دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
دانشکده عمران

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد در رشته عمران – محیط زیست

موضوع :

تجزیه بیولوژیکی ترکیبات فنلی به روش راکتور بیهوازی بافل دار(ABR) به کمک لجن بیولوژیکی

استاد راهنما:
پروفسور قاسم نجف‌پور

استاد مشاور:
دکتر بهرام نوائی نیا

دانشجو:
سیده نفیسه موسوی

چکیده :

پسابهای صنعتی از جمله ذوب آهن، پتروشیمی و آفت کش ها حاوی مقادیر زیادی ترکیبات فنلی هستند و بدلیل مقاومت بالای این ترکیبات به تجزیه، اثرات سوء زیادی بر روی محیط زیست دارند. در این تحقیق، میزان تجزیه پذیری فنل به کمک گلوکز به عنوان سوبسترای آسان تجزیه پذیر و لجن تصفیه خانه کارخانه چوب و کاغذ، در راکتور بیهوازی پره دار (ABR) در مقیاس آزمایشگاهی و در سیستم ناپیوسته مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، اثر افزایش غلظت فنل در بازده حذف فنل و COD بررسی شد و پارامترهای سینتیکی نیز در سیستم ناپیوسته در مدل های هلدن، تیسر و هان- لونسپیل اندازه گیری شد. از بین مدل های بررسی شده، مدل تیسربا ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۶۵ بهتر از سایر مدل ها قادر به پیش بینی مدل رشد میکروارگانیسم ها بود. در سیستم پیوسته نیز در بیشترین غلظت فنل ۸۰۰ mg/l (معادل ۰/۵ g COD/l/d) و با زمان ماند هیدرولیکی(HRT) ۶ روز و بازده حذف ۹۶٪ ، راکتور قادر بود پساب خروجی با غلظت فنل ۲۸ mg/l بدهد.

کلمات کلیدی : ترکیبات فنلی، تجزیه بیولوژیکی، راکتور بیهوازی پره دار

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات	۱
مقدمه	۲
۱-۱ تعریف آلودگی منابع آب	۲
۱-۲ ماده مورد مطالعه : فنل	۵
۱-۲-۱ ساختار فنل	۵
۱-۲-۲ اثرات بر روی سلامتی	۷
۱-۲-۳ روش های مورد استفاده برای حذف فنل از فاضلاب های صنعتی	۸
۱-۲-۳-۱ جذب سطحی بر روی کربن فعال گرانولی	۸
۱-۲-۳-۲ روش استخراج با حلال	۹
۱-۲-۳-۳ اکسیداسیون شیمیایی	۹
۱-۳ روش های تصفیه بیولوژیکی	۱۰
۱- ۳-۱ اهداف تصفیه زیستی	۱۱
۱-۳-۲ نقش میکروارگانیسم ها	۱۲
۱-۴ طبقه بندی فرایندهای بیولوژیکی	۱۲
۱-۵ تصفیه پذیری بیولوژیکی فنل	۱۳

۱-۶ فرضیات تحقیق ۱۴
۱-۷ مکان، زمان و شرایط تحقیق ۱۴
۱-۸ هدف و دامنه تحقیق ۱۵
فصل دوم: بررسی مطالعات پیشین ۱۶
مقدمه ۱۷
۲-۱ منابع فنلی آلاینده آب ۱۷
۲-۲ میکروارگانیسم های تجزیه کننده فنل ۱۷
۲-۳ تجزیه بیولوژیکی ترکیبات فنلی ۱۸
۲-۳-۱ فرایندهای تجزیه هوازی ۱۸
۲-۳-۱-۱ فرایند لجن فعال ۱۹
۲-۳-۱-۲ راکتور ناپیوسته متوالی ۲۰
۲-۳-۲ فرایندهای تجزیه بیهوازی ۲۰
۲-۳-۲-۱ تاریخچه فرایند های بی هوازی ۲۱
۲-۳-۲-۲ توصیف فرایند ۲۲
۲-۳-۲-۲-۱ هیدرولیز ۲۳
۲-۳-۲-۲-۲ تخمیر ۲۳
۲-۳-۲-۲-۳ متان زایی ۲۴
۲-۳-۲-۳ میکروب شناسی فرایندهای تصفیه بیهوازی ۲۴
۲-۳-۲-۴ روابط همزیستی در تخمیر ۲۶
۲-۳-۲-۵ ارگانیسم های مزاحم ۲۶
۲-۳-۳ کینتیک رشد ۲۷
۲-۳-۴ عوامل محیطی ۲۷
۲-۳-۵ محاسن سیستم های بیهوازی ۲۸
۲-۳-۶ معایب سیستم های بیهوازی ۲۹
۲-۴ انواع فرایندهای بیهوازی ۳۰
۲-۴-۱ فرایند اختلاط کامل ۳۰
۲-۴-۲ فرایند تماس بیهوازی ۳۱

۲-۴-۳ فرایند راکتور ناپیوسته متوالی بیهوازی ۳۲
۲-۴-۴ راکتور هیبریدی ۳۳
۲-۴-۵ فرایند لجن بیهوازی با جریان رو به بالا ۳۴
۲-۴-۶ فرایند راکتور بیهوازی بافلدار ۳۵
۲-۴-۶-۱ توصیف فرایند ABR ۳۶
۲-۴-۶-۲ راه اندازی سیستم ۳۷
۲-۴-۶-۳ خصوصیات بیومس و قابلیت های ماندگاری ۳۸
۲-۴-۶-۴ اثر بازچرخش پساب ۳۹
۲-۴-۶-۵ معایب راکتور ABR ۴۰
۲-۴-۶-۶ مزایای راکتور ABR ۴۰
۲-۴-۶-۷ پارامترهای طراحی راکتور ABR ۴۱
۲-۵ مطالعات انجام شده در حذف بیولوژیکی فنل ۴۲
فصل سوم: روش اجرا و تجهیزات تحقیق ۴۶
مقدمه ۴۷
۳-۱ تهیه و کشت میکروارگانیزم ۴۷
۳-۱-۱ تهیه میکروارگانیسم ۴۷
۳-۱-۲ محیط کشت مایع ۴۷
۳-۲ خو دادن میکروارگانیسم ها به فنول ۴۸
۳-۳ سیستم ناپیوسته ۵۰
۳-۴ طراحی و ساخت بیوراکتور ۵۲
۳-۵ آزمایشات انجام شده ۵۴
۳-۵-۱ روش *Direct photometric* ۵۴
۳-۵-۲ اکسیژن موردنیاز شیمیایی ۵۵
۳-۵-۳ آزمایش تعیین میزان وزن خشک سلولی ۵۶
۳-۵-۴ اندازه گیری گاز ۵۷
۳-۶ دستگاههای مورد استفاده ۵۷

فصل چهارم: نتایج آزمایش ها ۶۰
مقدمه ۶۱
۴-۱ نمودار استاندارد اندازه گیری *COD* ۶۱
۴-۲ نمودار استاندارد اندازه گیری غلظت فنل ۶۲
۴-۳ خو دادن میکروراگانیسم ها به فنل ۶۲
۴-۴ بررسی حذف فنل در سیستم ناپیوسته ۶۳
۴-۵ کاهش غلظت فنل در سیستم ناپیوسته ۶۴
۴-۶ میزان رشد بیومس در سیستم ناپیوسته ۶۵
۴-۶-۱ نمودار استاندارد وزن خشک سلولی ۶۶
۴-۶-۲ رشد میکروارگانیسم در سیستم ناپیوسته ۶۶
۴-۷ بررسی مدل سینتیک رشد میکروارگانیسم ۶۸

۴-۸ تعیین غلظت گلوکز اپتیمم در محیط ناپیوسته برای استفاده در راکتور **۷۵**

۴-۹ بررسی تجزیه فنل در سیستم پیوسته **۷۷**

۴-۹-۱ دوره راه اندازی راکتور ABR **۷۷**

۴-۹-۲ حذف فنل و COD **۷۸**

۴-۹-۳ تولید بیوگاز **۸۲**

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها **۸۴**

۵-۱- نتیجه‌گیری **۸۵**

۵-۲- پیشنهادها **۸۷**

۵-۳ اثر پژوهشی تحقیق حاضر **۸۷**

منابع **۸۸**

علائم و تعاریف

ABR: راکتور بیهوازی پره دار

BOD: اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی mg/l

COD: کل اکسیژن موردنیاز شیمیایی فاضلاب mg/l

HRT: زمان ماند هیدرولیکی h

VFA: اسیدهای چرب فرار

OLR: میزان بار آلی $gCOD/m^{3}.d$

μ نرخ رشد ویژه h^{-1}

μ_{m} نرخ رشد ویژه ماکزیمم h^{-1}

x بیومس تولید شده mg/l

x_m حداکثر بیومس تولید شده mg/l

S غلظت سوبسترا mg/l

S_0 غلظت سوبسترای اولیه mg/l

K_s ثابت نیمه اشباع mg/l

K_i ثابت بازدارندگی mg/l

فصل اول : مقدمه

مقدمه

فعالیت های صنعتی و زندگی انسانها مقادیر زیادی پساب و فاضلاب تولید می کند که دفع آن در محیط های طبیعی اثرات زیادی بر روی محیط زیست می گذارد. این واقعیت ها به اضافه نیاز به بازچرخش این آب برای استفاده های جدید، تصفیه فاضلاب را برای رسیدن به کیفیت مناسب ضروری می سازد.

۱-۱ تعریف آلودگی منابع آب

آلودگی را می توان به صورت محصولی که می تواند موجب تغییرات زیان آور در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی آبهای سطحی شود، تعریف کرد. بنابراین می توان این آلودگی ها را به آلاینده های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم کرد.

۱. آلاینده های فیزیکی : رنگ، بو، مواد جامد، درجه حرارت(حلالیت اکسیژن از mg/l۱۴/۶ در صفر درجه سانتیگراد به mg/l ۷/۶ در °C ۳۰ در آب خالص تغییر می کند؛ این مسئله فعالیت بیولوژیکی را تحت تاثیر قرار می دهد)

۲. آلاینده های شیمیایی : به دو قسمت آلی و غیر آلی تقسیم می شوند :

- آلی : زائدات خانگی(چربی، روغن، مواد فعال در سطح[۱]و...)، زائدات کشاورزی(آفت کش ها، علف کش هاو...) و زائدات صنعتی (ترکیبات فنلی، روغن، هیدروکربن ها و ...)
- غیر آلی : نمک های فلزی[۲](کلرایدها، سولفات ها، نیترات ها و ...)، فلزات سنگین (Cu, Cd, Cr, Hg, Pb, Asو ...) و گازهای محلول(متان، سولفید هیدروژن و...)

[۱] Surfactants
[۲] Metallic salts

بعضی از این ترکیبات می توانند بوسیله میکرورارگانیسم های حاضر در آب تجزیه بیولوژیکی شوند. بعضی دیگر خیلی کند مورد تجزیه بیولوژیکی قرار می گیرند و آلاینده های مقاوم به تجزیه[۱] نام دارند. آنها می توانند برای مدت زمان طولانی در آب مانده و فعالیت های شیمیایی و یا سمی آنها می تواند یک عامل تهدید کننده باشد.

۳. آلاینده های بیولوژیکی : حضور میکروارگانیسم های معین برای کامل کردن چرخه غذایی الزامی است. هرچند کنار این گروه می توان ارگانیسم های بیماریزای عامل ایجاد تب تیفوئیدی، اسهال خونی، اسهال و وبا را یافت .

بیشتر ترکیبات آلی موجود در فاضلاب خانگی و برخی فاضلاب های صنعتی منشا طبیعی داشته و می توانند به وسیله باکتری های معمول در فرایند های هوازی یا بیهوازی تجزیه شوند. با این وجود، در حال حاضر بیش از ۷۰۰۰۰ ماده شیمیایی آلی مصنوعی وجود دارد که اصطلاحا ترکیبات غیر طبیعی یا ساختگی[۲] نامیده می شوند.

متاسفانه بعضی از این ترکیبات آلی بدلیل مقاومتشان در برابر تجزیه بیولوژیکی، مشکلات زیادی را در تصفیه فاضلاب ایجاد کرده و برای بهداشت محیط و انسان سمی هستند. ترکیبات آلی که در فرایندهای تصفیه بیولوژیکی معمول به سختی تجزیه پذیر هستند، مواد مقاوم[۳] نامیده می شوند.

در حال حاضر ۹۵ ماده شیمیایی که شامل فنل نیز می شود، بر اساس حجم تولیدی، موجود بودن و اثرات بیولوژیکی تعریف شده اند[۱]. هیدروکربن ها ی موجود در فاضلاب ها شامل انواع گوناگونی مانند هیدروکربن های کلردار[۴]، هیدروکربن های هالوژنه[۱]، ارگانوفسفره ها[۲] و هیدروکربن های آروماتیک نیمه فرار[۳] و یا غیر فرار[۴] می شود.

---

[۱] Refractory contaminants
[۲] Xenobiotic compounds
[۳] Refractory matters
[۴] Chlorinated Hydrocarbons

فنل که یکی از هیدروکربن های آروماتیک نیمه فرار است در فاضلاب های اغلب صنایع مانند پالایشگاه های نفت، تولیدات رزین و پلاستیک، نساجی و چرم[۲]، کارخانه های تولیدات شیمیایی، ذوب آهن، ریخته گری فلزات، رنگ سازی و تولیدات پشم شیشه از ۱ تا mg/l ۷۰۰۰ موجود است(جدول ۱).

جدول ۱-۱ مقادیر فنول گزارش شده در فاضلاب صنایع مختلف را نشان می دهد[۳].

جدول ۱-۱ غلظت فنل موجود در پسابهای صنعتی

غلظت فنل(mg/l)	نوع صنعت
۴۰- ۱۸۵	صنایع پتروشیمی
۱۰۰- ۱۵۰	نساجی
۴/۴- ۵/۵	چرم سازی
۶۰۰- ۳۹۰۰	ذوب آهن
۱۷۰۰- ۷۰۰۰	فراوری ذغال سنگ
۱/۱	تولید رنگ
۴۰- ۲۵۶۴	تولیدات فایبرگلاس
۱۲۷۰- ۱۳۴۵	رزین های فنلی
۲۲	صنایع چوب و کاغذ

[۱] Halogenated Hydrocarbons
[۲] Organophosphate
[۳] Semi Volatile
[۴] Non Volatile

ترکیبات فنلی در لیست آلاینده های با اولویت اول USEPA[1] در جایگاه ۱۱ از ۱۲۶ ماده شیمیایی قرار گرفته است.

۱-۲ ماده مورد مطالعه : فنول

فنل و مشتقات آن یکی از بزرگترین ترکیبات خطرناک در فاضلاب صنعتی هستند. ترکیبات فنلی که از طریق انسان وارد محیط زیست شده، بواسطه فعالیت های شیمیایی، نفتی، رنگرزی یا صنایع داروسازی است. این ترکیبات در اثر تخلیه فاضلاب شهری یا صنعتی به آب های سطحی وارد اکوسیستم شده اند[۴].

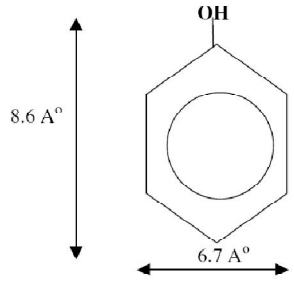
علاوه بر این، حضور فنل ها در محیط، از تولید و استفاده بیشمار آفت کش ها مخصوصا آفت کش های فنوکسی[2] مانند ۲و۴-دی کلروفنوکسی استیک اسید[3] یا ۴- کلرو-۲- متیل فنوکسی استیک اسید[4] و همچنین آفت کش های فنلی مانند پنتاکلروفنل[5]، ناشی می شود. بعضی ترکیبات فنلی ممکن است در نتیجه یک فرایند طبیعی مانند بوجود آمدن فنل و پارا کرسل طی تجزیه مواد آلی یا بوجود آمدن ترکیبات فنلی کلردار توسط قارچ ها و گیاهان باشد.

۱- ۲- ۱ ساختار فنول

فنول یا هیدروکسی بنزن[6] (C_6H_5OH) یک مولکول آروماتیک است با گروه هیدروکسیل که به ساختار حلقه بنزن متصل شده است. فنل خالص بصورت کریستالی بی رنگ یا سفید می باشد. فرمول شیمیایی آن C_6H_6O بوده و وزن مولکولی آن ۹۴/۱۴۴ g /mol می باشد. فنل یک واحد ساختاری پایه برای انواع مختلفی از ترکیبات آلی است. بویی بسیار تند با آستانه بوی ۰/ ۰۴ mg/l داشته و بوی تندی نیز دارد. در اکثر حلال های آلی محلول است

[1] United States Environmental Protection Agency
[2] Phenoxyherbicide
[3] ۲.٤-dichlorophenoxyacetic acid (۲.٤-D)
[4] ٤-chloro-۲- methylphenoxyacetic acid (MC PA)
[5] PCP
[6] Hydroxybenzene

حلالیت آن در آب در دمای اتاق محدود است، هرچند در در دمای بالای $^{\circ}C$ ۶۸ کاملا در آب قابل حل است. فنول در آب و اغلب حلال های آلی مانند هیدروکربن های آروماتیک، الکل ها، کتن ها، اترها، اسیدها و هیدروکربن های هالوژن دار محلول است، هرچند حلالیت آن در حلال های آلیفاتیک محدود می باشد[۶]. فنل همچنین به عنوان اسید کربولیک[۱] نیز شناخته می شود. فشار بخار فنل mm ۰/۴۱ جیوه در دمای $^{\circ}C$ ۲۵ می باشد. ساختار شیمیایی فنل در شکل ۱-۱ و مشخصات فیزیکی آن در جدول آورده شده است.



شکل ۱-۱ ساختار و ابعاد مولکول فنل

[۱] Carbolic acid

جدول ۱ -۲ مشخصات فیزیکی فنل

مشخصات	مقدار
وزن مولکولی (g/mol)	۹۴/۱۴۴
حجم مولی (cm^3/mol)	۹۰
نقطه جوش (°C)	۱۸۲
نقطه ذوب (°C)	۴۳
درجه خود اشتعالی (°C)	۷۱۵
حلالیت در آب (mg/l)	در C °۱۹، ۵۰ - ۱۰۰
چگالی مایع (g/cm^3)	۱/۰۶
pH در حالت محلول	۶
فشار بخار (mm Hg)	در C °۲۵، ۰/۴۱

۱- ۲- ۲ اثرات بر روی سلامتی

فنل اثرات حاد و مزمنی را بر روی سلامتی انسان داراست. استنشاق و تماس پوستی با فنول، برای پوست، چشم ها و مخاط بسیار تحریک کننده است.از دیگر اثرات آن میتوان سردرد، سرگیجه، خستگی، بیهوشی، ضعف، تهوع، استفراغ و بی اشتهایی را نام برد. فنل سریعا توسط پوست جذب شده و در محل تماس با پوست یا چشم باعث سوزش می شود. قرار گرفتن بیش از حد در معرض آن منجر به بیهوشی، تشنج، کبودی و مرگ شود.

نازی ها، برای کشتن زندانی ها از تزریق فنل استفاده می کردند. مرگ حاصله از آن بسیار مؤثر و به صرفه بود و در عرض چند ثانیه اتفاق می افتاد.

۱- ۲- ۳ روش های مورد استفاده برای حذف فنل از فاضلاب های صنعتی

فاضلاب ها عموما به دو نوع شهری و صنعتی طبقه بندی می شوند. از این میان فاضلاب های صنعتی سازگار با خصوصیات فاضلاب های شهری غالبا در سیستم های اگوی شهری تخلیه می شوند.

مشخصات فاضلاب های صنعتی بسته به نوع صنعت و فرایند مورد استفاده تفاوت های زیادی دارند. تکنیک هایی که در حال حاضر برای تصفیه این گونه فاضلاب ها استفاده می شود شامل روشهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی می شود که می توانند با بازدهی بالا و در مقیاس کامل مورد استفاده قرار گیرند. زائدات فنلی همچنین شامل آلودگی های دیگری نیز می باشند که نیازمند یک فرایند تصفیه اضافه برای حذف می باشند. به عنوان مثال در فاضلاب صنایع پتروشیمی، آلاینده های آلی بااستفاده از فرایند تصفیه بیولوژیکی یا روش های اکسیداسیون شیمیایی قابل حذف می باشند[۳]. علاوه بر تصفیه بیولوژیکی و اکسیداسیون شیمیایی، روش های دیگری مانند جذب سطحی روی کربن فعال گرانولی نیز برای حذف فنل از پساب استفاده می شود[۵]. انتخاب روش موثر و مناسب برای تصفیه بستگی به مشخصات فاضلاب و فاکتورهای اقتصادی دارد.

۱- ۲- ۳- ۱ جذب سطحی بر روی کربن فعال گرانولی

یکی از روش های رایج حذف مواد آلی، جذب سطحی بر روی کربن فعال می باشد، محصولی که می تواند از مواد مختلف کربنی مانند چوب، ذغال نارس و لیگنیت تهیه شود. تاثیر زیاد این مواد در حذف این ترکیبات از سطح مخصوص بسیار بالای آنها ناشی می شود. در تصفیه آب در حال حاضر کربن فعال گرانولی بیشترین مصرف را داراست. از موارد استفاده آن می توان در راکتورهای با بستر ثابت را نام برد که آب در آن با جریان رو به پایین در

جریان است. در این راکتورها بدلیل تجمع مواد روی سطح کربن فعال لازم است شستشوی معکوس دوره ای انجام شود. بدلیل ملاحظات اقتصادی لازم است بعد از گذشت مدتی از عمر مفید جذب روی سطح کربن فعال در دمای ۹۵۰ ^{o}C بخار هوا حرارت داده شود. این عمل مواد آلی جذب شده را اکسید کرده و با حدود ۱۰٪ کاهش بازدهی، سطح کربن فعال را احیا می کند[۶].

۱- ۲- ۳- ۲ روش استخراج با حلال

نام دیگر این روش استخراج محلول یا استخراج محلول – محلول می باشد. استخراج محلول وقتی اتفاق می افتاد که یک جزء اضافی در فاضلاب بصورت انتخابی هنگام تماس با یک حلال آلی بدلیل حلالیت پذیری بالاتر آن در حلال نسبت به فاضلاب حذف می شود. در این فرایند جریان فاضلاب و حلال مورد استفاده با یکدیگر مخلوط شده تا اجازه انتقال جرم آلاینده را از فاضلاب به حلال بدهند.

برای بازیافت حلال و ماده آلی در صورتیکه دوباره نیاز به استفاده داشته باشد، معمولا از تقطیر استفاده می شود. این روش استفاده گسترده ای در صنایع فراوری سنگ معدن، صنایع غذایی و در صنایع پتروشیمی دارد[۷].

۱- ۲- ۳- ۱۳اکسیداسیون شیمیایی

اکسیداسیون شیمیایی با استفاده از ماده های ازن و کلر برای حذف ترکیبات آلی سمی شامل فنل از روش های پر بازده می باشد. اکسیداسیون شیمیایی با استفاده از ازن می تواند ۴۸٪ از فنل را در pH خنثی و غلظت اولیه mg/l ۱۰۰۰ حذف کند. فاکتورهای زیادی بر این فرایند اثر گذار می باشند که از جمله آنها می توان واکنش پذیری ازن با ترکیب مورد نظر، نرخ واکنش پذیری، ازن مورد نیاز برای دستیابی به درجه تصفیه مورد نیاز و سایر فاکتورهای دخیل در تصفیه ماده مانند pH و دما را نام برد. مثلا در تصفیه با استفاده از ازن در pH برابر ۱۱، نرخ واکنش دوبرابر سریعتر از نرخ واکنش در pH خنثی است.

۱- ۳ روش های تصفیه بیولوژیکی

تجزیه میکروبی مواد شیمیایی در محیط روشی برای حذف آنهاست که در آنها از میکروارگانیسم ها برای تصفیه استفاده می شود. میکروارگانیسم های مختلفی وجود دارند که می توانند از مواد زائد به عنوان غذا استفاده کرده و با استفاده از فرایندهای متابولیکی طبیعی آن را به مواد ساده تری تبدیل کنند. تجزیه میکروبی این ترکیبات، سری پیچیده ای از واکنش های بیوشیمیایی است و معمولا به دلیل وجود میکروارگانیسم های مختلف، این واکنش ها متفاوت است. وابستگی متقابل تجزیه بیولوژیکی، انتقال بیولوژیکی و کاتالیز بیولوژیکی توسط پارالس[۱] در ۲۰۰۲ مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه میکروبی آلاینده ها از نظر پیش بینی طول عمر آنها و اثرات دراز مدت آنها تعیین کننده است و همچنین در فرایند تصفیه حائز اهمیت است. در طبیعت نرخ تجزیه می تواند به عوامل شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی وابسته باشد که این عوامل بین اکوسیستم ها متفاوت اند. برای اینکه یک انتقال میکروبی اتفاق بیافتد، شرایطی وجوددارد که باید تحقق یابند :

۱. میکروارگانیسم ها باید با آنزیم های لازم وجود داشته باشند که انتقال های خاص را تسریع کنند. آنزیم های کلی وجود دارند که می توانند به انواع گوناگونی از سوبسترا حمله کنند در حالیکه آنزیم های دیگر فقط می توانند یک پیوند از کار افتاده و تفکیک شده خاص را در یک ترکیب خاص، کاتالیز کنند. تغییر شکل های باکتریایی مختلف هم ممکن است بعضی ترکیبات را بصورت ها و با الگوهای مختلف تجزیه، تجزیه کنند که این الگوها بستگی به نوع آنزیم های مورد استفاده دارند.

۲. مواد شیمیایی باید در دسترس میکروارگانیسم ها قرار بگیرند که این عدم دسترسی می تواند از گوناگونی و متفاوت بودن فاز باکتری و ماده شیمیایی ناشی شود. به این صورت که یکی از این دو در یک فاز مایع

[۱] *Parales*

مخلوط نشدنی با آب و یا جذب شده به یک فاز جامد باشند و مختلف بودن فاز آنها، سبب عدم دسترسی گردد.

موفقیت نیروی تجزیه برای توسعه یافتن، بستگی به توانایی آن ها در رقابت برای مواد آلی، اکسیژن و سایر فاکتورهای محیطی دارد.

۱- ۳- ۱ اهداف تصفیه زیستی

اهداف اصلی تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شامل موارد زیر است :

- ✓ تبدیل ترکیبات محلول و ذرات معلق قابل تجزیه بیولوژیکی به محصولات نهایی
- ✓ به دام انداختن ذرات کلوئیدی و غیر قابل ته نشینی در لخته بیولوژیکی یا لایه بیولوژیکی
- ✓ تبدیل یا حذف مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر
- ✓ در برخی موارد حذف ترکیبات آلی مقاوم خاص

هدف از تصفیه فاضلاب های صنعتی حذف یا کاهش غلظت ترکیبات آلی یا غیر آلی است، چون برخی از ترکیبات موجود در این فاضلاب ها برای میکروارگانیسم ها سمی هستند. برای تخلیه فاضلاب های صنعتی به سیستم های جمع آوری فاضلاب شهری ممکن است پیش تصفیه این فاضلاب ها ضروری باشد. در مورد پساب های کشاورزی، هدف حذف مواد مغذی به ویژه نیتروژن و فسفر بوده که می توانند باعث رشد گیاهان آبزی شوند[۳].

۱- ۳- ۲ نقش میکروارگانیسم ها

حذف مواد آلی، لخته‌سازی مواد جامد کلوئیدی غیرقابل ته‌نشینی و تثبیت موادآلی به روش زیستی و با استفاده از انواع میکروارگانیسم‌ها و به طور عمده باکتریها صورت می گیرد. از میکروارگانیسم‌ها برای تبدیل موادآلی کربن‌دار محلول و کلوئیدی به گازهای مختلف و آب و بافت سلولی استفاده می‌شود. چون وزن مخصوص بافت سلولی کمی بیشتر از آب است. سلولهای حاصل را می‌توان با ته‌نشینی ثقلی از مایع تصفیه شده جدا کرد .

۱- ۴ طبقه بندی فرایندهای بیولوژیکی

فرآیندهای زیستی را می‌توان به دو روش تقسیم بندی نمود:

الف - طبقه‌بندی براساس محیط بیوشیمیایی:

الف - ۱ - فرایند هوازی[۱]

در این فرایند فعالیت میکروارگانیسم‌ها در حضور اکسیژن سلول انجام می گیرد. لذا میکروارگانیسم‌های دیگر فعالیت چندانی ندارند.

الف - ۲ - فرایند بیهوازی[۲]

در این حالت هیچ‌گونه اکسیژنی وجود ندارد و از هیدرولیز موادآلی فعالیت بیولوژیکی صورت می گیرد. در ضمن مقدار لجن کمتری نسبت به دو حالت قبل تولید می‌شود و با تولید گاز متان به عنوان منبع انرژی می‌توان از آن استفاده نمود.

---

[۱] Aerobic
[۲] Anaerobic