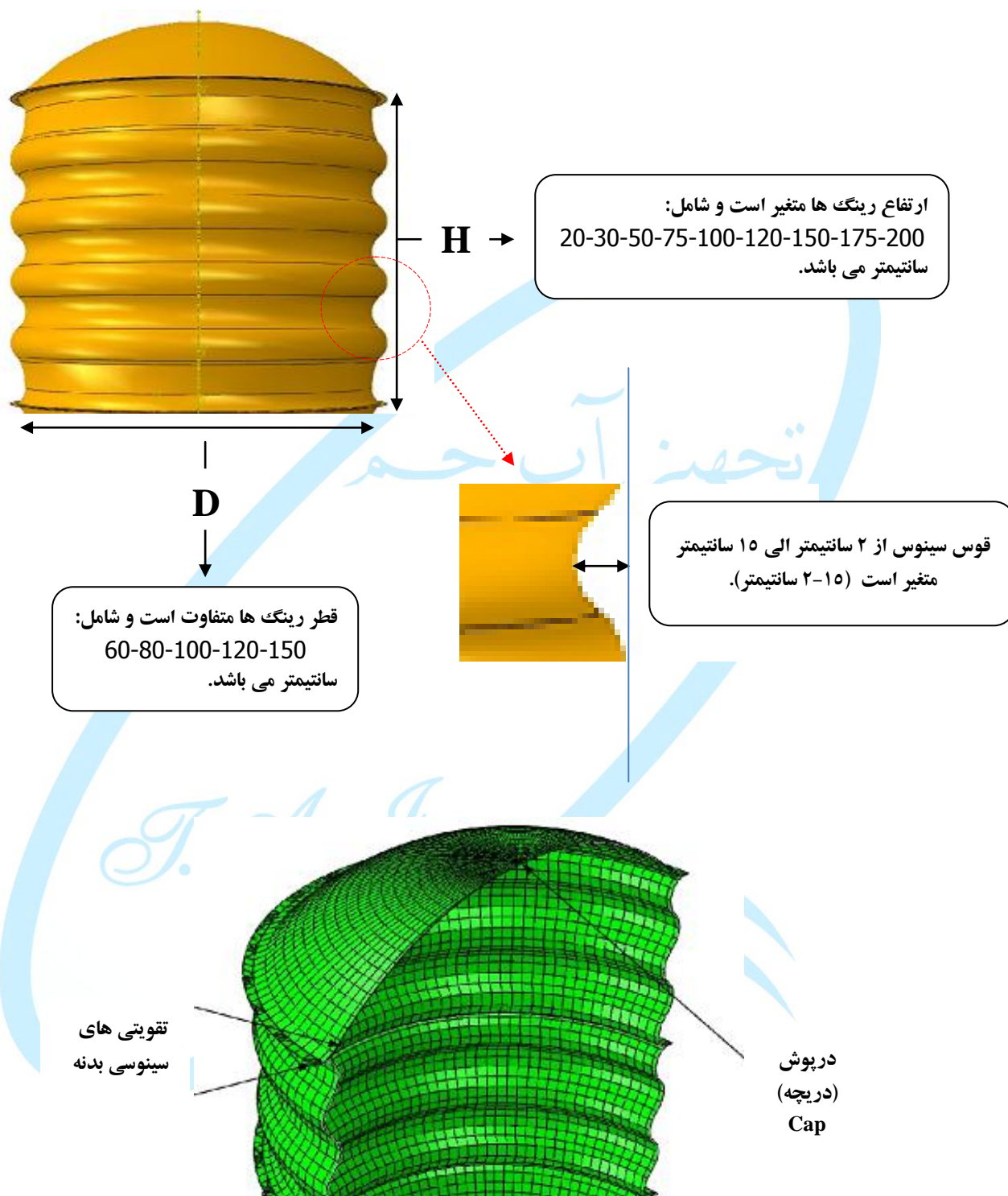
در ادامه نیز نقشه های مربوط به منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و تقویتی های بدنه (هم بصورت مدل کمربندی و هم بصورت مدل سینوسی) نشان داده شده است.



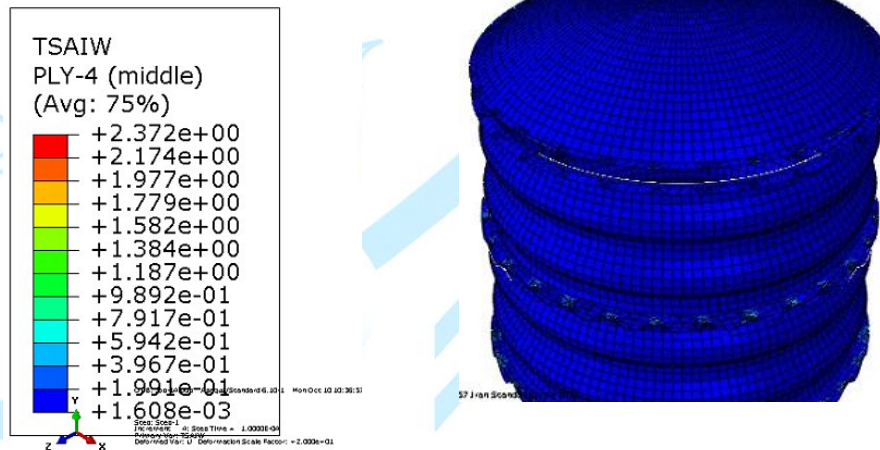
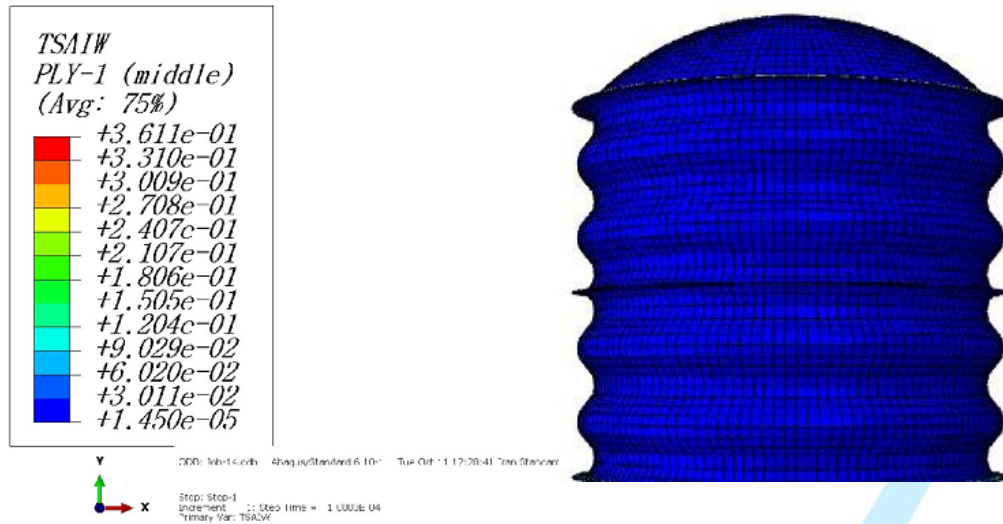
- شمایی از منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و تقویتی های بدنه (تقویتی کمربندی)



- شمایی از منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و تقویتی های بدنه (تقویتی کمربندی)

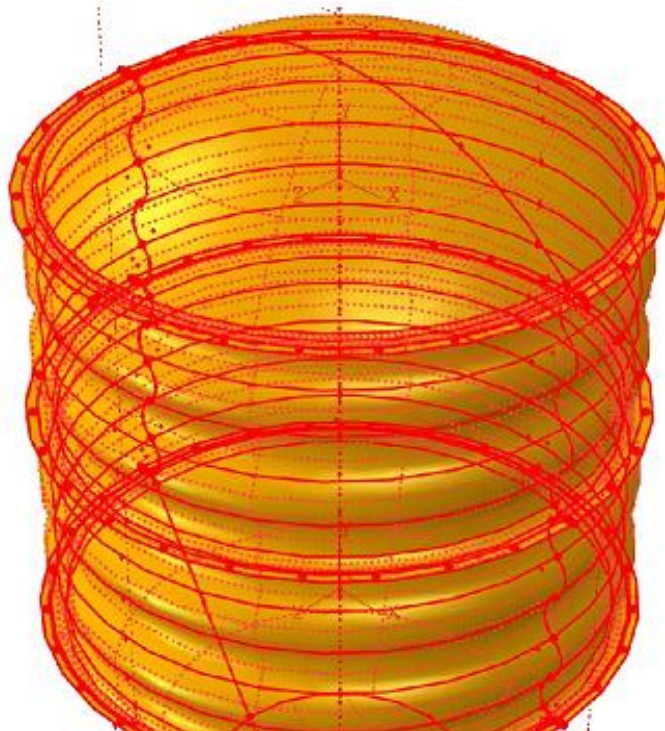


– نقشه منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و تقویتی های بدنه (تقویتی سینوسی شکل)



- نقشه منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و محاسبات سازه ای و نرم افزاری بدنه (تقویتی سینوسی شکل)





- نقشه منهول های پیش ساخته کامپوزیتی و محاسبات سازه ای و نرم افزاری بدنه  
(تقویتی سینوسی شکل)