

حذف آلاینده های آلی و معدنی در پساب نفتی با استفاده از راکتور MBBR

مریم شیرینکار

کارشناس ارشد مهندسی شیمی مهندسی محیط زیست

دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

Shirinkar.Maryam@yahoo.com

چکیده:

هدف از انجام این تحقیق بررسی عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی بستر متحرک MBBR در تصفیه پساب نفتی در کارخانه های فراورش نفت و گاز حوزه خلیج فارس می باشد. برای این منظور از یک راکتور MBBR و پرکن های مدل K2 (Kaldnes) به عنوان ساپورت Bio Film در راکتوری که دارای ویژگی های یک راکتور هوازی بود، استفاده گردید. پساب ورودی به راکتور MBBR، پساب خروجی از واحد نمکزدایی می باشد و آکنه ها ۷۰٪ حجم راکتور را پر کرده ، همچنین آکنه ها سطح مورد نیاز برای رشد میکروارگانیسم های بیوفیلمی را فراهم می کنند. نتایج بدست آمده مشخص می سازد که راکتور MBBR فوق قابلیت حذف ۹۱ درصد از COD محلول تحت بار ورودی $1,766 \text{ Kg COD/m}^2$ را داراست. نتایج GC حاکی از حذف آلاینده های هیدروکربنی و آلی با راندمان ۹۱٪ است و پساب تصفیه شده دارای کیفیت نسبتاً یکنواخت می باشد. (برقی، ۱۳۸۴)

واژه های کلیدی: راکتور MBBR ، پساب نفتی، Bio Film، آلاینده های آلی و معدنی

مقدمه:

تاکنون فرآیندهای مختلفی در زمینه تصفیه آب و فاضلاب شناخته شده است که انتخاب هر یک از آنها به عوامل محیطی نظیر ترکیبات آلاینده موجود، کیفیت تصفیه مورد نیاز و تا حد زیادی به جنبه اقتصادی فرآیند بستگی دارد (برقعی، ۱۳۸۷). از جمله روشهایی که برای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به خصوص در سالهای اخیر مورد استفاده قرار گرفته است راکتورهای بیوفیلمی با بستر متحرک میباشند (MBBR) (برقعی، ۱۳۸۱). استفاده از این روش برای حذف مواد آلی در فاضلاب دارای کارایی بالایی می باشد و فرآیند مذکور به سرعت مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی را کاهش می دهد. Resten در سال ۱۹۹۶، تحقیقاتی روی حذف فسفر در MBBR برای فاضلاب صنایع لبنیات سازی انجام داده و مشاهده کرد که سیستم MBBR قادر است میزان فسفر را از ۲۹ میلی گرم در لیتر به ۰٫۳۶ میلی گرم در لیتر برساند. Luostarinen در سال ۲۰۰۶ از سیستم MBBR برای حذف نیتروژن از فاضلاب صنایع لبنیات سازی در درجه حرارت پایین استفاده کرد و به این نتیجه رسید که سیستم MBBR، ۵۰-۶۰٪ نیتروژن و ۴۰-۷۰٪ COD را حذف می کند و این سیستم قادر به انجام نیتریفیکاسون به طور کامل می باشد. Georgiou در سال ۲۰۰۶ از راکتور بستر سیال شونده برای رنگ زدایی از فاضلاب نساجی استفاده نمود و نتیجه گرفت که این سیستم قادر به رنگ زدایی از فاضلاب در زمان ماند پایین می باشد. (برقعی، ۱۳۸۷)

عملکرد MBBR ها در تصفیه ی پساب های لبنی، پساب کاغذ خرد کن، و پساب چیپس سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج تصفیه مطلوب بوده است. کاربرد این بیوراکتورها در تصفیه پساب های حاوی فنل نشان می دهد که MBBR ها قابلیت تصفیه فنل تا غلظت ۲۲۰ میلی گرم بر لیتر را داشته و در تغییرات ناگهانی دبی پساب و غلظت مواد سمی پایدارند. (برقعی، ۱۳۸۱)

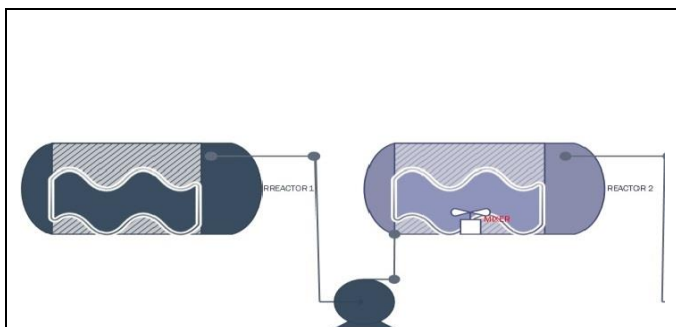
هدف از انجام این تحقیق بررسی عملکرد سیستم MBBR در تصفیه پساب های نفتی است.

روش تحقیق:

از یک دستگاه پایلوت متشکل از:

- راکتور آزمایشگاهی پر شده از آکنه ها
- سیستم تزریق خوراک (Skimmer tank)
- سیستم هوادهی
- گرم کن (هیتر)

برای مطالعه فوق استفاده گردید.



تصویر شماره (۱) - شماتیک اسکیمر

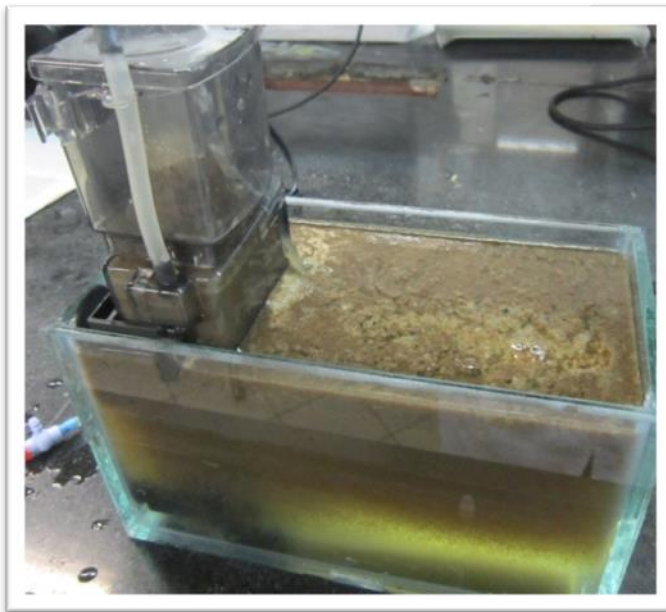
تانک و راکتور MBBR

مشخصات راکتور:

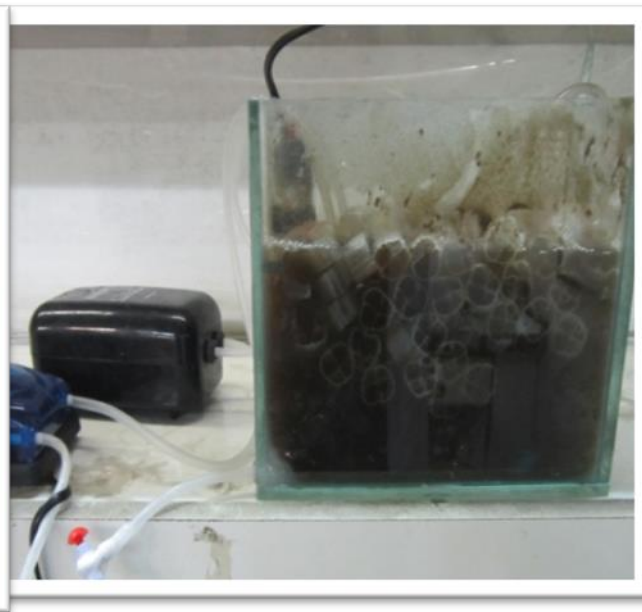
راکتوری مکعب مستطیل از جنس Plaxy Glass با مشخصات زیر ساخته شد. برای هوادهی مناسب از پمپ هوا به ظرفیت 4 lit/min که قابلیت تنظیم نرخ هوادهی را نیز دارا می باشد استفاده گردید. مشخصات پایلوت مورد استفاده و آکنه ها در جداول ۱ و ۲ ارایه شده است. چرخش آکنه ها در راکتور به وسیله هوادهی از طریق کمپرسور هوا که از ته راکتور صورت گرفت، میسر شد. درصد پرشوندگی آکنه ها در راکتور علت مقدار بیومسی که می تواند توسط آکنه ها حفظ شود، مهم می باشد. درصد پرشوندگی مورد استفاده در این تحقیق ۷۰٪ بود که توسط اغلب محققان به عنوان درصد مناسب ذکر شده است (برقی، ۱۳۸۷). مواد آلی توسط فرایند بیولوژیکی اکسید می گردد. همچنین از یک مخزن Skimmer tank، ۲ لیتری به منظور مرحله اول تصفیه پساب و حذف Oil Free و ترکیبات جامد معلق استفاده شد. راکتور در درجه حرارت 30 c به بهره برداری رسید.

جدول ۱- مشخصات پایلوت مورد استفاده در این تحقیق

| نوع راکتور | حجم مفید (لیتر) | عمق آب cm | ارتفاع cm | عرض cm | طول cm |
|---|-----------------|-----------|-----------|--------|--------|
| بستر متحرک هوازی با جریان رو به بالا | 2 | ۷,۵۷ | ۲۸ | ۱۲ | ۲۲ |



(a)



(b)

تصویر شماره (۲) - (a) اسکیمر تانک ، (b) راکتور MBBR

مشخصات آکنه ها:

برای ساپورت بیوفیلیم از پرکن های مدل k2 (Kaldnes)، استفاده گردید. جنس این پرکن ها از پلی اتیلن و در اندازه زیر است:

جدول ۲- مشخصات آکنه های استفاده شده در راکتور بیوفیلیمی با بستر متحرک

| سطح موثر یک آکنه (mm ² /per) | سطح مخصوص کل (m ² /m ³) | سطح مخصوص قابل رشد برای بیوفیلیم (m ² /m ³) |
|---|--|--|
| 1224 | 500+30 | 389.6 |

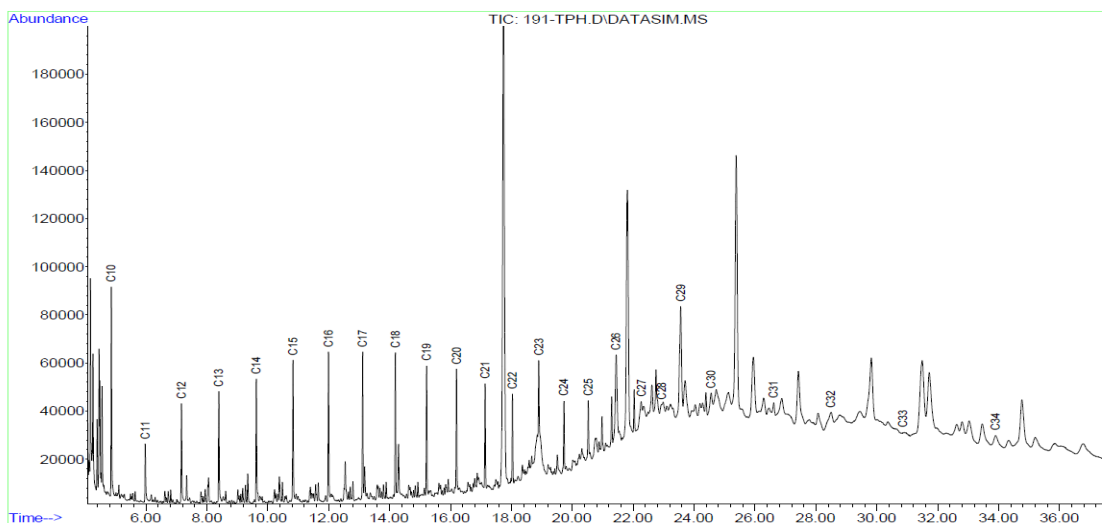
این پرکن ها با سطح ویژه بسیار بالا در حدود 525m²/m³ محیطی مناسب برای رشد میکروارگانیزم ها را فراهم می آورند.



تصویر شماره (۳) - آکنه های مدل Kaldnes

مشخصات پساب مصرفی:

خوراک راکتور MBBR، پساب خروجی از واحد نمک زدا (Desalter) از ارتفاع 2 Ft آن، از کارخانه درود-۱ جزیره خارگ شرکت نفت فلات قاره ایران تهیه شده و به سیستم وارد گردید. از نفت سنتزی به عنوان منبع کربن و تزریق به پساب استفاده شد و از پتاسیم دی هیدروژن فسفات (KH₂PO₄) و اوره (CH₄N₂O) به عنوان منبع تامین فسفر و نیتروژن برای برقراری نسبت COD/N/P برابر 100/5/1 به منظور تزریق و غنی سازی پساب برای رشد میکروارگانیزم ها استفاده گردید. همچنین از لجن فعال کارخانه پساب پژوهشکده صنعت نفت و شیرابه کمپوست به عنوان غنی سازی پساب استفاده شد. GC گرفته شده از پساب آنالیز ترکیب پساب را نشان می دهد.



تصویر شماره (۴) - نمودار GC (کروماتوگرافی گازی)

جدول شماره ۳- اطلاعات زنجیره هیدروکربنی مشخص شده در پساب

| No | Compound Name | RT (min) | Units | Amount |
|----|---------------|----------|-------|--------|
| 1 | C10 | 4.863 | ppm | 1.304 |
| 2 | C11 | 5.978 | ppm | 0.420 |
| 3 | C12 | 7.167 | ppm | 0.617 |
| 4 | C13 | 8.398 | ppm | 0.736 |
| 5 | C14 | 9.622 | ppm | 0.732 |
| 6 | C15 | 10.83 | ppm | 0.825 |
| 7 | C16 | 11.996 | ppm | 0.884 |
| 8 | C17 | 13.116 | ppm | 0.921 |
| 9 | C18 | 14.19 | ppm | 0.883 |
| 10 | C19 | 15.217 | ppm | 0.876 |
| 11 | C20 | 16.198 | ppm | 0.798 |
| 12 | C21 | 17.139 | ppm | 0.732 |
| 13 | C22 | 18.032 | ppm | 0.603 |
| 14 | C23 | 18.897 | ppm | 1.448 |
| 15 | C24 | 19.727 | ppm | 0.459 |
| 16 | C25 | 20.522 | ppm | 0.544 |
| 17 | C26 | 21.439 | ppm | 1.759 |
| 18 | C27 | 22.263 | ppm | 0.686 |
| 19 | C28 | 22.931 | ppm | 0.122 |
| 20 | C29 | 23.558 | ppm | 2.662 |
| 21 | C30 | 24.556 | ppm | 0.623 |
| 22 | C31 | 26.611 | ppm | 0.034 |
| 23 | C32 | 28.485 | ppm | 0.049 |
| 24 | C33 | 30.853 | ppm | ND |
| 25 | C34 | 33.895 | ppm | 0.021 |
| 26 | C35 | 0 | ppm | ND |

جدول شماره ۳- آنالیز پساب ورودی به راکتور

| نام آزمایش | پساب خروجی کارخانه درود-۱ |
|---------------------------|---------------------------|
| دما C | 33 |
| رنگ TCU | 6 |
| کدورت NTU | 23 |
| اکسیژن محلول (mg/l as o2) | <1 |
| TDS mg/l | 210080 |
| TSS mg/l | 76 |
| SST ml/l | <0.1 |
| سولفاید mg/l as s2- | 4 |
| سولفیت mg/l as so3 | 7 |
| سولفات mg/l as so | 1332 |
| نیترات mg/l as No3 | 6.5 |
| نیتريت mg/l as No2 | 0.1 |
| فسفات mg/l as po4 | 5.2 |
| ازت آمونیاکی mg/l | 1.2 |
| فلوراید mg/l as F | 1.6 |
| فنل Mg/l | 84 |
| فرم آلدهید mg/l | <0.2 |
| Oil&Grease mg/l | 8 |
| کلر آزاد mg/l as cl | <0.05 |
| COD mg/l | 1400 |
| BOD5 mg/l as O2 | 230 |

روش کار:

به منظور راه اندازی راکتور از لجن برگشتی حوضچه لجن فعال تصفیه خانه پژوهشکده صنعت نفت استفاده شد. راکتور تا ۲۰٪ حجمی از این لجن پر شد و سپس داخل راکتور پساب با COD کل معادل ۱۴۰۰ میلی گرم در لیتر ریخته شد و هوادهی به راکتور آغاز گردید و راکتور به صورت ناپیوسته مورد عمل قرار گرفت تا بیو فیلم به صورت مناسب رشد کند و سیستم برای عملیات پیوسته آماده شود. همچنین از آکنه های K2 به عنوان بستر میکروارگانیزم ها استفاده شد که ۷۰٪ حجم راکتور را به خود اختصاص دادند. بعد از گذشت ۲ ماه سیستم به صورت پیوسته شروع به کار کرد. دمای راکتور C 30 و PH بین ۶٫۷۲ و ۷ و DO برابر 3.5-6 mg/lit بود. در حین عملیات پیوسته راکتور با پساب دارای COD معادل ۱۴۰۰ میلی گرم در لیتر تغذیه شد. غلظت پساب در مخزن تزریق (Skimmer tank) و غلظت خروجی از راکتور با انجام نمونه گیری مورد بررسی قرار می گرفت. با توجه به زمان ماند دبی راکتور در 1 lit/hr تنظیم شد.

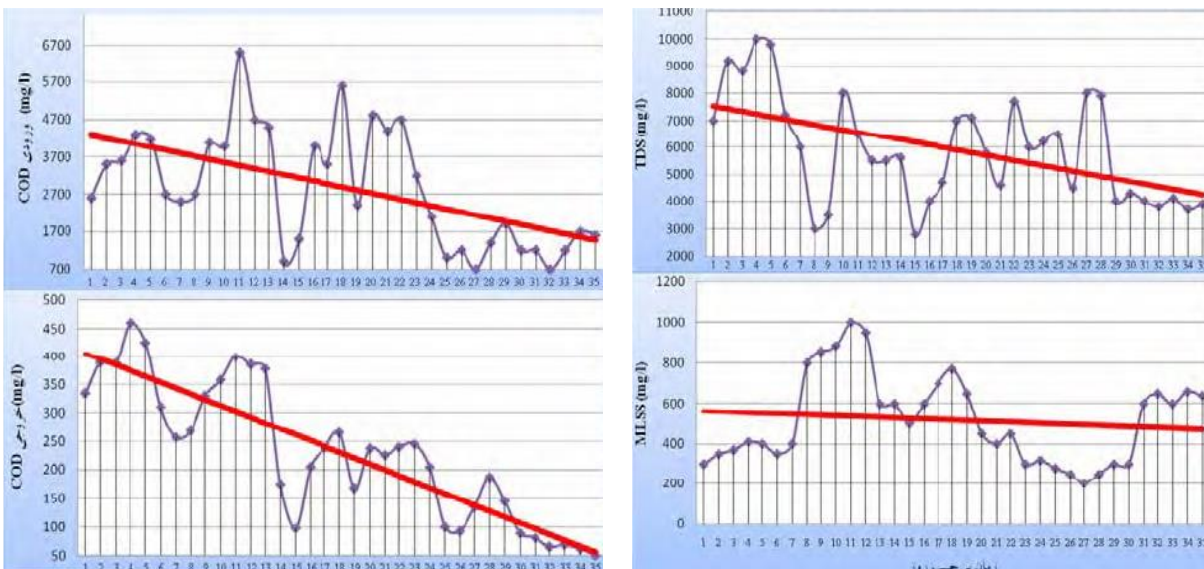
با افزایش زمان ماند، راندمان حذف در خوراک به طور محسوسی افزایش می یابد. تعیین مقدار COD به وسیله اسپکتروفتومتر با روش رفلکس برگشتی (ASTM-5220 BST.M)، MLSS به وسیله قیف آزمایشگاهی با روش وزنی (ASTM-5220 CST.M)، TDS به وسیله کانداکتیویته متر با روش الکتروود (ASTM-2540 CST.M)، DO به

وسیله DO متر به روش ممبران الکتروود (ASTM-O-4500 B&G) و PH به وسیله PH متر به روش پتانسیومتر (APHA) انجام گردید. سطح پساب درون مخازن ثابت می باشد.

سیستم با زمان ماند ۱۸ ساعت بدون بازگشت لجن بهره برداری شد. جهت جلوگیری از شوک ناشی از تغییر کیفیت پساب، در روزهای اول، میزان رقیق سازی پساب را کاهش داد اما همانگونه که مشاهده می گردد (تصویر شماره ۵) آن سیستم با شوک مواجه شد و کارکرد راکتور در حذف COD دچار اختلال گردید. پس از گذشت ۱۰ روز، افزایش مقدار MLSS حاکی از سازگاری میکروارگانیسم ها با شرایط می باشد و همچنین از روز بیست و یکم، در بازه زمانهای ۴۸ ساعته به سیستم آب مقطر و شیرابه کمپوست به منظور کنترل شوری بیش از حد و غنی سازی پساب تزریق شد.

در طول آزمایش، چندین نوبت نسبت MLSS چسبیده به معلق محاسبه گردید. برای اندازه گیری میزان MLSS چسبیده تعداد مشخصی از آکنه به صورت اتفاقی از راکتور خارج و در ظرفی با حجم مشخص حاوی محلول کاملاً رقیق اسید قرار داده شد و پس از کنده شدن کامل بیوفیلم و با لحاظ کردن ضرایب مربوطه، میزان MLSS چسبیده اندازه گیری گردید. (محمدیاری و بلاد، ۱۳۸۶)

مشاهده می گردد نوسانات COD خروجی نیز تعدیل شده و در نهایت عملکرد راکتور (بازدهی حذف COD) به ۹۱٪ رسید.



تصویر شماره (۵): نمودار تغییرات COD در ورودی و خروجی، TDS، MLSS

بحث و نتیجه گیری:

سیستم MBBR از نظر توانایی حذف COD کاملاً موفق می باشد. هر چه مقدار MLSS افزایش یابد مقاومت راکتور در مقابل نوسانات افزایش خواهد یافت. با توجه به آن که تامین زمان ماند هیدرولیکی بالاتر در سیستم، و در پی آن افزایش راندمان حذف نیاز به حجم بالاتری برای فیلتر و نگهداری ساپورت ها داشته و این خود موجب افزایش هزینه های اقتصادی و

سرمایه گذاری بالاتر می گردد، لذا با تغییرات پارامترهای فوق سعی گردیده است تا زمان ماندی را که هم از لحاظ حذف با استانداردهای مورد نظر مطابقت داشته باشد و هم از لحاظ اقتصادی نیز توجیه پذیر باشد به عنوان زمان ماند ایده‌آل معرفی نمود.

با توجه به سهم بالای رشد میکروبی چسبیده به رشد معلق و بالارو بودن جریان و دستیابی به بازدهی مناسب نیاز به برگشت لجن در سیستم مشاهده نگردید که این خود از مزایای استفاده از این روش تصفیه، است.

منابع:

۱. برقی، مهدی (۱۳۸۱). تصفیه فاضلاب صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی شریف
۲. برقی، مهدی (۱۳۸۴). استفاده از پوک‌های معدنی به عنوان ساپورت بیوفیلم در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب.
۳. برقی، مهدی (۱۳۸۷). بررسی عملکرد سیستم تصفیه بیولوژیکی با بستر متحرک (MBBR) در تصفیه فاضلاب صنایع نساجی.
۴. محمدیاری، نسرین و بلادر، علی (۱۳۸۶). بررسی عملکرد راکتور بیوفیلمی بستر متحرک (MBBR) در تصفیه مخلوط فاضلابهای شهری و صنعتی مطالعه موردی: تصفیه خانه فاضلاب پرکند آباد مشهد.

[۵] Nemerow, N. L., and Dasgupta, A. (1991). Industrial and hazardous waste treatment, 2 nd Ed., VNR, New York, 421-422.

[۶] Moussavi G, Jamal A, Asilian H. Effect of waste activated sludge pretreatment with ozone on the performance of aerobic digestion process. Iranian Jurnal of Health and Environment. 2009;1(2):89-98(in Persian).

[۷] Feigelson, L., Muszkat, L., Bir, L., and Muszkat, K.A. (2000). " Dye photo-enhancement of TiO photocatalyzed degradation of organic pollutants: The organobromine herbicide bromacil." J. Water Sci. Technol., 42 (1– 2), 275-279.

[۸] Nachaiyasit, S., and Stuckey, D.C. (1997). " The effect of shock loads on the performance of an anaerobic baffled reactor (ABR).

2. step and transient hydraulic shocks at constant feed strength." Water Research, 31 (11), 2747-2754.

[۹] Stewart, D.j., " Treatment of wastewater from Bluff with a high salt content " , mhw new Zealand ltd, 2002

[۱۰] Woolard, C.R., and R.L.,Irvine, " treatment of hyper of saline wastewater in the sequencing batch reactor " , water research, 29(4):

1159-1168,1995

[۱۱] Helness, H. , Odegaard., 1 999. Biological phosphorus removal in a sequencing bafch moving hed biofilm reactor Water Sci and Technol 40, 161-168.

[۱۲] Pastorelli, G., Canziani, R., Pedrazzi, L., and Rozzi, A. (1999). "Phosphorus and nitrogen removal in movingbed sequencing batch biofilm reactors." Water Science and Technology, 40 (4-5), 169-176.

[۱۳] Stewart, D.j., " Treatment of wastewater from Bluff with a high salt content " ,mhw new Zealand ltd, 2002.

[۱۴] Odegaard, H., Rusten, B., Swestrum, T., A new moving bed biofilm reactor – applications and results. Wat. Sci. Tech., (1994), 29(10-11):157-165.

[۱۵].Delenfort, E., Thulin, P., The use of Kaldnes suspended carrier process in treatment of wastewaters from the forest industry. Wat.Sci.Tech., (1997), 35(2-3):123-130.

[۱۶].Rusten, B., Eikebrokk, B., Ulgenes, Y., Design and operations of the kaldnes moving bed biofilm reactors. Aquacultural Engineering., (2006), 34(3):322-331.

- [1^٧] Rusten, B., Eikebrokk, B., Ulgenes, Y., and Lygren, E. (2006). "Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors." *J. Aquacultural Engineering*, 34(3), 322-331.
- [1^٨] Robertson, O., Loosli, C. and Puck, T., 1991. Test for chronic toxicity of propylene glycol and tAethylene on monkeys and rats by vaporinhalation. *Toxicology*. Pp: 652-76.
- [1^٩] Ødegaard, H., Rusten, B., and Siljundalen, J. (1999). "The development of the moving bed biofilm process- from idea to commercial product." *European Water Management*, 2(3), 36-43.
- [2^٠] H. Qdegaard (2005). " The development of biofilm membrane bioreactor " .
- [2^١] V.Hoang, et al.(2014). "Nitrifying moving bed biofilm reactor (MBBR) biofilm and biomass response to long term exposure to 1 °C" : 215-224 .
- [2^٢] Aikaterini A. Mazioti , et al.(2015). "Biodegradation of benzotriazoles and hydroxyl-benzothiazole in wastewater by activated sludge and moving bed biofilm reactor" : 627-635.
- [2^٣] Jie Li, et al. (2015) . "Multiscale structure characterization of sawdust-waste water sludge extrudates dried in a pilot-scale fixed bed": 98-107
- [2^٤] M.Kermani, et al.(2008). "Application of moving bed Biofilm Process for Biological Organics and Nutrients Removal from Municipal Wastewater".
- [2^٥] Ahmet Aygun, et al. (2008). "Influence of high Organic Loading Rates on COD Removal and Sludge Production in Moving Bed Biofilm Reactor".
- [2^٦] Igarashi, T., et al. (1999). "The Moving Bed Biofilm Reactor".
- [2^٧] A.Zafarzadeh, et al. (2010). " Performance Of Moving Bed Biofilm Reactors For Biological Nitrogen Compounds Removal From Wastewater By Partial Nitrification-Denitrification Process".
- [2^٨] Hallvard Qdegaard, et al. " The Influence Of Carrier Size And Shape In The Moving Bed Biofilm Process".

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop