بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی شیمی

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای احسان بهمنی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **نیترات زدایی آب شرب در حضور گاز متان با استفاده از سویه هایفومیکروبیوم دنیتریفیکن به صورت پیوسته** در تاریخ ۱۳۹۰/۸/۹ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محسن نصرتی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر سید عباس شجاع الساداتی	استاد	
استاد ناظر	دکتر سید محمد موسوی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر بابک بنکدارپور	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر سید محمد موسوی	استادیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **احسان بهمنی**.....دانشجوی رشته **مهندسی شیمی - بیوتکنولوژی**..... ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۸**..... مقطع **کارشناسی ارشد**.... دانشکده **مهندسی شیمی**..... متعهد می شوم کلِیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: **احسان بهمنی**.....

تاریخ: **۹۰/۱۰/۱۸** .....

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته **مهندسی شیمی** است که در سال **۱۳۹۰** در دانشکده **مهندسی شیمی – بیوتکنولوژی** دانشگاه **تربیت مدرس** به راهنمایی جناب آقای دکتر **محسن نصرتی** و مشاوره جناب آقای دکتر **عباس شجاع الساداتی** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **احسان بهمنی** دانشجوی رشته **مهندسی شیمی – بیوتکنولوژی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **احسان بهمنی**

تاریخ و امضا: **۹۰/۱۰/۱۸**

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیمی- بیوتکنولوژی

نیترات زدایی آب شرب در حضور گاز متان با استفاده از سویه *های فومیکروبیوم دنیتریفیکن* به صورت پیوسته

احسان بهمنی

استاد راهنما

دکترمحسن نصرتی

استاد مشاور

دکتر سید عباس شجاع الساداتی

آبان ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم،

به پاس حضور بی‌ادعایشان،

و خواهر و برادرم

با سپاس فراوان از

استاد گرانقدرم جناب آقای **دکتر محسن نصرتی،**

به دلیل راهنمایی و حمایت‌های فراوان

و استاد عزیزم جناب آقای **دکتر سید عباس شجاع‌الساداتی**

برای راهنمایی، حمایت و همکاری در انجام این پژوهش؛

در پایان از سرکار خانم **فاطمه تیموری** برای همکاری و راهنمایی‌هایشان در پیشبرد این پایان‌نامه سپاسگزارم.

چکیده

در این پژوهش استفاده از متان به عنوان منبع کربن در فرآیند نیتراتزدایی زیستی در یک راکتور بستر پرشده، با خوراکدهی آب حاوی نیترات به صورت پیوسته در حضور تک سویه خالص *هایفومیکروبیوم دنیتریفیکن* بررسی شد. نتایج به دست آمده بیانگر آن آست که ریزسازواره تحت شرایطی توانایی حذف نیترات به صورت پیوسته را دارد. برای تمامی آزمایشها غلظت نهایی نیترات، غلظت نهایی نیتریت، pH نهایی و ORP نهایی اندازه گیری شد. در همه آزمایشها غلظت نهایی نیتریت کمتر از مقادیر استاندارد تعریف شده (۱ mg/L NO_2^--N) بود. در تمامی آزمایشها pH از ابتدا تا انتها مقدار ناچیزی (حدود ۰/۳-۰/۶ واحد) افزایش داشت، که این افزایش را میتوان به قلیاییت تولیدی نسبت داد. برای اطلاع از شرایط درونی سامانه به ازای هر ۱۰۰ میلی لیتر از مایع خارج شده که در ارلن نگهدارنده تجمع میکرد pH، ORP و نیترات به صورت نقطهای نیز اندازهگیری شد. اثر جریانهای حجمی ورودی مختلف بررسی و نشان داده شد زمان ماند ۱۰۰ دقیقه در این سامانه کمترین زمانی است که در آن غلظت نیترات به زیر حد استاندارد می رسد. در بررسی دما مشخص شد که این عامل اثر زیادی بر حذف نیترات ندارد، هر چند افزایش دما به صورت جزیی باعث افزایش نرخ نیتراتزدایی می شود. در بخش دیگری از این پژوهش اثر حضور یا عدم حضور آکنه در سامانه مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد حضور آکنه به صورت چشمگیری باعث افزایش نرخ نیتراتزدایی میشود. نرخ بیشینه حذف در حالت خوراک دهی با جریان حجمی ۲/۵ ml/min معادل h^{-1} L^{-1} $mg\ NO_3^-$ ۲/۷۲ گزارش شد.

واژههای کلیدی: بیو فیلم، آکنه، حذف زیستی نیترات، راکتور بستر پرشده، متان، *هایفومیکروبیوم دنیتریفیکن*.

فهرست

عناوین **صفحه**

فصل اول نظری ۱

۱-۱ **مقدمه** ۲

۱-۱-۱ ضرورت انجام تحقیق ۲

۱-۱-۲ پراکنش جغرافیایی آلودگی منابع آبی به نیترات و مناطق پرخطر در ایران ۴

۱-۲ **استاندارد نیترات در آب آشامیدنی** ۵

۱-۳ **چرخه نیتروژن در طبیعت** ۶

۱-۴ **عوامل افزاینده نیترات در آب های آشامیدنی** ۸

۱-۴-۱ عوامل طبیعی ۸

۱-۴-۲ عوامل انسانی ۹

۱-۵ **روش‌های حذف نیترات از آب‌های زیرزمینی** ۱۱

۱-۵-۱ کانی زدایی ۱۲

۱-۵-۲ مخلوط کردن ۱۳

۱-۵-۳ تبادل یونی ۱۴

۱-۵-۴ اسمز معکوس ۱۵

۱-۵-۵ حذف زیستی ۱۷

۱-۶ **آثار افزایش نیترات بر سلامتی** ۱۸

۱-۶-۱ کودک کبود ۱۸

۱-۶-۲ سرطان ۱۹

۱-۶-۳ سقط جنین خود به خود ۱۹
۱-۶-۴ پرفشاری خون ۲۰
۱-۶-۵ بزرگ شدگی غده تیروئید ۲۰
۱-۷ مبانی فرآیند حذف زیستی ۲۰
۱-۸ میکروب شناسی نیترات‌زدایی ۲۱
۱-۹ بیوشیمی و فیزیولوژی نیترات‌زدایی ۲۲
۱-۱۰ سینتیک نیترات‌زدایی زیستی ۲۳
۱-۱۱ استفاده از گاز طبیعی و متان در فرآیند حذف زیستی نیترات ۲۶
۱-۱۱-۱ تاریخچه ۲۷
۱-۱۲ اکسیدکننده‌های متان ۲۹
۱-۱۲-۱ اکسیدکننده‌های هوازی ۲۹
۱-۱۲-۲ اکسیدکننده‌های بی‌هوازی ۲۹
۱-۱۲-۳ اکسیدکننده‌های هوازی متان جفت‌شده با نیترات‌زدایی (AME-D) ۳۰
۱-۱۳ مقایسه نرخ‌های نیترات‌زدایی ۳۳
فصل دوم مواد و روش‌ها ۳۷
۲-۱ مقدمه ۳۸
۲-۲ مواد ۳۸
۲-۳ دستگاه‌ها ۴۰
۲-۴ خوراک ورودی (گاز شهری) ۴۱
۲-۴-۱ ترکیبات گوگردی موجود در گاز شهری ۴۱
۲-۴-۲ بودار کننده‌ها در خطوط لوله شرکت ملی گاز ایران ۴۲
۲-۵ ریزسازواره ی *ها یفومیکروبیوم دینیتریفیکن* ۴۳
۲-۵-۱ فعال‌سازی سویه ۴۴

۲-۵-۲ تهیه بانک سلولی ۴۶
۲-۶ بیوراکتور ستونی بستر پرشده ۴۸
۲-۶-۱ آکنه ۵۰
۲-۷ روش‌های تحلیل ۵۱
۲-۷-۱ رشد باکتری ۵۱
۲-۷-۲ بررسی مصرف نیترات ۵۲
۲-۷-۳ سنجش نیتریت با استفاده از SA و NEED ۵۵
۲-۷-۴ اندازه‌گیری پتانسیل اکسایش و کاهش (ORP) ۵۶
فصل سوم نتایج وبحث ۵۹
۳-۱ مقدمه ۶۰
۳-۲ انتخاب آکنه ۶۰
۳-۳ رشد ریز سازواره بر روی آکنه ۶۴
۳-۴ حذف نیترات ۶۵
۳-۴-۱ محاسبه متان مورد نیاز ۶۵
۳-۴-۲ آزمایش‌های ابتدایی ۶۶
۳-۴-۳ بررسی اثر نرخ جریان‌های ورودی متفاوت بر حذف نیترات ۷۳
۳-۴-۴ بررسی اثر دما روی نرخ حذف نیترات ۷۶
۳-۴-۵ اثر آکنه و جریان برگشتی ۷۷
۳-۴-۶ مقایسه نتایج با نتایج دیگر پژوهشگران ۷۸
فصل چهارم نتیجه‌گیری وپیشنهادها ۸۰
۴-۱- نتیجه‌گیری ۸۱
۴-۲- پیشنهادها برای پروهش‌های آتی ۸۱

فهرست شکل‌ها

عناوین صفحه

شکل ۱-۱ دگرگونی بیوشیمیایی نیتروژن ۶

شکل ۱-۲ عوامل آلاینده انسانی ۱۰

شکل ۲-۳ نمایی از سامانه AME-D ۳۰

شکل ۳-۱ شکل ظاهری سویه *هایفومیکروبیوم دنیتریفیکن* ۴۳

شکل ۲-۱ بیوراکتور ستونی بستر پرشده ۴۸

شکل ۲-۲ شکل نمادین از بیوراکتور بستر پر شده ۴۹

شکل ۲-۳ دامنه پتانسیل اکسایش-کاهش (mV) برای فرآیندهای معمول پساب ۵۸

شکل ۳-۱ غلظت نیترات خروجی بر حسب زمان و مایع خروجی در آزمایش اول ۶۷

شکل ۳-۲ غلظت نیترات حذف شده و پتانسیل اکسایش کاهش بر حسب زمان در آزمایش اول ۶۸

شکل ۳-۳ غلظت نیترات خروجی بر حسب زمان و مایع خروجی در آزمایش دوم ۶۹

شکل ۳-۴ غلظت نیترات حذف شده وپتانسیل اکسایش کاهش بر حسب زمان در آزمایش دوم ۷۰

شکل۳-۵ غلظت نیترات در آزمایش‌های اول دوم و شاهد بر حسب زمان ۷۱

شکل ۳-۶ کل مقادیر حذف شده نیترات و علل حذف ۷۳

شکل ۳-۷ غلظت نیترات بر حسب جریان‌های حجمی ورودی متفاوت ۷۳

شکل ۳-۸ غظت نیترات برحسب نیتروژن برای زمان ماند درجریان‌های حجمی مختلف ۷۴

شکل ۳-۹ غلظت نیترات بر حسب دما ۷۵

شکل ۳-۱۰ اثر جریان برگشتی و حضور آکنه در حذف نیترات ۷۷

شکل ۳-۱۱ مقایسه حذف نیترات در این پژوهش با پژوهش‌های دیگر ۷۸

فهرست جداول

عناوین صفحه

جدول ۱-۱ مقادیر محاسبه‌شده با استفاده از روش مک‌کارتی برای ماکزیمم رشد، ضریب نصف سرعت منبع کربن و بازده باکتریایی ۲۵

جدول ۱-۲ نرخ حذف نیترات به دست آمده توسط محققان مختلف ۳۶

جدول ۲-۱ مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها ۳۹

جدول ۲-۲ تجهیزات مورد استفاده در آزمایش‌ها ۴۰

جدول ۲-۳ درصد ترکیبات موجود در گاز شهری ۴۱

جدول ۲-۴ محیط کشت *هایفومیکروبیوم دینیتریفیکن* (محیط کشت DSMZ۱۶۶) ۴۵

جدول ۲-۵ محیط کشت معدنی ۴۶

جدول ۲-۶ روابط ولتاژ بین چند الکترود مبنای مختلف در $^{\circ}C$ ۲۵ ..... ۵۷

جدول ۳-۱ مقادیر اولیه و نهایی نیترات، نیتریت، pH و ORP در آزمایش اول ۶۸

جدول ۳-۲ مقادیر اولیه و نهایی نیترات، نیتریت، pH و ORP در آزمایش دوم ۷۲

فهرست عکس ها

عناوین صفحه

عکس ۳-۱ آکنه از جنس واشر ۶۱

عکس ۳-۲ آکنه از جنس پلی پروپیلن ۶۱

عکس۳-۳ آکنه از جنس پوکه معدنی ۶۱

عکس ۳-۴ راکتور پرشده با آکنه از جنس واشر ۶۲

عکس ۴-۴ راکتور پرشده با آکنه از جنس لوله پروپیلن ۶۳

عکس ۳-۶ راکتور پرشده با آکنه از جنس پوکه معدنی..... ۶۳

فصل اول

نظری

۱-۱ مقدمه

آب به عنوان ترکیبی که سه چهارم از کل سطح زمین را پوشانده از عوامل ضروری برای ادامه حیات محسوب می شود. حدود۲/۶۶ درصداز کل منابع آب جهان(آب های زیرزمینی، دریاچه ها و یخ های قطبی)آب شیرین می باشد که فقط بخش کوچکی حدود ۰/۶ درصد به عنوان آب آشامیدنی در دسترس می باشد. اهمیت آب به دلیل نیاز روز افزون و کاهش منابع غیرآلوده در سطح جهان بوده تامین آب سالم و بهداشتی به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های انسان در جوامع به ویژه در جوامع در حال توسعه مطرح می باشد. از جمله این آلاینده‌ها نیترات است که مطابق با بررسی های صورت گرفته یکی از مهمترین علتهای غیرقابل استفاده بودن چاه‌های آب و آب های شرب است [۱]. سالیانه حدود ۴ درصد منابع آبی شرب به دلیل آلودگی توسط نیترات از دسترس شرب خارج می شوند که این میزان از آلوده شدن ۰/۵ درصدی منابع آبی توسط آلاینده‌های شیمیایی آلی بسیار بیشتر است [۱].

۱-۱-۱ ضرورت انجام تحقیق

با گسترش تحقیقات بر روی مشکلات بهداشتی نیترات درآب شرب، از زمان کشف بیماری سندروم «کودک کبود[1]» در سال ۱۹۴۵ و کشف ارتباط معنی دار شیوع بیماریهایی چون نقص در جنین، سقط جنین‌های خود به خود[2]، پرفشاری خون، بزرگی بیش از حد و اختلال در عملکرد غده تیروئید و انواع خاصی از سرطان سیستم گوارش، نگرانیها در این زمینه روزبروز بیشتر شده و نیاز به وضع استانداردهای سخت گیرانه تر و بکارگیری فناوری‌های تصفیه مناسب تر بیشتر می‌شود. به سبب این مخاطرات، نیاز جدی به فناوری‌های مؤثر و پر بازده برای پالایش منابع آب آشامیدنی آلوده به نیترات احساس می‌شود [۲].

[1] Blue baby
[2] Spontaneous abortion

روش‌های خانگی حذف آلاینده‌ها مانند جوشاندن نه تنها باعث کاهش نیترات نشده بلکه اثر معکوس داشته و باعث افزایش غلظت نیترات می شود. فرآیندهای مرسوم، مانند آهک‌زنی و فیلتر کردن، به دلیل حلالیت بالا، پایداری مولکولی و پتانسیل پایین این یون برای رسوب و جذب، اثر چندانی بر کاهش غلظت نیترات ندارند. رایج‌ترین روش‌های حذف نیترات، تبادل یونی[1]، اسمز معکوس[2] و نیترات‌زدایی زیستی[3] می‌باشند. تبادل یون و اسمز معکوس به دلیل طبیعت غیر انتخابی آن‌ها و ایجاد پساب شور که هزینه‌های دفع را افزایش می‌دهند، محدودیت عملیاتی دارند. روش حذف زیستی نیترات به دلیل این که نیترات در آن با بازده بالا و به شکل انتخابی به نیتروژن گازی تبدیل می‌شود، یک روش تصفیه قابل توجه است.

به دلیل آن‌که آب‌های قابل شرب اصولاً منابع بسیار فقیر از نظر مواد آلی کربنی می‌باشند معمولاً برای انجام فرآیند نیترات‌زدایی نیاز به اضافه نمودن یک سوبسترای آلی[4] مانند متانول، اتانول و یا استیک اسید به آب آلوده به نیترات وجود دارد. در نتیجه تشکیل محصولات جانبی فرآیند مانند سلول‌های میکروبی لیز شده، محصولات واکنش و باقیمانده سوبسترای آلی، ممکن است سبب افزایش مراحل تصفیه نهایی[5] آب خروجی شود. این تصفیه نهایی شامل، هوادهی، لخته‌سازی[6] ته‌نشینی[7]، فیلتراسیون، ضدعفونی کردن[8] و عبور از بستر کربن فعال است [۱].

لذا جداسازی این ماده آلی خود نیاز به مراحل تصفیه جداگانه و صرف هزینه بیشتر خواهد داشت. همچنین رشد زیاد در این گونه فرآیندها، باعث افزایش حجم لجن تولیدی می‌شود.

در این میان متان، به دلیل ماهیت پاک تر آن نسبت به دیگر سوبستراها، تولید بیومس ناچیز و هزینه نسبتاً پایین، به عنوان یک انتخاب عالی به حساب میآید. چرا که به دلیل عدم بجای گذاشتن

[1] Ion exchange
[2] Reverse osmosis
[3] Biological Denitrification
[4] Organic substrate
[5] Polishing treatment
[6] Coagulation
[7] Sedimentation
[8] Disinfection

باقیمانده در آب تصفیه شده از ایجاد ناپایداری درآب جلوگیری نموده و نیازی به فرایندهای متعاقب تصفیه جهت حذف مازاد آن و مشتقاتش نخواهد بود. علاوه بر آن به دلیل خروج سریع از آب مشکلات رشد مجدد زیستی در فرآیندهای پایین دستی و شبکه توزیع مرتفع خواهد شد [۳].

علاوه بر آن تحقیقات بسیار محدودی در زمینهٔ استفاده از سویه‌های خالص[1] برای انجام این فرآیند در دسترس می‌باشد. استفاده از سویه‌های خالص نه تنها امکان بررسی دقیق‌تر عوامل مؤثر بر فرآیند را فراهم می‌کند، از سویی خطر آلودگی آب تولید شده به واسطه حضور باکتری‌های ناشناختهٔ بیماری‌زا[2] و واسطه‌های سمی تولید شده توسط آن‌ها را کاهش می‌دهد.

۱-۱-۲ پراکنش جغرافیایی آلودگی منابع آبی به نیترات و مناطق پرخطر در ایران

سنجش‌ها و اندازه گیری‌هایی که در مورد میزان نیترات آب‌های شهرهای مختلف کشور صورت گرفته گویای آن است که آب شرب مناطق جنوب و جنوب شرقی تهران که از آب‌های زیرزمینی تامین می شود، دارای درصد بالایی از نیترات بوده و سلامت مردم این مناطق را تهدید می کند[۴]. در پژوهشی دیگر که بر روی حذف، اندازه گیری و بررسی مخاطرات بهداشتی نیترات در آب‌های آشامیدنی تهران انجام شد مشخص گردید که دامنه غلظت نیترات موجود در نقاط مختلف جنوب شهر تهران بین ۱۰ تا ۹۲ میلی گرم بر لیتر بر حسب یون نیترات می باشد[۵].

پس از تهران، آب شهرهای مشهد و اراک بیشترین درصد نیترات را دارد و این موضوع نگرانی‌های مسئولان را در حوزه های مختلف عمیق تر می کند. علت آلودگی آب‌ها در مناطقی از این شهرها، شیب زمین بوده که آلودگی‌ها از مناطق بالا وارد آن شده و در آن نفوذ می کنند و عامل دیگر فقدان سیستم فاضلاب در این مناطق است [۴].

[1] Defined strain
[2] Pathogen

روند بالا رفتن غلظت نیترات در آبخوان دشت مشهد براساس اندازه گیری‌های دوره‌ای چاه‌های مانیتورینگ در ۱۰ سال اخیر نشان میدهد که چنانچه جهت توقف این روند افزایشی سریع چاره ای اساسی اندیشیده نشود، در آینده نزدیک، شاهد انهدام کیفی آبخوان مشهد خواهیم بود [۶].

در بررسی وضع آلودگی آب‌های زیرزمینی به یون نیترات در اثر کاربرد کودهای ازته در شهر بابل مشخص گردید که بالا رفتن مصرف کودهای شیمیایی سبب افزایش مقدار نیترات در آب‌های زیرزمینی شده است[۷].

۱-۲ استاندارد نیترات در آب آشامیدنی

با توجه به مطالعات انجام شده، سازمان بهداشت جهانی[1] (WHO) حداکثر مجاز نیترات در آب شرب را NO_3^- ۴۵ mg/L (معادل ۱۱/۳ میلی‌گرم نیترات بر حسب نیتروژن) و غلظت نیتریت را معادل NO_2^--N ۱ mg/L اعلام نموده است. سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا[2] (USEPA) حداکثر مقدار آلایندگی نیترات[3] (MCL) را NO_3^--N ۱۰ mg/L (معادل NO_3^- ۴۴/۸۲ mg/L) در نظر گرفته است. اتحادیه اروپا نیز غلظت مجاز نیترات را NO_3^--N ۱۰ mg/L و نیتریت را NO_2^--N ۰/۰۳ mg/L توصیه می‌نماید [۸]. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز مقادیر اعلام شده توسط سازمان بهداشت جهانی را برای نیترات در نظر گرفته است [۹].

در حال حاضر در آمریکا و انگلیس حداکثر مقادیر مجاز نیتراتی که به طور هفتگی از طرق مختلف وارد بدن انسان می شود ۴۵۰ میلی گرم تعیین شده است که شامل ۲۱۰ میلی گرم از طریق سبزیجات، ۱۱۰ میلی گرم از طریق مصرف گوشت و حداکثر ۱۰۵ تا ۱۱۵ میلی گرم از طریق مصرف آب آشامیدنی به انسان منتقل می شود [۱۰].

[1] World health organization
[2] United states environmental protection agency
[3] Maximum contaminant Level