اولین همایش ملی نوآوری در صنایع سبز
دانشگاه مازندران
کد اختصاصی: ۰۲۲۳۰-۶۵۳۴۷
ISC
صنایع سبز

بررسی شبکه های جمع آوری، تصفیه و دفع لجن فاضلاب های شهری

امیر مشهدی خلردی[۱]

[۱] استاد دانشگاه گروه ساختمان و معماری، دانشکده فنی و حرفه ای امام محمّدباقر(ع)، ساری، ایران (Am_kholerdi@yahoo.com)

چکیده.

فاضلاب از یک سو مهمترین عامل آلودگی آب محسوب می شود و از طرفی در صورت تصفیه کافی می تواند یکی از منابع جایگزین آب تازه باشد، بنابراین شبکه جمع آوری و تصفیه فاضلاب شهری و استفاده مجدد از پساب تصفیه شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف می تواند از مهم ترین اهداف تصفیه خانه های فاضلاب باشد. در میان تصفیه ی فاضلاب، لجن که از طریق جداسازی مواد جامد از مایع یا فعالیت های بیولوژیکی در تصفیه خانه فاضلاب بدست می آید، در حقیقت نوعی محصول فرعی مهم در فرآیند تصفیه است که می تواند به عنوان کود و تقویت کننده خاک کشاورزی به صورت سودمندانه مورد استفاده قرار گیرد. هدف تحقیق حاضر، بررسی شبکه های جمع آوری، تصفیه و دفع لجن فاضلاب های شهری بوده است.

واژه‌های کلیدی: شبکه های جمع آوری، تصفیه فاضلاب، دفع لجن.

۱. مقدمه

امروزه بحران جهانی کمبود آب ناشی از عوامل مختلفی همچون رشد سریع جمعیت، تغییرات زیست محیطی، آلودگی محیط زیست، افزایش شهرنشینی، رشد صنعت و آلوده شدن منابع آبی موجود سبب شده است تا بشر به دنبال راهکارهای جدید برای تأمین آب باشد. یکی از این راهکارها که بسیار مورد توجه قرار گرفته است تصفیه فاضلاب می باشد.

به مجموعه لوله ها و متعلّقاتی که به منظور جمع آوری فاضلاب های خانگی ، اداری و عمومی ، صنعتی و تجاری در معابر و خیابان ها در زیر زمین احداث می گردد شبکه جمع آوری فاضلاب گفته می شود. اجزای تشکیل دهنده سیستم شبکه جمع آوری فاضلاب شامل موارد زیر می باشد :

۱- فاضلابروهای کوچک و بزرگ

۲- آدم روها (منهول)

۳- ایستگاه های پمپاژ (تلبمه خانه) (ماجد و همکاران، ۱۳۹۵)

به مجموعه آب های دور ریختی که پس از جمع آوری و تصفیه ممکن است قابلیت استفاده مجدد را دارا باشند، فاضلاب گفته می شود. فاضلاب شهری مخلوطی از آب مصرفی در خانه ها، ادارات، مناطق تجاری و صنعتی می باشد. میزان تولید فاضلاب در جوامع مختلف با توجه به شرایط آب و هوایی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی متفاوت می باشد. به دلیل وجود آلاینده های میکروبی و شیمیایی در فاضلاب‌ها، تخلیه آن ها بدون تصفیه به محیط زیست و یا استفاده از آن ها در مصارف کشاورزی منجر به آلودگی منابع آب و خاک شده و در نهایت خطرات آن متوجه بهداشت و سلامت انسان می گردد. در جوامع کنونی استفادهٔ بهینه از فاضلاب شهری از ضرورت‌های مدیریت شهری تلقّی می‌شود (بارونیان و همکاران، ۱۴۰۱).

از نظر ترکیب، ۹۹/۹ درصد فاضلاب را آب و حدود ۰/۱ درصد آن را ناخالصی ها و مواد آلاینده موجود درفاضلاب ها شامل مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، مواد معلق و شناور، مواد مغذی[۱] (فسفر ، نیتروژن و کربن)، فلزات سنگین[۲] (مس ، روی و نیکل)،

[1]-Nutrient
[2]-Heavy Metals

پاتوژن ها[3]، مواد آلی مقاوم به تجزیه بیولوژیکی و جامدات محلول تشکیل می دهند که وجود هریک از این آلاینده ها و غلظت آنها بستگی به نوع و ماهیت فاضلاب متفاوت می باشد (شکوهی و همکاران،۱۳۹۹).

فاضلاب شهری پس از عبور از واحدهای عملیاتی و فرآیندی، تصفیه شده و دو محصول پساب و لجن تولید می گردد که هر یک برای راه یابی مجدد به طبیعت باید کیفیتی مطابق با استانداردهای محیط زیستی داشته باشند. لجن آبگیری شده فاضلاب اغلب حاوی مواد مغذی و غنی از نوترینت های تقویت کننده خاک کشاورزی بوده که می توان آن را به زمین برگرداند و به عنوان کود به صورت سودمندانه استفاده کرد (Komilis و همکاران، 2011).

لجن [4] از پسماند حاصل از مواد جامد معلق موجود در فاضلاب ورودی و همچنین مواد معلق ایجاد شده درطی فرآیندهای بیولوژیکی یا شیمیایی تصفیه که از طریق ته نشینی جدا می شوند، تشکیل شده است. حجم عمده لجن را آب تشکیل می دهد. در صورت ورود فاضلاب های صنعتی به همراه فاضلاب انسانی و همچنین ورود روان آب ناشی از بارندگی، مخلوطی از مواد مغذی و سموم از طریق شبکه جمع آوری فاضلاب به تصفیه خانه وارد می شوند. لجن فاضلاب ممکن است حاوی مخلوطی پیچیده از مواد مغذی ، فلزات سنگین، بی فنیل های پلی کلرینه، دی اکسین ها و فوران ها، سموم کلرینه، هیدروکربن های آروماتیک چند هسته ای سرطان زا، باکتری ها، ویروس ها، کرم های انگلی و قارچ ها، حلال های صنعتی، آزبست ها، فرآورده های نفتی و غیره باشد (Mosquera و همکارانش،2010).

با توجه به مطالب گفته شده در رابطه با مسأله و ضرورت تحقیقات در ادامه به دو نمونه از پیشینه های مرتبط با موضوع اشاره می شود. شکوهی و همکاران در سال(۱۳۹۹) تحقیقی تحت عنوان؛ بررسی کارایی سیستم های طبیعی و لجن فعال جهت تصفیه فاضلاب شهری انجام داده اند. پژوهش به روش توصیفی مقطعی بر روی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب استان کرمانشاه در طول مدت یک‌سال انجام پذیرفت. طبق نتایج ارزیابی خطرپذیری بر اساس روش AHP (تحلیل سلسله مراتبی) ، قبل از انجام اقدامات اصلاحی ۲۲ خطرپذیری زیست‌محیطی شناسایی شد که ۱۱ خطرپذیری با اولویت خیلی بالا، ۸ خطرپذیری با اولویت بالا، ۲ خطرپذیری با اولویت متوسط و ۱خطرپذیری با اولویت ضعیف می‌باشد. به عبارت دیگر ۵۰ درصد از جنبه‌ها در سطح خطرپذیری خیلی بالا قرار دارند که بعد از اقدامات اصلاحی ۲ خطرپذیری با اولویت بالا، ۱۳خطرپذیری با اولویت متوسط و ۷ خطرپذیری با اولویت پایین تبدیل می‌شود. که در نهایت می‌توان گفت با اقدامات اصلاحی می‌توان خطرپذیری‌های بسیار بالا را با اقدامات اصلاحی کاهش داد.

ترابیان و مومنی در سال (۱۳۸۱) تحقیقی تحت عنوان طرح مدیریتی لجن فاضلاب شهری (مطالعه موردی تصفیه خانه شهرک قدس) جهت ارائه ی طرح مدیریتی ، یافتن روش صحیح دفع یا استفاده سودمندانه از لجن می باشد. که در رابطه با لجن حاصل از تصفیه خانه شهرک قدس با کاربرد طرح مدیریتی ارائه شده ، پس ازانجام نمونه برداری و انجام آزمایش های فیزیکی ، شیمیایی و میکروبی بر روی لجن خشک مشخص گردید که لجن حاصله مطابق استانداردها و قوانین EPA آمریکا ، به لحاظ میکروبی واجد شرایط کلاسB، به لحاظ شیمیایی از نظر فلزات سنگین دارای کیفیتی استثنایی (عالی) و دارای مقادیر قابل توجهی از مواد آلی و ریزمغذی است که بیانگر ارزش کودی آن است. و در این پژوهش با بررسی گزینه های مختلف دفع بهترین گزینه کاربرد در زمین شناخته شد.

با توجه به اهمیت مسأله ی بحران کم آبی در جهان و کشور عزیزمان و وجود پتانسیل بالا در امر تصفیه ی فاضلاب شهری از یک سو طبق آنچه پیش تر ذکر گردید ۹۹/۹ درصد آن را آب تشکیل داده است و امکان بازگردانی این آب به چرخه ی مصرف و محیط زیست وجود خواهد داشت و از سوی دیگر فواید لجن آبگیری شده فاضلاب که حاوی مواد مغذی و غنی از نوترینت های تقویت کننده خاک کشاورزی می باشد و به عنوان کود به صورت سودمندانه استفاده کرد، در این مقاله به دنبال بررسی و بیان بهترین روش های جمع آوری، تصفیه و دفع لجن در فاضلاب های شهری می باشیم.

---

[3]- Pathogens پاتوژن ها معمولاً در فاضلاب بیمارستان ها یافت می شوند.

[4]- Sludge

۲. نتایج اصلی

نکات مهم در انتخاب روش های جمع آوری ، تصفیه و دفع لجن عبارتند از :

۱- انرژی مورد نیاز ۲- کارایی روش تغلیظ لجن ۳- پیچیدگی تجهیزات مورد نیاز ۴- تخصص های مورد نیاز

۵- اثرات سمی فلزات سنگین و دیگر مواد بر میکروارگانیسم ها در تثبیت و دفع لجن

۶- تصفیه آب های جدا شده از لجن در مراحل مختلف (مخازن هضم، تغلیظ و آبگیری لجن)

۷- روش های مکمل و یا کمکی در دفع لجن ۸- روش های دفع نهایی لجن

لازم به ذکر است که منبع اصلی تولید لجن در تصفیه خانه های فاضلاب، حوضچه های ته نشینی می باشد.

به طور کلی، انواع نسبتاً گسترده ای از روش های تصفیه فاضلاب وجود دارد. تصفیه های فیزیکی و شیمیایی اغلب به منظور جداسازی مواد معلق فاضلاب به کار می روند و در اغلب روش های تصفیه فاضلاب یکسان می باشند. بنابراین مبنای مقایسه فرآیند های مختلف تصفیه فاضلاب، سیستم های بیولوژیکی (زیستی) خواهند بود. فرآیندهای مختلف بیولوژیکی جهت کاهش مواد آلاینده فاضلاب وجود دارد که هر کدام از این روش ها دارای مزایا و معایبی می باشند.

امروزه روش‌های بیولوژیکی به عنوان بهترین روش برای تصفیه پساب فاضلاب های شهری مورد توجه قرارگرفته‌اند (زاهدی پور و همکاران، ۱۳۹۶) و فرآیند تصفیه بیولوژیکی مهمترین مرحله در تصفیه خانه فاضلاب می باشد. سیستم های تصفیه بیولوژیکی، محیط های زنده باکتریایی هستند که با مصرف مواد مغذی فاضلاب، آلودگی آن را از بین می برند. نقش یک واحد تصفیه بیولوژیکی در واقع فراهم نمودن شرایطی مناسب برای رشد بیولوژیکی باکتری ها جهت حذف آلودگی است. فرآیندهای بیولوژیکی اساس تصفیه ثانویه را تشکیل می دهد که در آنها مواد آلی کلوئیدی و محلول تبدیل به جرم زنده می شوند و جرم زنده در نهایت از جریان مایع جدا می گردد. پس از جداسازی، جرم زنده تبدیل به یک جریان پسماند غلیظ می شود که باید سریعاً مورد استفاده قرار گیرد. تصفیه بیولوژیکی جرم زنده و سایر لجن های فاضلاب مواد آلی که هضم لجن نامیده می شود. یکی از مهمترین و دشوارترین فرآیندها در تصفیه فاضلاب می باشد (معصومی،۱۳۹۱).

ازجمله روش های متداول در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شهری می توان به فرآیند لجن فعال (هوادهی)، فرآیند صافی چکنده یا فیلتر چکنده(TF)، فرآیند صفحات بیولوژیکی چرخان(RBC) و فرآیند برکه (استخر) تثبیت فاضلاب(WSP) اشاره نمود. فرآیند لجن فعال یک فرآیند بیولوژیکی هوازی برای تصفیه فاضلاب محسوب می شود.

در روش لجن فعال، فاضلاب خروجی از حوضچه ته نشینی اولیه وارد حوضچه هوادهی شده و با جامدات میکروبی مخلوط می گردد که به آن مایع مخلوط گفته می شود. دراین روش بعد از سپری شدن زمان هوادهی در حوضچه هوادهی، مایع مخلوط به داخل حوضچه ته نشینی ثانویه فرستاده می شود که درآنجا، جامدات معلق مایع مخلوط ته نشین و پساب صاف شده از حوضچه ته نشینی خارج می گردد. بخشی از جامدات ته نشین شده برای حفظ غلظت مطلوبی از میکروارگانیسم ها به حوضچه هوادهی برگشت داده شده و مازاد آن به عنوان لجن دفعی به سیستم پردازش لجن هدایت می شود.

یکی از مهم ترین بخش های یک فرآیند لجن فعال، حوضچه هوادهی است که در آن فاضلاب با توده میکروبی در تماس قرار داده می شود . جامدات داخل حوضچه، جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS) نامیده می شوند که از اجزای مختلف تشکیل شده است :

$$MLSS = MLVSS + MLNVSS$$

MLVSS[5] **:** جامدات معلق فرار مایع مخلوط . (MLVSS شامل مجموع جرم میکروبی فعال و غیر فعال است و حدود 80-70% ازMLSS را MLNVSS تشکیل می دهد.)

$$MLVSS = (\%70\text{-}80)MLSS$$

MLNVSS : جامدات معلق غیر فرار مایع مخلوط . (MLVSS شامل مجموع مواد معدنی و مواد آلی خنثی می باشد .)

مکانیزم تصفیه فاضلاب در روش لجن فعال به شرح ذیل می باشد :

$$\text{انرژی} + \text{ماده آلی} + \text{میکروارگانیسم ها} \xrightarrow{O_2} \text{میکروارگانیسم} + CO_2 + H_2O + \text{انرژی}$$

[5]- Mixed Liquor Volatile Suspended Solids (MLVSS)

لجن فعال برگشتی(RAS) [۶] :

مقدار لجن جمع آوری شده از کف حوضچه ته نشینی ثانویه برای انتقال به حوضچه هوادهی با فاضلاب ورودی مخلوط می شود. هدف از برگشت لجن حفظ غلظت کافی لجن فعال در حوضچه هوادهی می باشد. در واقع لجن، برگشت داده می شود تا مدت زمان ماند میکروارگانیسم ها در سیستم تصفیه افزایش یابد. مقدار لجن برگشتی 40 – 20% دبی ورودی است .

درجدول زیر مقدار لجن برگشتی برای فرآیندهای مختلف لجن فعال ارائه شده است .

جدول۱. مقدار لجن برگشتی برای فرآیندهای مختلف لجن فعال (درصد دبی متوسط)

نوع فرآیند	حداقل(%)	حداکثر(%)
لجن فعال متداول	15	100
لجن فعال با هوادهی مرحله ای	15	100
لجن فعال با اختلاط کامل(CMAS)	15	100
لجن فعال با تثبیت تماسی(CSAS)	50	150
لجن فعال با هوادهی گسترده(EAAS)	50	150

حداقل درصد برگشت لجن تابع شاخص حجمی لجن (SVI) و غلظت جامدات در مایع مخلوط (p) می باشد و به صورت زیر بیان می شود :

$$\%\mathbf{RAS} = \frac{\mathbf{(SVI)P - 1}}{\mathbf{10^4}}$$

SVI = شاخص حجمی لجن (برحسب میلی لیتر برگرم ml/g) .

P = غلظت جامدات در مایع مخلوط (برحسب %)

مراحل تصفیه لجن :

مراحل مورد نیاز در تصفیه لجن به صورت زیر می باشد :

۱- عملیات مقدماتی .

۲- تغلیظ لجن(Sludge Tickening)

۳- تثبیت لجن (Sludge Stabilization)

۴- آمایش لجن (Sludge Conditioning)

۵- آبگیری لجن(Sludge Dewatering)

۶- گندزدایی و دفع نهایی لجن .

تغلیظ لجن(Sludge Tickening) : تغلیظ لجن عبارت است از آبگیری لجن به منظور کاهش حجم که هزینه واحدهای بعدی تصفیه خانه را می کاهد .

اهداف فرآیند تغلیظ لجن :

۱- کاهش حجم لجن و در نتیجه کاهش ابعاد واحدهای بعدی تصفیه خانه فاضلاب

۲- افزایش بازده فرآیندهای بعدی (در بعضی از موارد)

روش های تغلیظ لجن عبارتند از :

۱- تغلیظ ثقلی : روش تغلیظ ثقلی معمولاً برای لجن های اولیه به کار رفته و از متداول ترین روش های تغلیظ است که از حوضچه های دایره ای استفاده می شود . عمل تغلیظ مشابه حوضچه های ته نشینی است .

[6]- Recycle Activated Sludge (RAS)

معیار طراحی حوضچه های تغلیظ ثقلی، بار سطحی و بار جامدات می باشد. بار سطحی برای لجن اولیه معمولاً بین 16-32 $m^3/m^2.d$ و برای لجن فعال دفعی در حد 4-8 m^3/m^2d و برای مخلوط لجن اولیه و لجن فعال دفعی در محدوده 6-12 $m^3/m^2.d$ قرار خواهد داشت.

زمان ماند هیدرولیکی حدود ۲- ۰/۵ روز در نظر گرفته می شود. ارتفاع بستر لجن در تغلیظ کننده بین ۲/۵ – ۰/۵ متر بسته به شرایط آب و هوایی (هرچه هوا گرم تر باشد ، عمق کمتر می باشد) تنظیم می شود. فرآیند تغلیظ ثقلی لجن نسبت به PH حساس است و بدین لحاظ می باید PH محیط در حد مناسب حفظ شود.

غلظت های معمولی لجن های تغلیظ نشده و تغلیظ شده و میزان بارگذاری تغلیظ کننده های ثقلی در جدول زیر ارائه شده است :

جدول۲. معیارهای طراحی تغلیظ کننده های ثقلی لجن

نوع لجن	غلظت جامدات (%)		بارگذاری جامدات $m^3/m^2.d$
	تغلیظ نشده	تغلیظ شده	
جداگانه :			
لجن اولیه	2 - 6	5 - 10	100 - 150
لجن صافی چکنده	1 - 4	3 - 6	40 - 50
لجنRBC	1 - 3/5	2 - 5	35 - 50
لجن فعال دفعی	0/5 - 1/5	2 - 3	20 - 40
لجن فعال در فرآیند اکسیژن خالص	0/5 - 1/5	2 - 3	20 - 40
لجن فعال در هوادهی ممتد	0/2 - 1	2 - 3	25 - 40
مخلوط :			
مخلوط لجن اولیه و صافی چکنده	2 - 6	4 - 9	60 - 100
مخلوط لجن اولیه و RBC	2 - 6	5 - 8	50 - 90
مخلوط لجن اولیه و لجن فعال دفعی	0/5 - 1/5	4 - 6	25 - 70
لجن شیمیایی (ثانویه) :			
آهک زیاد	3 - 4/5	12 - 15	120 - 300
آهک کم	3 - 4/5	10 - 12	50 - 150
آهن	0/5 - 1/5	3 - 4	10 - 50

نکته : میزان بارگذاری جامدات لجن اولیه در تغلیظ کننده ثقلی بیشتر از بارگذاری لجن بیولوژیکی (ثانویه) می باشد.

۲- تغلیظ به کمک شناورسازی :

این روش بیشتر برای تغلیظ لجن های مازاد حاصل از فرآیندهای بیولوژیکی رشد معلق مثل لجن فعال استفاده می شود . هر چند سایر لجن های بیولوژیکی نیز به این روش قابل تغلیظ هستند . این روش به سه صورت انجام می شود :

- شناورسازی با هوای محلول (DAF)
- شناورسازی با تزریق هوا (در فشار اتمسفر)
- شناورسازی تحت شرایط خلاء

نکته : در شناور سازی با هوای محلول (زمانی که چگالی (دانسیته ویژه) کمتر یا حدود یک است) نسبت هوا به جامدات برای به حداکثر رساندن شناورسازی جامدات ، 4-2 درصد می باشد . میزان بارگذاری در شناورسازی با هوای محلول نسبت به روش ثقلی بیشتر است ، چون زمان تغلیظ کمتر است . میزان بارگذاری معمولاً 10 $Kg/m^2.h$ می باشد .

۳- تغلیظ مکانیکی :

تغلیظ مکانیکی به کمک تجهیزاتی مثل سانتریفوژ ، تغلیظ نواری - ثقلی و استوانه های چرخان انجام می شود . از این روش بیشتر به منظور آبگیری لجن استفاده می شود .

نکته : قبل از تغلیظ به روش نواری - ثقلی ، لجن با استفاده از مواد شیمیایی ، آمایش می گردد .

اهداف مدیریت لجن :

اهداف مدیریت لجن شامل موارد زیر می باشد :

۱- عملیات انجام شده بر روی لجن باید اقتصادی و ارزان باشد .

۲- دفع و استفاده مجدد از لجن

۳- ویژگی های نامطلوب لجن حذف شود .

۴- آب لجن گرفته شود . (آبگیری لجن)

۳. نتیجه‌گیری

نتایج حاکی از آن است که انتخاب صحیح و اصولی برای فرآیند تصفیه ی بیولوژیکی فاضلاب، گامی مؤثر در استفاده ی مجدد از پساب تصفیه شده به عنوان یک منبع ارزشمند آب برای مصارف مختلف می باشد. اگر ملاک تصفیه فاضلاب فقط شرایط زیست محیطی باشد بهترین گزینه روش لجن فعال به علّت هوازی بودن کامل سیستم در طی جریان تصفیه خواهد بود. امروزه با توجه به هزینه های ۵۰-۶۰ درصدی سیستم تصفیه لجن در تصفیه خانه های فاضلاب، انتخاب نوع تصفیه لجن به شرایط طراحی، فنی، اقتصادی، زیست محیطی و ... بستگی خواهد داشت. در صورتی که ملاک انتخاب تصفیه لجن هزینه اقتصادی باشد، بهترین گزینه روش تغلیظ ثقلی و هضم هوازی لجن نسبت به سایر روش های هضم بی هوازی لجن می باشد.

مراجع

۱. ر. شکوهی، ع. درگاهی، ا. کرمی، بررسی کارایی سیستم های طبیعی و لجن فعال جهت تصفیه فاضلاب شهری، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، (۱۳۹۹)، دوره ۲۲، شماره ۱ - شماره پیاپی ۹۲، ۲۵-۱۵.

۲. و. ماجد، س. گلزاری، تحلیل اقتصادی و زیست‌محیطی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، فصلنامه آب و توسعه پایدار، (۱۳۹۵)، دوره ۳، شماره۱ - شماره پیاپی ۶ ، برگزیده مقالات منتخب اولین کنفرانس ملی اقتصاد آب، ۹۲-۸۳.

۳. ا. بارونیان، ا. افشار، م. میهمی، تحلیل فقهی مشروعیت بیع پساب و فاضلاب شهری، فصلنامه علمی پژوهشی جستارهای فقهی و اصولی، (۱۴۰۱)، دوره ۸، شماره ۱ - شماره پیاپی ۲۶، مقالات علمی پژوهشی با مشارکت اولین همایش ملی الهیات شهر، ۸۷-۶۵.

۴. ا.ر. زاهدی پور، ا. منصوری زاده، ش. اسلامی، مروری بر روش های زیستی (بیولوژیکی) تصفیه پساب نفتی، ششمین کنفرانس بین المللی پژوهش در مهندسی، (۱۳۹۶)، علوم و تکنولوژی.

۵. ب. معصومی، مقایسه روش های بیولوژیکی تصفیه فاضلاب های صنعتی، دومین همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار، (۱۳۹۱).

۶. ع. ترابیان، ل. مومنی فراهانی، طرح مدیریتی لجن فاضلاب شهری (مطالعه موردی تصفیه خانه شهرک قدس)، نشریه محیط شناسی، (۱۳۸۱)، شماره ۳۰، دوره ۲۸.

7.Komilis D, Kontou I, Ntougias S. (2011). A modified static respiration assay and its relationship with an enzymatic test to assess compost stability and maturity. Bioresource Technol; 102(10): 5863-5872.

8.Mosquera-Losada MR,Muñoz-Ferreiro N.,Rigueiro-Rodríguez A.(2010).Agronomic characterization of different types of sewage sludge: Policy implications. Waste Manag; 30(3): 492-503.

الزامات اخلاقی نگارش مقاله

نویسنده مقاله آقای امیر مشهدی خلردی متعهد می‌شود:

– مقاله ارسالی حاصل کار پژوهشی ایشان (و همکاران) بوده و در مواردی که از دستاوردهای تحقیقاتی دیگران استفاده شده، مطابق ضوابط و رویه معمول، مشخصات منابع مورد استفاده درج شده است.

– مقاله ارسالی (یا ترجمه آن) و مقاله‌ای با همپوشانی قابل توجه با این مقاله قبلاً در هیچ مجله و یا کنفرانسی ارائه نشده و به طور همزمان نیز در حال ارزیابی در مجله یا کنفرانس دیگری نیست.

– همه نویسندگان مقاله از کلیه محتویات علمی و نیز ترتیب قرارگیری نام و مشخصات و وابستگی شغلی خود در مقاله آگاهی و رضایت کامل دارند.

– چنانچه هر زمان خلاف موارد فوق و یا بروز هرگونه تقلب یا تخلف پژوهشی در رابطه با این مقاله اثبات شود، عواقب ناشی از آن متوجه نویسنده مقاله است و دبیرخانه کنفرانس مجاز است با ایشان (و همکاران) مطابق با ضوابط و مقررات رفتار نموده و هیچ‌گونه ادعایی قابل قبول نخواهد بود.