

مقدمه

بیورآکتورهای غشایی (MBRs) نوعی از فرمانتورها هستند که از غشاهای خاص برای جداسازی پیوسته‌ی زیست‌توده (مانند میکروارگانیسم‌ها) و محصولات نهایی استفاده می‌کنند. این غشاها به عنوان فیلتر عمل کرده و مواد جامد را از مایع جدا می‌کنند، که این ویژگی کنترل دقیق‌تر فرآیند و افزایش کیفیت محصول را ممکن می‌سازد.

این دستگاه‌ها، فناوری جدیدی در صنعت تصفیه آب و فاضلاب می‌باشند که در چند دهه اخیر به بازار وارد شده و جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است.

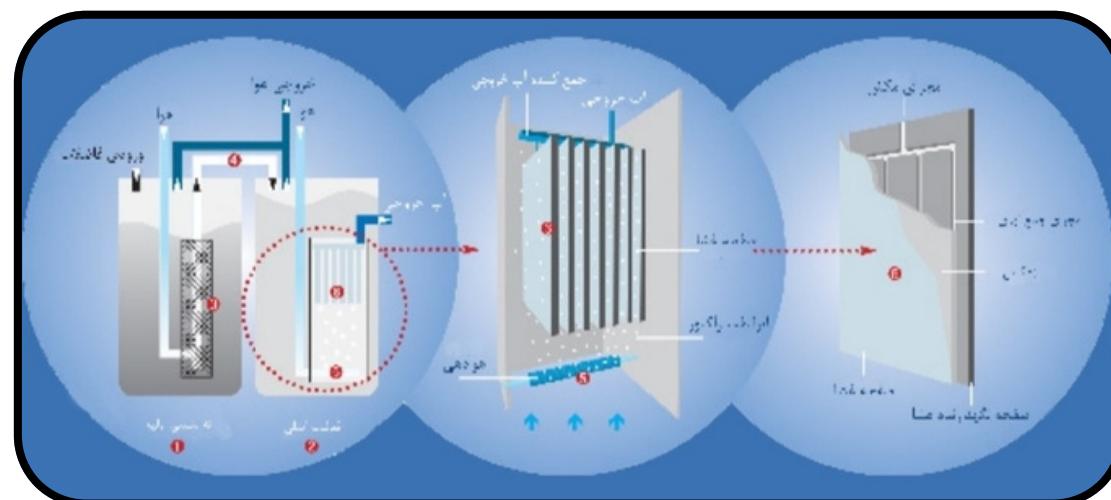
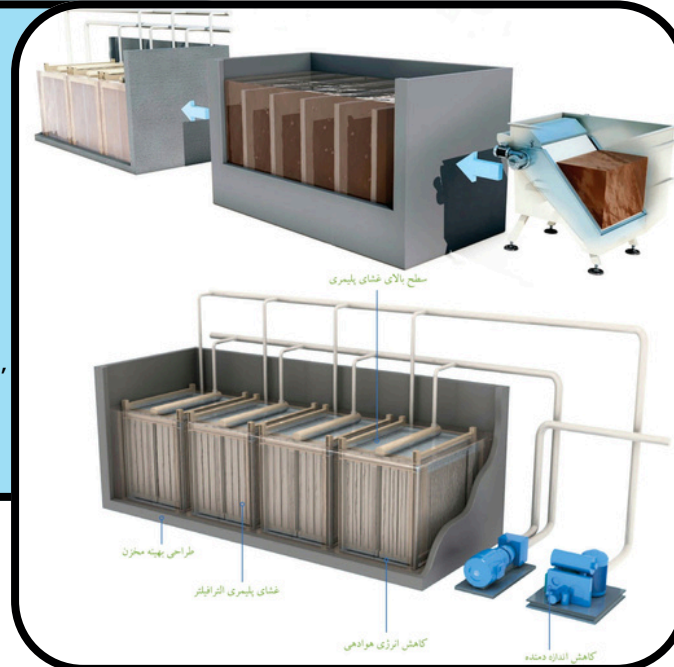
این فناوری حاصل ترکیب فرایند سنتی تصفیه بیولوژیکی لجن فعال و فرآیند نوین فیلتراسیون غشایی می‌باشد.

منابع مورد استفاده

Smith, J., & Doe, A. (۲۰۲۰). Advances in Membrane Bioreactors. Journal of Biotechnology, ۱۵(۲), ۱۱۲-۱۲۵.

Brown, L. (۲۰۱۹). Membrane Bioreactors in Wastewater Treatment. Environmental Science & Technology, ۵۳(۸), ۴۵۶۷-۴۵۷۸.

WWW.mbrsystem.ir



انواع MBR

• غوطه‌ور (Submerged MBRs):

در این نوع، غشاها داخل مخزن راکتور قرار دارند و فرآیند فیلتراسیون در همان محیط انجام می‌شود.

• جانبی (Sidestream MBRs):

در این نوع، غشاها خارج از مخزن اصلی قرار دارند و مواد از طریق پمپ به واحد فیلتراسیون منتقل می‌شوند.

کاربرد

تصفیه فاضلاب:

این سیستم‌ها به دلیل توانایی بالای خود در حذف آلاینده‌ها، به‌ویژه در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی و شهری، بسیار مؤثر هستند و کیفیت آب خروجی را بهبود می‌بخشند.

بیوتکنولوژی:

در تولید محصولات زیستی مانند آنزیم‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و پروتئین‌های نوترکیب، MBRها با افزایش بازده و کنترل بهتر فرایند، جایگاه ویژه‌ای دارند.

مهندسی شیمی:

در فرآیندهای جداسازی و خالص‌سازی مواد شیمیایی، MBRها به دلیل جداسازی پیوسته و کارآمد، به طور گسترده استفاده می‌شوند.



"بیورآکتورهای غشایی"

تحول در بیوتکنولوژی و مهندسی شیمی

آرین علمی

دانشجوی مقطع کارشناسی رشته مهندسی شیمی، ورودی ۴۰۱

مزایا

نیاز به فضای بسیار کم، تحمل نرخ بالای آلودگی، کیفیت خوب و پایدار آب تصفیه شده، عدم نیاز به اپراتور و سهولت کنترل این سیستم جزء ویژگی‌های بارز آن می‌باشد، که مجموعه این ویژگی‌ها در سایر روش‌های تصفیه به راحتی حاصل نمی‌گردند. همچنین توانایی این فناوری در حذف باکتری‌ها و ویروس‌ها جزء ویژگی‌های منحصر به فرد آن می‌باشد.

استفاده از بیورآکتورهای غشایی نسبت به فرمانتورهای سنتی مزایای متعددی دارد:

• غلظت بالاتر زیست‌توده:

این سیستم‌ها امکان حفظ زیست‌توده در غلظت‌های بالا را فراهم می‌کنند، که منجر به افزایش بازده تولید می‌شود.

• کیفیت بهتر محصول:

جداسازی دقیق‌تر توسط غشاها، محصولاتی با خلوص و کیفیت بالاتر تولید می‌کند.

• نیاز به فضای کمتر:

طراحی فشرده MBRها باعث کاهش فضای مورد نیاز در مقایسه با سیستم‌های سنتی می‌شود. همچنین عدم نیاز به مخازن بزرگ ته نشینی و بهره‌برداری در فضای بسیار اندک نیز از مزایای سیستم ما است.

• تأثیر محیطی کمتر:

این سیستم‌ها با کاهش تولید لجن اضافی و مصرف انرژی و همچنین ترمیم سطح آب‌های زیر زمینی، به حفظ محیط‌زیست کمک می‌کنند. همچنین برای این دستگاه، دستیابی به استانداردهای آب شستشو و دستیابی به شرایط الزامی جهت ورود مستقیم فاضلاب تصفیه شده به محیط زیست و آب‌های جاری مزیت عملکردی ما حساب می‌شود.

• قیمت پایین تجهیزات:

با توجه به بومی‌سازی فناوری و بهره‌مندی از مواد اولیه داخلی

ماژول‌های غشایی

محققین طی یک دهه اخیر با انجام پژوهش‌های گسترده در زمینه ساخت غشاهای پلیمری مناسب جهت تصفیه فاضلاب و همچنین پایه متناسب با آن موفق به ساخت و بومی‌سازی ماژول بیورآکتور غشایی و غشای پلیمری اولترافیلتر گردیدند.

از مشکلات فناوری بیورآکتور غشایی در ایران می‌توان به مواردی از قبیل عدم معرفی و آشنایی اعضای جامعه با این فناوری، وارداتی بودن ماژول بیورآکتور غشایی، هزینه بالای خرید و تعمیر آن، عدم ساخت آن در داخل کشور و همچنین نبود متخصص در این عرصه اشاره نمود که در شرایط کنونی مشکلات مطرح شده رفع و امکان ورود این تکنولوژی به کشور فراهم گردیده است.



مراحل تصفیه

۱- تصفیه فیزیکی

مخزن تصفیه اولیه به سه بخش تقسیم شده است و به کمک ته‌نشینی مواد معلق موجود در فاضلاب تصفیه اولیه فاضلاب انجام می‌پذیرد.

۲- تصفیه بیولوژیکی

فاضلاب پس از عبور از مخزن تصفیه اولیه وارد این مخزن می‌شود و آلاینده‌های موجود در فاضلاب توسط میکروارگانیسم‌های موجود در این مخزن تجزیه می‌شوند.

۳- فیلتراسیون غشایی

مهم‌ترین بخش بیورآکتور غشایی ماژول غشایی آن می‌باشد. در این بخش میکروارگانیسم‌ها و آلودگی‌های باقی‌مانده در آب به کمک غشای اولترافیلتر از آب جدا می‌شوند به طوریکه باکتری‌ها و ویروس‌ها توانایی عبور از حفرات ریز غشای مذکور را ندارند و در نتیجه پساب خروجی از فیلتر غشایی از لحاظ فیزیکی و شیمیایی دارای کیفیت بالایی می‌باشد.



داده‌های عددی

داده‌های زیر نشان‌دهنده کارایی بالای MBRها هستند:

در تصفیه فاضلاب، MBRها قادر به حذف ۹۵٪ مواد آلی و ۹۹٪ مواد جامد معلق هستند.

در بیوتکنولوژی، تولید آنزیم‌ها با استفاده از MBRها تا ۵۰٪ بیشتر از فرمانتورهای معمولی است.

با MBR، کاهش مصرف انرژی در تصفیه بیولوژیک به ۲۵ درصد و در تصفیه ثالث فاضلاب به میزان ۷۵ درصد

ارزش بازار جهانی MBRها تا سال ۲۰۲۵ به ۳.۸ میلیارد دلار خواهد رسید، با نرخ رشد سالانه ۱۳.۲٪.

Characteristics	Units	Influent	Effluent
Temperature	°C	25-30	-
pH	pH units	6.5-8.5	6.5-8.5
BOD	mg/L	150-500	<10
TSS	mg/L	150-400	<10
T-N	mg/L	<50	<40 (lower T-N available on request)
T-P	mg/L	<15	<10 (lower T-P available on request)
TDS	mg/L	<1,000	-
Turbidity	NTU	-	<2
E.Coli	cfu/100 mL	-	<1
Free Chlorine	mg/L	-	0.2-2
Viruses	% removal	-	99.999