رفع اشکالات سیستم های لاگون هوادهی

LINVIL G. RICH
Alumni Professor Emeritus,
Department of Environmental
Systems Engineering,
Clemson University,
Clemson, South Carolina

ترجمه : کمیته تحقیقات آب و فاضلاب

لاگونهای هوادهی بخش اعظم تکنولوژی فاضلاب را تشکیل میدهد . هزینه آنها کم است و چنانچه بصورت اصولی طراحی شوند عمل تصفیه را در حد ایدآلی انجام خواهند داد، ولی اگر درست طراحی نشوند عملکرد آنها بسیار ضعیف بوده و مواد موجود در پساب خارج از استاندارد مجاز تخلیه خواهد بود. مقالاتی که تاکنون در این زمینه ارائه شده بیشتر مربوط به روش طراحی سیستم های لاگون هوادهی بوده و کمتر پیرامون رفع موانع و مشکلاتی که مانع از عملکرد صحیح آنها میشود بحث بمیان آمده است .

این مقاله به رفع عیب از تصفیه خانه های شهری که بروش لاگون هوادهی عمل مینمایند اختصاص داده شده است . درتصفیه خانه های صنعتی که از سیستم لاگون هوادهی استفاده میکنند موارد مطرح شده در زیر بایستی تا اندازه ای تعدیل گردد.

عملکرد لاگونهای هوادهی با اندازه گیری اکسیژن بیوشیمیائی مورد نیاز ۵ روزه در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد (BOD_5) و مواد معلق کل (TSS) موجود در پساب ارزیابی میگردد.

قبل از اینکه به بررسی عملکرد سیستم بپردازیم ، بهتراست ببینیم که لاگون هوادهی قادر بانجام چه کاری میباشد . یك لاگون با عملکرد خوب قادر است BOD_5 و TSS پساب خروجی فاضلاب خانگی را به ۲۰ میلی ـ گرم در لیتر و یا کمتر برساند . در حقیقت ۵۰ درصد از مقادیر ماهانه BOD_5 و TSS که درعرض دو سال و نیم از آزمایشات یك لاگون هوادهی در کارولینای جنوبی بدست آمد بترتیب ۱۳ و ۱۴ میلیگرم در لیتر بود.

ذیلا" به بررسی اشکالات ممکن در سیستم لاگونهای هوادهی فوق الذکر با توجه به آزمایشات انجام شده می پردازیم :

الف : بالا بودن BOD_5

علت بالا بودن BOD_5 را میتوان عوامل زیر دانست :

۱ ـ زیاد بودن میزان رشد جلبکها

۲ ـ لخته های باکتری غیر قابل ته نشینی

۳ ـ وقوع نیتریفیکاسیون در داخل بطری

BOD_5 تشخیص این موارد و اقدامات لازم برای پیشگیری از آنها در جدول شماره ۱ آمده است .

جلبك اضافی برخلاف لخته های باکتریائی معمولی بآسانی ته نشین نمیشود و همراه با پساب خارج میشوند . جلبك پساب را میتوان

با T.S.S و کلروفیل a که یك رنگ شاخص جلبك فتوسنتزی است اندازه گیری کرد. یکی از روابط حاکم بر این دو مقدار عبارت است از :

کلروفیل a 143 + 21 = T.S.S (۱)

عدد ۲۱ درمعادله (۱) نشاندهنده مواد دیگری غیر از جلبك در T.S.S است .

جلبك و لخته های باکتریائی بعلت داشتن مرحله خود خوری (۱) بر روی BOD_5 پساب خروجی تأثیر میگذارند .

از جمله روابط تجربی بین T S S و BOD_5 عبارت است از :

BOD_5 = 13 + 0.4 T.S.S (۲)

عدد ۱۳ در معادله (۲) نشان دهنده ذرات نسبتا" درشت و یا BOD_5 محلول موجود در پساب خروجی است .

روشهای جلوگیری از جلبك اضافی بقرار زیر است :

۱ ـ کاهش زمان ماند درسیستم لاگون هوادهی

۲ ـ تنظیم لاگونها بصورت سیستم چند سلولی

۳ ـ عمیق کردن لاگون

۴ ـ افزودن هوادهی

۵ ـ تهیه پوشش برای لاگونها

درهر مورد خاص میتوان از یك یا چند روش فوق الذکر بطور توأمان استفاده نمود.

۱ ـ کاهش زمان ماند :

پساب ثانویه با خصوصیات مشابهی وارد دو لاگون هوادهی موازی میشود این دو لاگون در مطالعات تاثیر زمان ماند هیدرولیکی بر روی مواد جامد معلق موجود در پساب مورد استفاده قرار گرفتند .

یکی از لاگونها یك واحدی و لاگون دیگر از ۴ واحد که بصورت سری قرار گرفته تشکیل شده است . ملاحظه میشود که ، با زمان ماند ۱/۵ تا ۲ روز غلظت مواد جامد موجود در پساب در نتیجه ته نشینی و لخته سازی در استخر کاهش مییابد.

ولی با گذشت زمان فوق میزان غلظت مواد جامد در هر دو سیستم رو بافزایش میگذارد.

علت این امر را میتوان بواسطه رشد جلبك ها دانست .

جدول شماره (۱)

" علل احتمالی بالا بودن BOD_5 در پساب خروجی "

I : جلبك اضافی

الف ـ روش تشخیص

ـ بالا بودن T.S.S

ـ بالا بودن کلروفیل a

ب ـ روش جلوگیری

ـ کاهش زمان ماند

ـ تنظیم سیستم بصورت چند واحد سری

ـ عمیق کردن استخرها

ـ تأمین هوادهی درتمام استخرها

ـ پوشاندن استخرها

II : لخته های باکتری غیر قابل ته نشینی

الف ـ روش تشخیص

ـ بالا بودن T.S.S

ـ پائین بودن کلروفیل a

ب ـ روش جلوگیری

ـ افزایش میزان هوادهی

ـ کاهش میزان هوادهی

III : وقوع نیتریفیکاسیون در بطری BOD_5

الف ـ روش تشخیص

ـ پائین بودن T.S.S

ـ پائین بودن کلروفیل a

ب ـ روش جلوگیری

ـ استفاده از مواد جلوگیری کننده از نیتریفیکاسیون در آزمایش BOD_5 .

۲ ـ تنظیم لاگونها بصورت سیستم چند سلولی

در همین مطالعات مشخص شد با زمان بیش از ۱/۵ تا ۲ روز غلظت مواد معلق در پساب خروجی هر دو سیستم افزایش مییابد. ولی برای لاگون چهار واحدی که بصورت سری عمل میکرد با زمان ماند ۴ تا ۵ روز رشد قابل توجهی بوجود نیامد.

با تقسیم حوضچه های هوادهی بوسیله پرده های پلی استر که دیواره های آن توسط یقه های شناور محکم میشود میتوان لاگون را به چند سلول مربوط بهم تبدیل نمود و یك حالت چند سیستمی بوجود آورد.

۳ ـ عمق واحد

نور عامل بسیار مهمی در رشد جلبکها میباشد و قادر است بطور تصاعدی توسط ستونهای آب جذب شود و بنابر این نمی تواند تا لایه های عمیق آن نفوذ نماید . با یك زمان ماند هیدرولیکی مشخص افزایش عمق لاگون منجر به کاهش سطح گردیده وورود نور به واحد حجم لاگون کاهش مییابد معمولا" عمق واحد حداقل بایستی ۹ فوت باشد.

۴ ـ هوادهی

چنانچه هوادهی انجام نشود ، در نتیجه ساکن ماندن لایه های سطحی در یك زمان طولانی لایه بندی حرارتی (۲) رخ خواهد داد پیدایش چنین وضعی در سطح به تثبیت و رشد جلبکها کمك خواهد کرد. به همین دلیل تمام لاگونها و حتی استخرهای جلادهی که نقش اولیه آنها ته نشینی و ذخیره مواد جامد است بایستی هوادهی گردند .

۵ ـ پوشش

هر پوششی بر روی سطح استخر خواه مصنوعی و یا طبیعی مانع ورود نور بداخل لاگون خواهد شد و از رشد جلبك جلوگیری می نماید. نمونه ای از این پوشش ها ، پوشش های پلی استری میباشد که برای قراردادن هوادههای سطحی سوراخهائی برروی آنها تعبیه میشود .

پوشش طبیعی را میتوان با کمك گیاهانی نظیر عدسك آبی (۳) که بر روی سطح لاگون می رویند بوجود آورد.

چنانچه بتوان عدسك آبی را بنوعی کنترل نمود که از روی سرریزهای پساب خارج نشود وسیله بسیار مؤثری برای کاهش مواد جامد موجود در پساب خواهد بود.

کشت عدسك آبی را بر روی سطح لاگون میتوان از روش گشت تلقیحی و بصورت تجارتی انجام داد. صرفنظر از نوع پوشش بایستی تمهیدات لازم برای انجام هوادهی درنظر گرفته شود .

تشکیل لخته های باکتریائی غیر قابل ته نشین

معمولا" لخته های باکتریائی براحتی ته نشین میشوند و تنها ۱۵ تا ۲۰ میلیگرم آن (براساس TSS اندازه گیری شده) به حالت معلق و پراکنده باقی می مانند .

عدم ته نشینی این لخته ها را میتوان حداقل به دو عامل زیر نسبت داد.

۱ ـ تحت شرایط مخصوصی در لاگون حالت متابولیکی باکتریها تغییر یافته و مانع لخته سازی و ته نشینی آنها میگردد.

۲ ـ تلاطم بیش از حد در محل سرریزهای پسآب خروجی .

در این حالت غلظت لخته های باکتریائی درپسآب خروجی زیاد میگردد و باعث ازدیاد اکسیژن مورد نیاز دربطری آزمایش BOD_5 خواهد شد . روش تشخیص چنین حالاتی همانطوری که در جدول شماره (۱) آمده است : بالا بودن TSS و یا پائین بودن غلظت کلروفیل a میباشد . نحوهٔ بر طرف کردن این عیب عبارت است از (۱) افزایش میزان هوادهی (۲) کاهش میزان هوادهی .

افزایش میزان هوادهی

لخته های باکتریائی تشکیل شده برای رشد مطلوب نیاز به غلظت اکسیژن حداقل ۱ تا ۲ میلیگرم در لیتر دارند. چنین غلظتی باید در سرتاسر لاگون وجود داشته باشد.

غلظت کمتر از این برای رشد میکروارگانیزمهائی که نمیتوانند بصورت لخته در آیند مناسب است و باعث بالا رفتن مواد جامد معلق در پسآب میگردد.

در هر حال تثبیت مقدار اکسیژن محلول در سرتاسر لاگون به میزان ۱ الی ۲ میلیگرم در لیتر در درجه اول نیاز به تعیین اکسیژن محلول پسآب خروجی دارد.

چنین نیازی با توجه به عوامل بسیارمختلفی نظیر مقدار BOD_5 ورودی ، درصد BOD_5 قابل ته نشینی در پسآب زمان مانده‌دمای لاگون درصد توده متراکم (۴) باقیمانده در پسآب خروجی لاگون ، غلظت های آمونیاکی ورودی متغیر میباشد . در صورت عدم وجود نیتریفیکاسیون توان مورد نیاز برای هوادهی کمتر از 21 hp/1000 Lb BOD_5/day نخواهد بود و ممکن‌است بمیزان قابل‌ملاحظه‌ای بیش‌ازاین مقدار نیزباشد.

کاهش میزان هوادهی

گاهی اوقات زیاد بودن مواد جامد پسآب خروجی بعلت تلاطم بیش از حد در قسمت پسآب خروجی سیستم لاگونی میباشد. هنگام نصب هوادهها بایستی فاصله مناسب لازم با سرریزهای خروجی رعایت گردد.

نیتریفیکاسیون در بطری BOD_5

BOD_5 پسآب خروجی حاصل از یك لاگون هوادهی واقع در کارولینای جنوبی عموما" بین ۴۰ تا ۷۵ میلیگرم در لیتر متفاوت میباشد . بر طبق توصیه استاندارد متد به سادگی با افزودن ماده جلوگیری کننده از نیتریفیکاسیون BOD_5 به حد ۱۰ تا ۲۰ میلیگرم در لیتر خواهد رسید.

BOD کل فاضلاب از دو جزٔ تشکیل شده است .

الف : اکسیژن مورد نیاز مواد کربن دار.

ب : اکسیژن مود نیاز مواد ازت دار .

عموما" در فاضلابهای تصفیه نشده و یا پسآب خروجی از تصفیه خانه های فاضلابی که نیتریفیکاسیون در آنها انجام نشده است قبل از اینکه مواد نیتروژن دار اکسیژن مورد نیاز خود را تأمین نمایند مواد کربن دار اکسیژن خود را تأمین میکنند . علت این امر آنستکه باکتریهای نیترات ساز رشد آهسته تری نسبت به باکتریهای کربن ساز دارند . بنابر این آزمایش BOD_5 تنها برای اندازه گیری کربن مورد نیاز بکار میرود .

چنانچه شرایط در یك سیستم لاگون مطلوب باشد، باکتریهای بوجود آورنده نیتروژن به تعداد قابل توجهی در پسآب خروجی بوجود خواهد آمد . وقتی چند سری پسآب رقیق شده برای انجام آزمایش BOD_5 تهیه میشود، تعداد باکتریهای نیتروژن ساز در فاضلاب رقیق شده نیز نسبتا" بالا خواهد بود . در نتیجه آزمایش BOD_5 هم تحت تأثیر مواد کربن دار مورد نیاز و هم مواد ازت دار مورد نیاز خواهد بود. درك این نکته حائز اهمیت است که میزان وقوع نیتریفیکاسیون درآزمایش BOD_5 بیشتر تابع تعداد باکتریهای سازنده نیتروژنی است که ابتداٴ در فاضلاب رقیق شده وجود دارد نه نیتروژن موجود در آن .

درحقیقت مقدار اندك کلرورآمونیم در تهیه محلول بافری فسفات برای رقیق شدن پسآب مورد استفاده قرار میگیرد.

در آخرین چاپ کتاب استاندارد متدآمده است " اخیرا" پسآب خروجی بسیاری ازتصفیه خانه های بیولوژیکی حاوی مقدار قابل توجهی ارگانیزمهای سازنده نیتروژن میباشد . "

چون امکان اکسیداسیون مواد نیتروژن دار در چنین نمونه هائی وجود دارد جهت جلوگیری از نیتریفیکاسیون درنمونه های پسآب ثانویه آب های آلوده و نمونه های تقویت شده پسآب میتوان از مواد ضد نیتریفیکاسیون استفاده نمود.

در خلال ماههای بهار یك سیستم لاگونی که در آب و هوای سرد واقع شده باشد و یا بار آلی آن زیاد باشد عملکرد مثبتی نخواهد داشت .

چراکه در آن مواد محلول ته نشین شده درکف به سطح آب می آیند . وجود این مواد باعث شده که BOD_5 بالا رفته و مواد جامد معلق کل اندك و غلظت کلروفیل کم گردد و روش تشخیص آن همان است که در نیتریفیکاسیون BOD_5بکار میرود . در هر حال احتمالات ناگوار تنها در طی یك دوره کوتاه زمانی رخ میدهد و سپس متوقف میگردد.

TSS بالا

چنانچه در بخش قبل بحث شد مقدار زیاد مواد جامد معلق کل میتواند بعلت زیاد بودن جلبکها و یا لخته های باکتریائی غیر قابل ته نشین باشد روش تشخیص و مبارزه هر مورد خاص در جدول ۱ آمده است .

وقتی مواد جامد معلق کل بواسطه چنین عواملی ایجاد شود میزان BOD_5 نیز بالا خواهد بود . همچنین گاهی اوقات وجود غلظت مواد جامد معلق میزان BOD_5 را کاهش میدهد .

این امر غالبا" در نتیجه جمع آوری عدسکهای آبی از نمونه پسآب خروجی است . عدسك آبی معمولا" در جنوب شرقی ایالات متحده بطور متراکم وجود دارد و تشخیص آن آسان است .

این گیاه دارای برگهای کوچکی به پهنای چند میلیمتر و ریشه های کوتاهی است. که معمولا" کمتر از یك سانتی متر بوده و بصورت لایه های سبز شناور بر روی لاگون ظاهر میشوند .

با قراردادن یك مانع جلوی سرریز پسآب میتوان مانع خروج عدسك آبی همراه پسآب شد.

تجزیه و تحلیل مشخصات پسآب مندرج در جدول شماره (۲) بعنوان یك مثال ، توضیحی بر راندمان عملکرد یك سیستم لاگون هوادهی میباشد.

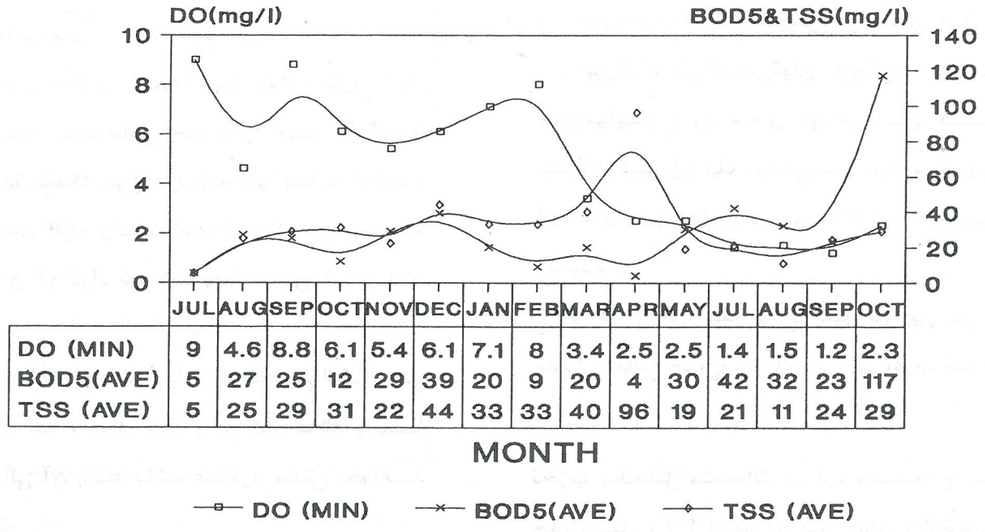
Table 2 — Aerated Lagoon Effluent Data

Date	DO* Min	BOD_5* Avg	TSS* Avg	NH_3* Avg	Colif. Avg	Cl_2* Avg
Jul 87	9.0	5	5	—	195	—
Aug 87	4.6	27	25	—	239	—
Sep 87	8.8	25	29	—	224	—
Oct 87	6.1	12	31	—	1005	—
Nov 87	5.4	29	22	—	250	—
Dec 87	6.1	39	44	—	2073	—
Jan 88	7.1	20	33	—	4904	—
Feb 88	8.0	9	33	—	115	—
Mar 88	3.4	20	40	7	<3	0.2
Apr 88	2.5	4	96	13	<3	0.2
May 88	2.5	30	19	13	35	0.2
Jul 88	1.4	42	21	6	4735	0.0
Aug 88	1.5	32	11	10	1385	0.01
Sep 88	1.2	23	24	10	100	0.01
Oct 88	2.3	117	29	12	TNTC	0.01

* mg/L

جدول شماره (۲)

مشخصات پساب خروجی لاگون هوادهی



Areted Lagoon Effluent Data

ـ مقادیر بالای BOD_5 و T.S.S در دسامبر ۱۹۸۷ بعلت وجود یك توده جلبکی ویا لخته باکتریائی غیر قابل ته نشین میباشد میزان کلروفیل a تعیین نگردیده است .

ـ مقادیر بالای BOD_5 و T.S.S در ماههای بعد وجود نداشت و این احتمال وجود دارد که عملکرد ضعیف در ماه دسامبر در نتیجه وجود جلبك باشد.

ـ مقدار زیاد T.S.S و میزان اندك BOD در آوریل ۱۹۸۸ نشان ویژه ای از تراکم عدسك آبی میباشد.

ـ مقدار زیاد BOD_5 و پائین بودن T.S.S در ماههای ژولای و اکتبر ۱۹۸۸ نشاندهنده وقوع نیتریفیکاسیون در شیشه BOD میباشد.

ـ ورود عدسك آبی به پساب خروجی را میتوان با نصب یك مانع جلوی سرریز خروجی برطرف نمود.

ـ مشکل نیتریفیکاسیون را میتوان توسط مواد ضد نیتریفیکاسیون در آزمایش مرتفع نمود .

ـ مشکل جلبك را میتوان بایك یا چند روش ترکیبی از موارد مذکور در جدول شماره (۱) برطرف نمود.

نقل ازمجله: Public works اکتبر ۱۹۸۹

(1): Endogenous respiration

(2): Thermostratification

(3): Duckweed

(4): Biomass

References

1- Rich, L.G., " Aerated Lagoon Systems with Improved Performance, " PUBLIC WORKS, April 1983.

2- White, S.C. and Rich, L.G., " How to Design Aerated Lagoon Systems to Meet 1977 Effluent Standards - Experimental Studies," Water and Sewage Works, March 1976.

3- Rich, L.G., " Solids Control in Effluents from Aerated Lagoon Systems, " Report No.73, Water Resources Research Institute , Clemson University, 1978.

4- Water Pollution Research Laboratory (England), " Treatment of Secondary Sewage Effluent in Lagoons. " Notes on Water Pollution, No. 63, 1973.

5- Rich, L.G., " Design Approach to Dualpower Aerated Lagoons," Journal of Environmental Engineering Division, ASCE, June 1982.

6- Hobson, T.,Evalusting and Controlling Your Activated Sludge Process, Hobson's Choice Press, Salins, KS, 1987.

7- APHA, AWWA, WPCF, Standard Methods for the Examinstion of Water and Wastewater, 16th Edition, 1985.