فصل شانزدهم

آب و آبهای زیرمانده (فاضلاب)

۱ـ دانستنیهای پایه

مصرف آب درپی گسترش کارخانه‌ها و افزایش جمعیت روی زمین بیشتر شده است و همچنین مراکز توزیع آب و مراکز پالایش آبهای زیرمانده‌ی شهرها و حتی دهها نیز افزایش یافته است و ازاینرو مسائل مربوط به تامین آب و پالایش آبهای زیرمانده بویژه در دهه‌های گذشته اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. در آلمان فدرال (بدون برلن غربی و ناحیه‌ی سار) مصرف آب که در سال ۱۹۵۱ ۶/۶ میلیارد مترمکعب بود و از آن مقدار ۴/۴ میلیارد مترمکعب آن در کارخانه‌ها بمصرف میرسید در سال ۱۹۶۱ به ۱۲/۳ میلیارد مترمکعب که از آن ۹/۷ میلیارد در کارخانه‌ها بمصرف رسیده افزایش یافته است. یعنی در مدت ده سال مصرف آب تقریباً دو برابر شده است (۱). در سال ۱۹۶۱ معادن ذغال‌سنگ ۲/۶۳ میلیارد مترمکعب آب مصرف کرده که از همه‌ی صنایع دیگر بیشتر بوده است. کارخانه‌های شیمیائی ۲/۵۵ میلیارد مترمکعب و صنایع فولاد و آهن ۱/۶۸ میلیارد مترمکعب آب بکار برده است (۲).

کارخانه‌های قند که کارآئی مصرف آب آن بسیار پیشرفته است سالیانه ۵۰ میلیون مترمکعب آب مصرف میکند که برابر دیگر کارخانه‌ها بسیار باصرفه و ناچیز است (۳). امروزه کاربرد آب در کارخانه‌های قند ازاین مقدار هم کمتر شده است.

آبهای زیرمانده (فاضلاب) کارخانه و شهرها با کم‌وبیش مقداری آلودگی به شهرها، رودخانه‌ها پس‌فرستاده میشود. آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ها که به رودخانه‌ها ریخته میشود وضع زیر را دارد (۲):

۱۵٪ بی‌آنکه کاری انجام داده باشد.

۵۸٪ بی‌آنکه آلودگی پیدا کند (بیشتر برای خنک کردن بکار رفته است).

۱۸٪ پس‌ازآنکه آلودگی پیدا کند در پالایشگاه آلودگی آن پس گرفته میشود.

۹٪ آلودگی پیدا میکند ولی پالایش نمیشود.

در آبهای زیماندهٔ خانه‌ها (فاضلاب منازل) آن بخشی که بدون تصفیه یا پالایش به رودخانه ریخته می‌شود بیشتر است. دراینجا باید به‌این‌نکته اشاره شود که پالایش آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ها بعلت مواد گوناگونی که با آن آمیخته میشود دشوارتر از پالایش آبهای زیرمانده‌ی منازل است که در دستگاههای مناسب به‌آسانی پالایش میشود.

۲ـ آب مصرفی کارخانه‌ها

آب مصرفی کارخانه[۱] به همه‌ی آبهائی گفته میشود که دریک کارخانه برای انجام فرایند کارخانه و یا کارکنان بمصرف میرسد. درکارخانه‌ی قند بخش کوچکی از آب مصرفی کارخانه باید آشامیدنی باشد و آب مصرفی کارخانه شرایط بهداشتی سنگینی ندارد.

۱ـ۲ آب آشامیدنی

۱ـ۱ـ۲ مقدار آب آشامیدنی

دریک منطقه‌ی پیشرفته امروزه برای هر نفر حدود ۲۰۰ لیتر آب آشامیدنی در شبانه‌روز (برای حمام - آبخانه (توالت - مستراح) - ماشین رخت‌شوئی و غیره) درنظرگرفته میشود.

---

۱ - آب مصرفی کارخانه، آبی‌که درکارخانه بکار برده میشود. das Brauchwasser - Betriebswasser

E) water for industrial use

۲ـ۱ـ۲ کیفیت آب آشامیدنی

به دستورهای DIN 2000 به تاریخ ماه مه ۱۹۵۹ (۴) باید آب آشامیدنی دارای میکروب‌های بیماری‌زا نباشد و کیفیت زیان‌آور و تخم میکروب نداشته باشد و پیدایشگاه آن اشتهاآور باشد و ویژگی ظاهری آن نیزگوارا باشد. این چنین آبی باید بی‌رنگ و بی‌بو و سرد و خوش‌مزه باشد.

مقدار موادی که در آن حل شده باید ازحد معینی بیشتر نباشد. آبی که نمک و سختی فراوانی داشته باشد برای تندرستی زیان‌آور است. مقدار آهن آب نباید از ۰/۱ میلیگرم و منگنز آن از ۰/۰۵ میلیگرم‌درلیتر بیشتر باشد. آبهائی که دارای آهک و فلزهای خورنده باشد شبکه‌ی لوله‌کشی را میخورد و زیان فراوانی ببار می‌آورد. داوری درباره‌ی اینکه آب یک چاه برای آشامیدن مناسب است باید توسط اداره‌های بهداشت انجام بگیرد (۵).

۲ـ۲ نیاز کارخانه به آب

۱ـ۲ـ۲ بکار آمدن آب[۱] (سود بردن یا استفاده کردن از آب) بکار بردن آب[۲] (مصرف کردن آب)

همه‌ی کارهای کارخانه‌ی قند کم‌وبیش با بکار بردن آب همراه است.

درگذشته برای بهره‌گیری از چغندر نزدیک به ۱۵۰۰٪ آب نسبت به چغندر بکار برده میشد (۶) ولی امروزه دربیشتر جاها کمتراز این مقدار آب بکار میرود.

کاربرد آب درکارخانه‌ی قند به محل‌های زیر بخش میشود:

افزوده‌براین کاربردها مقدار کمی آب در جاهای دیگر نیز بمصرف میرسد که مقدارش قابل‌توجه نیست.

---

۱ - بکار آمدن آب - بکارکشیدن آب - بکارگرفتن آب - سود بردن یا استفاده کردن از آب

das Wassergebrauch E)water employment (use)

۲ - بکار بردن آب - مصرف کردن آب das Wasserverbrauch E)water consumption

	مقدار آب بحسب درصد چغندر
آب برای چغندررسانی به‌کارخانه	۵۰۰ - ۸۰۰
آب برای شست‌وشوی چغندر	۱۵۰ - ۲۰۰
آب ریزشی برای سرد کردن بخار	۴۰۰ - ۶۰۰
آب تازه برای شربت‌گیری	۳۰ - ۶۰
آب برای سرد کردن و راه‌بندی	۲۰ - ۱۰۰
	۱۱۰۰ - ۱۷۶۰

افزوده‌براین کاربردها مقدار کمی آب در جاهای دیگر نیز بمصرف میرسد که مقدارش قابل‌توجه نیست.

درکشورهای پیشرفته‌ی صنعتی که آب تازه بحد دلخواه وجود ندارد و نهرهائی که به رودخانه میریزد بسیار آلوده است برای پائین آوردن مقدار مصرف آب بخش بزرگی از آبهای کارکرده درکارخانه گردش دورانی پیدا میکند و دوباره بکار میآید. دراینگونه کارخانه‌ها مقدار آبی که وارد کارخانه میشود با آبیکه بکار برده میشود باهم مساوی نیستند و همانند نسبت آب مصرفی و فاضلاب منازل نمیباشد و مقدار آبی که رویهم‌رفته بکار کشیده میشود با مقدار آب زیرمانده (فاضلاب) تناسبی ندارد.

در ترازگیری برای آب کارخانه باید درنظرگرفته شود که چغندر نیز از ۷۵ تا ۷۸٪ آب درست شده است و فرآورده‌ای که بخارج از کارخانه فرستاده میشود مانند تفاله‌ی خشک مقداری آب در خود دارد که در تراز آب کارخانه نشان داده نمیشود. گذشته‌ازاین باید مقدار بخار فراوانی که بهدر میرود نیز درنظرگرفته شود. مقدار آب تازه‌ای که کارخانه نیاز دارد باتوجه به دوباره بکارکشیدن آب امروزه حدود ۵۰ تا ۱۰۰٪ مقدار چغندر است (به‌بند ۲-۴ نگاه کنید).

۲-۲-۲ ویژگی آب

برخلاف آب آشامیدنی ازآبیکه درکارخانه‌ی قند بکار کشیده میشود کیفیت

ویژه‌ای خواسته نمیشود هرچند آبی که برای شربت‌گیری بکار میرود باید موادآلی و نمک نداشته باشد (به فصل شربت‌گیری نگاه کنید).

آب خنک‌کننده نباید آهن و منگنز داشته باشد زیرا مقدار فراوانی باکتری‌های آهن و منگنزدوست تولید میشود و در لوله‌ها و ظرفها لجن میگیرد. جانداران ریز و گل و لجنی که همراه با آب چغندررسانی و آب شست‌وشو به‌کارخانه میآید در بخش پالایش از شربت گرفته میشود. تخم جانداران‌ریز که بطور استثنائی تا بخش تبخیر آمده باشد در دمای دستگاههای تبخیر از میان میرود چنانکه هیچ‌گونه جاندار زیان‌آور یا تخم آن به‌کارگاه پخت شکر راه نمی‌یابد.

آب‌ریزشی که برای سرد کردن بخار بکار میآید با شربت قنددار تماس پیدا نمیکند. دراین کارگاه تنها آب چگالیده بکارگرفته میشود که از بخار سرد شده است و استرلیزه یعنی سترون است.

۳-آب زیرمانده (فاضلاب - آب آلوده)

آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند (فاضلاب) بیش‌از هرچیز مواد همراه با چغندر و در درجه‌ی یکم قند و دیگر موادآلی بویژه مواد ازتی دارد. این مواد دراثر جریان گردش جانداران‌ریز به ترکیب‌های ساده‌ی آلی و در پایان به آب و بی‌اکسیددوکربن تجزیه میگردد. برای این واکنش‌ها اکسیژن نیاز است که از آبیکه مواد آلی در آن وجود دارد گرفته میشود. ازاینرو دراینگونه آب‌های زیرمانده مقدار فراوانی اکسیژن بکارگرفته شده و ازمیان میرود. برای‌اینکه این‌گونه آب‌های زیرمانده بتواند در پالایشگاه آبهای زیرمانده پالایش شود باید به‌روشهای شناخته شده مقدار موادی که در آن یافت میشود شناخته و اندازه‌گیری شود تا بتواند درباره‌ی روش‌کار پالایش داوری درستی انجام بگیرد.

۱-۳ داوری زیست‌شناسی و شیمیائی درباره‌ی آبهای زیرمانده

روشهای شناسائی و اندازه‌گیری و داوری درباره‌ی آبهای زیرمانده در نوشتار

«فرایندهای یکنواخت‌شده‌ی آلمانی برای بازرسی آب و آب‌زیرمانده و لجن[1]»(۷) گردآوری شده است. دراین نوشتارها که پیوسته تکمیل میشود روش‌های شیمیائی و فیزیکی و باکتری‌شناسی بازنمود شده است.

۱-۱-۳ روش‌های بازرسی شیمیائی

۱-۱-۱-۳ مقدار اکسیژن

مقدار اکسیژن آب بیشتراز راه واکافت حجمی (واکافت انباشت‌سنجی) یا تیتراسیون در شیشه‌های وینکلر (شیشه‌ای با در سمباده‌ای شیب‌دار با گنجایش شناخته شده) که در آن کلرورمنگنز (I) ریخته شده اندازه‌گیری میشود (۸).

بااین فرایند میتواند شمار فراوانی نمونه‌های گوناگون با روشی ساده اندازه‌گیری شود هرچند که باید چند ساعت صبر کرد تا هیدراکسیدمنگنز ته‌نشست شود.

دراینجا به‌این نکته نیز اشاره میشود که یک روش پیاپی برای اندازه‌گیری اکسیژن ازراه الکتروشیمیائی (۹)(۱۰) یا پُلارورگافی (۱۱) نیز وجود دارد. به‌روش دیگر میتواند اکسیژن حل‌شده در آب باگازهای بی‌اثر از آب بیرون رانده شود و درجائی جمع‌آوری شده و با روش پاراماگنتیک اندازه‌گیری شود (۱۱).

۲-۱-۱-۳ اندازه‌گیری اکسیدی شدن

بسیاری از مواد آلی (اکانی) و معدنی (کانی) بوسیله‌ی مواد اکسیدکننده مانند پرمنگنات دوپتاس یا کرمات‌دوپتاس کم‌وبیش اکسیدی میشوند. مقدار مواد اکسیدکننده ازراه تیتراسیون (انباشت‌سنجی) شناخته میشود. اکسیدی شدن این اجسام به‌نوع جسم اکسیدشونده و غلیظی ماده‌ی اکسیدکننده و درجه‌ی پ‌هاش و دما و مدت واکنش بستگی دارد ازاینرو باید شرایط واکنش بادقت موردتوجه قرار گیرد (۱۲).

---

۱ – فرایندهای یکنواخت‌شده‌ی آلمانی برای بازرسی آب و آب‌زیرمانده و لجن

Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser - Abwasser - und Schlammuntersuchung

پی‌آمدهائی که از فرایندهای گوناگون برای میزان اکسیدی شدن اجسام بدست میآید بعلت مواد اکسیدکننده‌ی گوناگون باهم قابل مقایسه نمیباشد.

۱-۲-۱-۱-۳ مقدار پرمنگنات دوپتاس بکار رفته

اندازه‌گیری مقدار پرمنگنات بکار رفته برای بازرسی معمولی آب‌های زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند بسیار مناسب است و ازاینرو میتواند حدود اکسیژن موجود در آب به‌آسانی معلوم شود. از همه مهمتر آنست که بااین‌روش میتواند پیوسته آبهای زیرمانده آزمایش شود و اگر ازحد متعارف تغییرکرده باشد به‌سرعت شناسائی شود و علت آن برطرف شود یااینکه با روش‌های دقیقتر مطلب بهتر بازرسی و بررسی شود.

۲-۲-۱-۱-۳ مقدار بی‌کرمات‌دوپتاس بکار رفته

روش بی‌کرمات‌دوپتاس برای نخستین بار از موره (MOORE) و همکاران (۱۳) برای واکافت آبهای زیرمانده بکار برده شد.

هدف آن بود که روشی برگزیده شود که مقدار اکسیژن نیاز بیوشیمیائی برای ۵ روز (BSB_5) (به بند ۲-۲-۱-۳ نگاه کنید) شناخته شود. این روش در امریکا هم روش استاندارد پرمنگنات‌دوپتاس را به‌کنار زده است (۱۴). هولوتا (HOLLUTA) و هوخ‌موللر (HOCHMUELLER) (۱۵) پس‌از آزمایش‌های مقایسه‌ای بسیار عمیق درباره‌ی این دو روش واکافت به‌این نتیجه رسیدند که علاوه‌براین فرق عمده که مدت واکنش بی‌کرمات‌دوپتاس نزدیک به دو ساعت است درصورتیکه مدت واکنش پرمنگنات‌دوپتاس بیش‌از ده دقیقه نیست نباید روش واکافت با پرمنگنات‌دوپتاس به سود روش واکافت با بی‌کرمات‌دوپتاس کنار گذاشته شود. شنایدر (SCHNEIDER) و همکاران (۱۶) درنتیجه‌ی آزمایش‌هائی نیز به‌همین عقیده رسیده‌اند. ولی بوتیه (BEUTHE) (۱۷) برخلاف، عقیده دارد که پس‌از برخی تغییر در روش میتواند آزمایش‌های قابل‌تکرار نیز بدست بیاید.

۳-۱-۱-۳ روشهای دیگر

همراه با تعیین کردن قابلیت اکسیدی شدن در آزمایش آبهای زیرمانده دما و پ‌هاش نیز اندازه‌گیری میشود. آبهائی که سخت اسیدی باشد مانند آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند که مدتی بی‌حرکت مانده باشد درباره‌ی اسیدهای فّرار داده‌ای بدست میدهد که ازنظر بزرگی درحدود بزرگی داده‌ی (BSB_5 - BOD_5)[1] است.

برای آبهای زیرمانده‌ی دستگاههای معاوضه‌کن یونی به بند (۵-۳-۲-۳) نگاه کنید. تعیین کردن مقدار کلرورسولفات موردتوجه است. دراینجا به تعیین کردن مقدار هیدروژن‌سولفوره و نیتراتها نیز اشاره میشود. ضمناً گفته میشود که دستور این واکافت‌ها در نوشتار «روشهای یکنواخت‌شده‌ی آلمانی» بازنمود شده است (۱۸).

۲-۱-۳ روشهای بازرسی بیوشیمیائی

در روشهای بازرسی بیوشیمیائی تجزیه‌ی طبیعی مواد بوسیله‌ی جانداران‌ریز در آب بررسی میشود. دراین روشها تعیین میشود که مقدار اکسیژنی که در آب حل شده هنگام اکسیدی شدن مواد توسط باکتریها تاچه‌حدی ازمیان میرود. مقدار اکسیژن بیوشیمیائی موردنیاز به‌اجزای میکروفلورا (کشت جانداران‌ریز) و بسیاری عوامل دیگر وابستگی دارد مثلاً به‌اینکه چه مقدار مواد خوراکی برای جانداران‌ریز که واکنش‌ها را انجام میدهند موجود است. نظربه‌اینکه گوارش و زیست این جانداران‌ریز به دما وابستگی دارد باید نمونه‌ها در تاریکی نگاهداری شود زیرا دراثر روشنائی برخی جانداران‌ریزی که ممکن است در آب زیرمانده وجود داشته باشد کلروفیل (سبزینه) همراه داشته و اکسیژن تولید کنند و داده‌های واکافت را به‌خطا تغییر بدهند. برخی‌از ترکیب‌های شیمیائی اثر سمی روی جاندارن‌ریز دارد و در غلیظی معینی از گوارش جانداران‌ریز جلوگیری میکند (۱۹) و داده‌های واکافت

---

۱ – مقدار اکسیژن لازم برای ۵روز $B.S.B_5$ = biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen E)$B.O.D._5$

کوچکتر از واقعیت بدست میآید. با رقیق کردن آبها اثر سمی بودن این ترکیب‌ها ازمیان برداشته میشود. آبهای زیرمانده‌ای که سخت ترشائی یا قلیائی است باید پیش‌از بازرسی بیوشیمیائی خنثی شود چون این آبها بطور طبیعی جانداران‌ریز که بتوانند مواد موجود در آب را واکافت نمایند ندارند. به‌این آبها باید جانداران ریز داده شود. همین مطلب برای آبهای داغ نیز صدق میکند مثلاً آبهای چگالیده یا آبهای زیرمانده‌ی دستگاههای معاوضه‌کن یونی که هردو جانداران‌ریز ندارد باید به آنها افزوده شود. همه‌ی این عوامل باعث میشود که روش بیوشیمیائی (زیست‌شیمی) که تنها راه شناخت ازمیان رفتن مواد زیان‌آور بوسیله‌ی اکسیدی شدن است اغلب داده‌های نارسا و نامطمئن میدهد. حتی مراعات کردن دقیق دستورهای واکافت دست‌یابی به داده‌های مطمئن را تضمین نمیکند. درباره‌ی مسئله‌ها و دشواریهای فرایندهای بازرسی بیوشیمیائی آبها نوشتارهای بی‌شماری منتشر شده است (مثلاً به ۲۰ نگاه کنید).

۱-۲-۱-۳ ازمیان بردن اکسیژن

برای تعیین کردن مقدار اکسیژنی که در آب ازمیان میرود مقدار اکسیژن نمونه‌ی آب پس‌از نمونه‌برداری تعیین میشود و پس‌از مدت زمانی که برای اندازه‌گیری ازمیان رفتن اکسیژن درنظرگرفته شده مثلاً ۲۴ یا ۴۸ ساعت دوباره مقدار اکسیژن در همان نمونه اندازه‌گیری میشود. تفاوت مقدار اکسیژن برابر با مقدار اکسیژنی است که در آب ازمیان رفته است.

تعیین کردن مقدار اکسیژنی که ازمیان رفته برای آبهائی که آلودگی آن کم است انجام میشود با این‌کار میتواند بطور ساده درباره‌ی اینکه آیا آب زیرمانده میتواند یکنواخت به رودخانه ریخته شود تصمیم‌گیری شود. مهم آنست که دراین‌گونه آبها باید مقدار موادآلی یا مقدار اکسیژن به‌اندازه‌ای باشد که پس‌از پایان مدت آزمایش دست‌کم ۲ میلیگرم اکسیژن درلیتر در آب باقی مانده باشد.

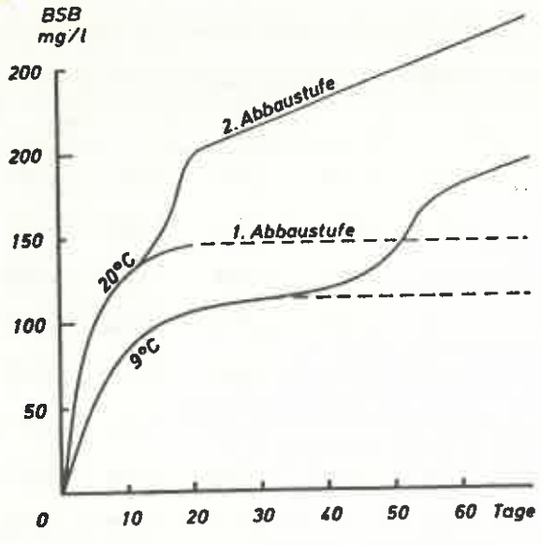
چنانکه در بند ۲-۲-۱-۳ نشان داده خواهد شد ممکن است که از تعیین کردن مقدار اکسیژنی که در ظرف دوروز از میان‌رفته (BSB_2) مقدار اکسیژنی راکه در پنج روز ازمیان خواهد رفت (BSB_5) باحد تقریب قابل‌قبولی معلوم کرد.

۲-۲-۱-۳ نیاز بیوشیمیائی به اکسیژن (BSB - BOD) در آب

نیاز بیوشیمیائی اکسیژن در آب معمولاً برای مقدار اکسیژنی که در ۵ روز در آب ازمیان میرود (BSB_5) تعیین میگردد هرچند که دراین مدت ازمیان رفتن مواد آلوده در آب به پایان نرسیده است. آزمایش‌های تریولت (THERIAULT) (۲۱) نشان داده است که تجزیه‌ی بیوشیمیائی مواد در آبهائی اکسیژن دارد در دوپله انجام میپذیرد: در پله‌ی یکم بیشتر موادی که ازت ندارد تجزیه میشود که در دمای ۲۰ درجه صدبخشی نزدیک به ۲۰ روز طول میکشد تا پایان پذیرد. در پله‌ی دوم که مواد ازت‌دار تجزیه میشود در دمای ۲۰ درجه پس‌از ده روز آغاز میشود و مدت زمان درازتری نیاز دارد. در دمای پائینتر این واکنش‌ها مدت درازتری نیاز دارد.

نگاره‌ی ۱ منحنی کمال مطلوب برای آبهای زیرمانده‌ی خانه‌ها را نشان میدهد (۲۱). ازروی اینگونه منحنی‌ها میتواند (BSB_5) بطورتقریب محاسبه شود بویژه در جاهائی که نتواند آزمایش ۵ روزه انجام شود یااینکه نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه نگاهداری نشده بلکه در دمای‌دیگری نگاهداری‌شده‌باشد (به جدول ۱ نگاه‌کنید).

دربسیاری از موارد بویژه برای آبهای زیرمانده‌ی ویژه منحنی ازمیان رفتن مواد آلوده‌کننده شکل دیگری بخود میگیرد. اگر داده‌ایکه برای (BSB_5) یعنی پس‌از ۵ روز اندازه‌گیری شده برابر صددرصد گذاشته شود ازمیان رفتن در بسیاری از موادر بویژه برای آبهای زیرمانده‌ی ویژه منحنی ازمیان رفتن مواد، مواد در آبهای زیرمانده‌ی خانه‌ها در روز اول نزدیک به ۳۰٪ میباشد درصورتیکه این رقم برای آبهای زیرمانده کارخانه‌ها میان ۹۰ تا ۸٪ نوسان دارد (۲۳). مقدار اکسیژن که برای ازمیان بردن مواد آلی آلوده‌کننده نیاز است با مقدار اکسیژنی که برای اکسیداسیون شیمیائی نیاز میباشد هم‌آهنگی و برابری ندارد. اندازه‌گیری این اکسیژن در بند ۲-۱-۱-۳ نشان داده شد. در جدول ۲ مقدار پرمنگنات‌دوپتاس بکار رفته و موادآلی و (BSB_5) (۲۴) به‌انضمام ساکاروز (۲۵) نشان داده شده است.



نگاره‌ی ۱- تقسیم شدن نیاز اکسیژن (BSB) به نوشتار تریولت (THERIAULT) (۲۱)

جدول ۱

تجزیه‌ی مواد در آبیکه هوا داشته باشد در دماهای گوناگون بر ماخذ BSB_5 در ۲۰ درجه صدبخشی از نوشتار فیر (FAIR) (۲۲)

روز	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۴
۲	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۴	۰/۷۱	۰/۹۱
۳	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۷۳	۰/۹۳	۱/۱۷
۴	۰/۳۸	۰/۵۲	۰/۶۸	۰/۸۸	۱/۱۱	۱/۳۵
۵	۰/۴۵	۰/۶۰	۰/۷۹	۱/۰۰	۱/۲۳	۱/۴۷
۶	۰/۵۱	۰/۶۸	۰/۸۸	۱/۱۰	۱/۳۱	۱/۵۶
۷	۰/۵۷	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۱۷	۱/۴۰	۱/۶۲
۸	۰/۶۲	۰/۸۰	۱/۰۱	۱/۲۳	۱/۴۵	۱/۶۶
۹	۰/۶۶	۰/۸۵	۱/۰۶	۱/۲۸	۱/۴۹	۱/۶۹
۱۰	۰/۷۰	۰/۹۰	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۵۲	۱/۷۰
۱۲	۰/۷۷	۰/۹۷	۱/۱۷	۱/۳۷	۱/۵۶	۱/۷۳
۱۴	۰/۸۲	۱/۰۲	۱/۲۱	۱/۴۰	۱/۵۶	۱/۷۴
۱۶	۰/۸۵	۱/۰۶	۱/۲۴	۱/۴۳	۱/۵۹	۱/۷۵
۱۸	۰/۹۰	۱/۰۸	۱/۲۷	۱/۴۴	۱/۶۰	۱/۷۶
۲۰	۰/۹۲	۱/۱۰	۱/۲۸	۱/۴۵	۱/۶۱	–

جدول دوم

سنجش مقدار بکار رفتن پرمنگنات‌دوپتاس و نیاز بیوشیمیائی اکسیژن

نیاز بیوشیمیائی اکسیژن برای ۱۰۰۰میلیگرم‌جسم در ۲۰ روز mg	نیاز بیوشیمیائی اکسیژن برای ۱۰۰۰میلیگرم‌جسم در ۵ روز mg	مقدارنیازاکسیژن ازدیدنظری‌برای ۱۰۰۰میلیگرم که کاملاً به CO_2 و H_2O سوخته شود. mg	مقداربکاررفتن پرمنگنات‌پتاسیوم برای ۱۰۰۰ میلیگرم‌جسم mg	
۸۵۰	۵۳۵	۱۱۴۰	۲۶۵۰	ساکاروز
۸۶۰	۵۸۰	۹۷۰	۲۳۵۵	گلوکز
۸۶۰	۵۸۰	۱۰۶۶	۱۵۴۴	لاکتوز
۹۰۰	۶۸۰	۹۱۸۵	۴۶۱	نشاسته
۸۴۰	۶۴۰	۹۴۹	۴	اسیدسوکسنیک(۱)
۱۴۵۰	۱۱۵۰	۱۸۱۸	۶	اسیدبوتیریک(۲)
۹۰۰	۷۰۰	۱۰۶۶	۵	ترشای سرکه
۹۶۰	۵۴۰	۱۰۶۷	۱۰۱۵	ترشای شیر
۱۸۰۰	۱۳۵۰	۲۰۹۰	۶۵	الکل اتیلیک
۲۰۰۰	۱۷۰۰	۲۳۸۳	۹۶۶۶	فنول

این داده‌ها نشان میدهد که بکار رفتن پرمنگنات‌پتاسیوم برایس اسیدهای چرب نسبت به مقدار واقعی اکسیژن برای نیاز برای تجزیه شدن آنها بسیار پائین است و ازاینرو داده‌های (BSB) میتواند دانستنیهای لازم برای ازیان‌بخش بودن یک آب زیرمانده بدست بدهد.

۱ – اسیدسوکسنیک - ترشای کهربا $HOOC-CH_2-COOH$ E) succinic acid F) acide succinique die Bernsteinsaeure

۲ – اسیدبوتیریک - ترشای کره $H_3C-CH_2-CH_2-COOH$ E)butyric acid die Buttersaeure

مقدار اکسیژن تنها در آبهای بسیار پاک بسنده خواهد بود تا آزمایش (BSB_5) دریک نمونه‌ی آب تغییر نیافته انجام شود. درحال معمولی باید به آب اکسیژن افزوده شود تا تجزیه شدن مواد آلی آب بدون وقفه انجام شود. افزودن اکسیژن به آب ازاین‌راه انجام میگیرد که نمونه‌ی آب با آبی که مواد خوراک‌دهنده و اکسیژن در آن حل شده رقیق میشود و مقدار اکسیژن باید بحدی باشد که پس‌از ۵ روز در نمونه مقدار ۲ میلیگرم اکسیژن درلیتر باقی بماند. آبهائی که آلودگی فراوانی داشته باشد میتواند $\frac{۱}{۱۰۰}$ تا $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ رقیق شود ولی البته خطای اندازه‌گیری این‌گونه نمونه‌ها بزرگتر میباشد. هنگام بررسی آبهای استریل یعنی سترون مانند آب چگالیده و آب زیرمانده‌ی دستگاههای معاوضه‌ی یونها آبی که برای رقیق کردن بکار میرود باید مثلاً آب بی‌اکسیژن رودخانه باشد که بحدکافی جانداران‌ریز در آن وجود داشته باشد که آنها مواد آلودگی آبها را تجزیه کرده ازمیان ببرند.

برخی‌از روشها وابستگی کمتری به رقیق کردن دارند. ازجمله فرایند واربورگ (Warburg) (۲۶)(۲۷) که در آن گازبی‌اکسیددوکربن حاصل نهائی از نفس کشیدن جانداران‌ریز در محلول هیدراکسیدسدیم گرفته میشود و پائین افتادن فشار مقیاسی برای اندازه‌گیری اکسیژن بکار رفته میباشد. روش دیگر از سیرپ (SIERP) و فرنزن‌مایر (FRAENSEMEIER) (۲۸) است که در آن مقدار اکسیژن بکار رفته ازروی اندازه‌گیری کاهش حجم گازها بدست میآید و گازبی‌اکسیددوکربن حاصل توسط محلول هیدراکسیدسدیوم که درعین‌حال از ورود هوا به‌دستگاه جلوگیری میکند جذب میشود. باهردو فرایند میتواند منحنی کامل ازبین رفتن اکسیژن بدست‌بیاید.

۳-۱-۳ آلودگی آبها

اگر مقداری مواد آلی (آکانی) و معدنی (کانی) در آبها ریخته شده باشد آن آب را آلوده مینامند. آلودگی آبها توسط مواد آلی (آکانی) چنانکه در بندهای ۲-۱-۱-۳ و ۲-۲-۱-۳ بازنمود شد با فرایندهای واکافت (تجزیه شیمیائی) برای شناخت اکسیدی شدن آب یا تعیین کردن نیاز بیوشیمیائی اکسیژن شناخته و اندازه‌گیری

میشود. در آبهای زیرمانده (فاضلاب) کارخانه‌های قند آلودگی مواد آلی که از مواد موجود در چغندر سرچشمه میگیرد موردتوجه قرار دارد.

آلودگی مواد کانی مانند کلرورها و سولفات‌ها و نیترات‌ها یا فلزهای سنگین مانند آهن و منگنز در آبهای زیرمانده اهمیتی ندارد ولی در آبهائی که در کارخانه گردش میکند نقش مهمی بازی مینماید و اگر مقدار اینگونه آلودگیها بیش‌ازحد معینی شود کاربرد آن در کارخانه‌ی قند دشوار میگردد.

برخی‌از آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌های شیمیائی اگر مقدارکمی ترکیبات سیانور یا مواد دفع آفت نباتی داشته باشد ممکن است آلودگی بزرگی برای رودخانه‌ها بوجود نیاورد ولی بعلت سمی بودن این مواد بسیار زیان‌آور باشد. سمی بودن این مواد برای ماهیها و آبزیان ریز و همچنین دشواریهائی که پالایش اینگونه آبها برای پالایشگاه‌های آب پیش میآورد در نوشتار لیب‌مان (LIEBMANN) (۱۹) گردآوری شده است.

تجزیه‌ی آب‌های زیرمانده دانستیهای سودمندی درباره‌ی اجزای سازنده‌ی آب زیرمانده بدست میدهد که آلودگی نسبی آن آب را معلوم میکند ولی این آلودگی رابطه‌ای با مقدار مواد ندارد. برای آبهای زیرمانده‌ی خانه‌ها معمولاً دانستن آلودگی نسبی کافی است زیرا در اینگونه موارد همانطوری‌که در بند ۱-۲-۲ بازنمود شد مقدار کاربرد آب با مقدار آبهای زیرمانده مطابقت میکند. برای بازرسی آبهای زیرمانده‌ی کارخانه نیز دانستن آلودگی نسبی کافی است زیرا تغییر یافتن آن نسبت به وضع معمول فورا شناخته میشود. ولی برای ترازگیری از مقدار آب مصرفی از کارخانه‌ها که در آنها آب چندین بار در کارخانه بکار برده شود هر بار آلودگی نسبی آن افزایش پیدا میکند. یک آلودگی نسبی بزرگتر میتواند دراثر برگرداندن آب و چندین بار بکار بردن آن آب در کارخانه بوجود بیاید یااینکه دراثر یکبار بیهوده افزوده شدن مواد آلوده‌کننده.

برای تهیه کردن تراز آب در کارخانه باید همراه با تعیین آلودگی آب زیرمانده مقدار آن آب نیز داده شود تااینکه رابطه‌ای میان زمان و یااینکه واحد تولید بدست بیاید. ازروی این داده‌ها میتواند آلودگی مطلق (یَله) نیز تعیین گردد. در کارخانه‌ی

قند مقدار چغندری که در شبانه‌روز کار میشود به‌حسب تن واحد تولید است و مقدار آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ها نسبت به این واحد باهم مقایسه میگردد. دادن میزان آلودگی به گرم (BSB_5 یا مقدار پرمنگنات‌دوپتاسیوم بکار رفته) برای هرتن چغندر به مقدار آب بکار رفته یا آب زیرمانده وابستگی ندارد.۹.

مقایسه کردن آلودگی آبهای زیرمانده‌ی کارخانجات قند با آبهای زیرمانده‌ی خانه‌ها ازراه آلودگی ویژه (داده‌های B) امکان‌پذیر است. داده‌های (B) به نوشتار شنایدر (SCHNEIDER) و همکاران (۲۹) با همترازی زیر بازنمود میشود:

$$B = \frac{g\ BSB_5 + (\text{چغندر بکاررفته})}{E}$$

دراین همترازی E = داده‌ی هم‌ارزش کسانی است که در محلی زندگی میکنند یعنی مقدار آلودگی که یکنفر در ۲۴ ساعت تولید میکند. داده‌ای که تاکنون پایه‌ی محاسبه بوده یعنی ۵۴گرم (BSB_5) برای هرنفر در روز باتوجه به افزایش بهداشت و درنتیجه بالا رفتن کاربرد امروزه دیگر درست بنظر نمیرسد. به نوشتار لوسم (LUESSEM) (۳۰)(۳۱) باید برای آلمان فدرال ۷۵گرم (BSB_5) یا حتی ۸۵گرم (BSB_5) برای هر نفر در روز حساب شود.

۲ـ۳ تقسیم‌بندی آبها و بازنمود ویژگی هریک

۱ـ۲ـ۳ آب دیفوزیون و آب پرس تفاله

شربت‌گیری از چغندر درکارگاه شربت‌گیری به‌یاری آب انجام میگیرد و هنگام چلاندن خلاها آب چلانده شده از تفاله بدست میآید.

مقدار آبی که بکار میرود به‌طرزکار دستگاهها و اینکه آیا آب تفاله برگشت داده میشود وابستگی دارند. درگذشته در باتریهای دیفوزیون نزدیک به ۲۰۰٪ چغندر آب بکار برده میشد. آب زیرمانده‌ی این کارگاه عبارت بود از آب دیفوزیون که ۱۰۰ تا ۱۱۰٪ مقدار چغندر بود و آب شست‌وشو برای پاکیزه‌کردن باتریهای دیفوزیون و آب تفاله‌ی چلانده شده که حدود ۶۰٪ نسبت به چغندر میشد (به فصل شربت‌گیری نگاه کنید).

آلودگی این آبها بسیار زیاد بود. به نوشتار ون‌شتروم (WENNSTROEM) (۳۲) برای هزارتن چغندر آلودگی آب دیفوزیون ۱۰۰۰ کیلوگرم (BSB_5) و برای آب تفاله‌ی چلانده شده ۱۲۵۰ کیلوگرم (BSB_5) بود. کرامر (KRAMER) (۳۳) در یک کارخانه‌ی قند آلمان شرقی به‌این مسئله پی برد که برای آب زیرمانده‌ی دیفوزیون که با آب تفاله‌ی چلانده رویهم ریخته شده میانگین (BSB_5) ۳۲۹۶ میلیگرم درلیتر میباشد که معادل با آلودگی ۴۶۱۴ تا ۶۵۹۲ کیلوگرم (BSB_5) برای یک کارخانه‌ی قند ۱۰۰۰ تنی است. برای‌اینکه این آبهای بسیار آلوده به آبهای زیرمانده‌ی شهر افزوده شود کوشش شده بود که آنرا در کارخانه به‌گردش درآورند ولی این‌کار نیز بسادگی ممکن نبود زیرا مقدار مصرف آب حدود ۱۸۰٪ نسبت به چغندر بود.

جایگزین کردن باتریهای دیفوزیون با دستگاههای دیفوزیون پیاپی نه‌تنها یک پیشرفت در تکنولوژی بود بلکه بیش‌از هرچیز مقدار آب زیرمانده و آلودگی آنرا در کارخانه‌ی قند که بسیار مزاحم بود کاهش داد. در دستگاههای دیفوزیون پیاپی (کونتینو) آب دیفوزیون که بسیارآلوده بود بکلی‌ازمیان برداشته شده و آب تفاله‌ی چلانده که دراین کارخانه‌ها ۳۵ تا ۵۵ درصد وزن چغندر است بدون هیچ‌گونه دشواری دوباره به‌دستگاه دیفوزیون فرستاده میشود (به فصل شربت‌گیری نگاه کنید).

۲ـ۲ـ۳ آب چغندررسانی و آب شست‌وشوی چغندر

برای رساندن چغندر به درون کارخانه نزدیک به ۵۰۰ تا ۸۰۰٪ وزن چغندر آب بکار گرفته میشود و برای شست‌وشوی چغندر نزدیک به ۲۰۰٪ وزن چغندر (به فصل ترابری و انبارکردن و شستن چغندر نگاه کنید) بکار میآید. رویهم رفته ۷۰۰ تا ۱۰۰۰٪ چغندر برای این‌دو کار آب بکار گرفته میشود.

۱ـ۲ـ۲ـ۳ اجزای آب

هنگام رساندن چغندر بدرون کارخانه و شستن آن همه‌ی گل‌ولائی که همراه چغندر است در آب میرود. این گل‌ولای همراه با تکه‌های چغندر شکسته و ریشه‌ها

درجائی که آب آرام بشود به‌آهستگی ته‌نشین میشود. مقدار این «مواد ته‌نشین شده» دریک قیف مخروطی درجه‌دار که بنام قیف ایمهوف (IMHOF) معروف است اندازه‌گیری میشود.

در اروپای مرکزی چغندر بطور معمول همراه با ۱۰ تا ۲۰٪ گل‌ولای به کارخانه تحویل میشود. اگر هوا خشک باشد این مقدار حتی به ۵٪ هم کاهش پیدا میکند و اگر هوا بسیار بارندگی باشد تا ۶۰٪ هم افزایش پیدا میکند.

ازاینرو مقدار موادی که در آبهای چغندررسانی و شست‌وشو ته‌نشین میشود که نزدیک به ۷۰۰٪ وزن چغندر است میان ۷ تا ۸۰ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب نوسان دارد.

همراه با مواد ته‌نشین‌شونده مقداری مواد حل‌شونده نیز در آب حل میشود که آنها قسمتی مواد موجود در چغندر یعنی قند و مواد ازت‌دارند قسمتی مواد حل‌شونده در خاک میباشد. اگر آب سرد بکاررفته باشد و چغندرها زخمی نشده باشد نزدیک به ۰/۰۵٪ وزن چغندر قند در آب چغندررسانی و شست‌وشو حل میشود (به فصل ترابری و انبارکردن و شستشوی چغندر نگاه کنید).

آلودگی آب اگر تنها یک بار بکار گرفته شود نزدیک به ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیگرم (BSB_5) درلیتر است (۱۶)(۳۴) (به بند ۳-۲-۲-۳ نگاه کنید). اگر چغندرها پیر شده یا یخ زده باشد و یا در سیلوها خوب نگاهداری نشده باشد مقدار بیشتری مواد چغندر در آب حل میشود. به نوشتار بکر (BECKER) (۳۵) گم‌گشت قند در اینگونه چغندرهای معیوب در آب چغندررسانی و شست‌وشو به ۱٪ نیز میرسد. این مقدار قند یک آلودگی برای اینگونه آبها بیش‌از ۱۰۰۰ میلیگرم (BSB_5) درلیتر بوجود میآورد و افزون برآن باید آلودگی آب بوسیله‌ی حل شدن مواد دیگر موجود در چغندر نیز به‌حساب بیاید.

۲-۲-۲-۳ ته‌نشاندن مواد ته‌نشستنی

پیش‌از آنکه آب‌های چغندررسانی و شست‌وشو به رودخانه پس‌فرستاده شود باید مواد ته‌نشستنی آن جدا شود وگرنه نهری که به‌رودخانه میریزد از گل‌ولای شده

و جلوی جریان آب گرفته میشود.

ته‌نشاندن گل‌ولای میتواند در استخرهای بزرگ که «استخر لجن‌گیری» نامیده میشود یا استخرهای لجن گیر با وسایل مکانیکی انجام شود.

۱-۲-۲-۲-۳ استخر لجن‌گیری

آبهای آلوده‌ی چغندررسانی و شست‌وشو دریک یا چند استخر فرستاده میشود که حرکت آب در آنها بسیار آرام است چنانکه گل‌ولای و دُم و تکه‌های چغندر ته‌نشین میگردد. آب در هنگام ته‌نشستن گل‌ولای مدتی روی این مواد میماند چنانکه مقدار از مواد آلی این مواد در آب حل میشود و آنرا آلوده میکند.

بزرگی استخرهای لجن‌گیری باید آنچنان محاسبه شده باشد که افزون‌براینکه جا برای مقدار آب داشته باشد برای گل‌ولای ته‌نشسته نیز بحدکافی جا داشته باشد. ازطرف دیگر نباید سطح استخرها ازحد معینی بزرگتر باشد زیرا اگر آب مدت درازتری روی لجن و گل‌ولای بماند درگوشه‌های مرده یعنی بی‌حرکت استخر مواد می‌تُرشد و دشواریهای پیش‌بینی نشده بوجود میآورد (۳۶). ازاینرو باید پس‌ازاینکه یک استخر از لجن پر شد و دیگر قابل استفاده نبود استخر دیگری به‌جریان آب اتصال داده شود و این‌کار یکی پس‌از دیگری انجام گیرد.

اگر در نزدیک کارخانه فضای کافی و مناسب دراختیار نباشد باید پیش‌از بهره‌برداری آینده همه یا بخشی از گل‌ولای از استخر بیرون کشیده شود. چون بیرون کشیدن گل‌ولای از استخر بسیار گران تمام میشود کوشش شده است که این‌کار با وسایل مکانیکی انجام گیرد. جدول ۳ مقدار گل‌ولای یک کارخانه را نشان میدهد (۳۷).

۲-۲-۲-۳ استخر لجن‌گیری با لجن‌بیرون‌ریز

استخرهای لجن‌گیری امروزی با لجن‌بیرون‌ریز (به فصل ترابری و انبار و شستن چغندر نگاه کنید) امکان میدهد که لجن پیاپی بیرون ریخته شود یااینکه در فاصله زمانی کوتاه این‌کار انجام شود تا تماس لجن و آب تاجائی‌که شدنی است کوتاه باشد

از پوسیدگی و ترشیدگی و پی‌آمدهای آن جلوگیری شود. لجن غلیظ‌شده میتواند در لوله بسوی جایگاه دورریزی لجن که ممکن است با کارخانه فاصله داشته باشد فرستاده شود و ازاینرو یک زمین کم‌ارزش به زمین خوب کشاورزی تبدیل می‌گردد.

جدول ۳

مقدار لجن تر و حجم آن برای ۱۰۰ تن لجن خشک با چگالی ۱/۸

۱۰۰تن لجن‌خشک چه مقدار لجن‌تر میدهد؟	چگالی لجن تر	مقدار لجن تر تن	مقدار آب لجن تر به درصدوزنی
۱۰۶/۲	۱/۴۵	۱۵۴	۳۵
۱۲۲/۸	۱/۳۶	۱۶۷	۴۰
۱۳۷/۵	۱/۳۲	۱۸۲	۴۵
۱۵۵/۵	۱/۲۹	۲۰۰	۵۰

مقدار آبیکه باید در لجن باشد تا بتواند با تلمبه و لوله به بیرون فرستاده شود بستگی به‌توان تلمبه و غلیظی و مقدار شن در لجن و سرعت حرکت لجن در لوله و فاصله‌ی محل لجن‌ریزی تا کارخانه دارد. اگر فاصله‌ی محل لجن‌ریزی زیاد نباشد میتواند آمیزه‌ای از لجن و آب با ۳۰٪ مواد خشک در لوله فرستاده شود ولی اگر فاصله دراز باشد لجن میتواند با ۲۰ تا ۳۰٪ مواد خشک فرستاده شود. اگر فاصله از ۳ تا ۴ کیلومتر بیشتر باشد باید در میانه‌ی راه یک تلمبه‌خانه کمکی سوار شود.

۳-۲-۲-۳ پس‌فرستادن آب چغندررسانی و شست‌وشو

آب‌زیرمانده‌ی چغندررسانی و شست‌وشو پس‌از جدا شدن از لجن و مواد دیگر بازهم دارای مقدار فراوانی آلودگی است و بهمین دلیل فقط میتواند در رودخانه‌های بزرگ ریخته شود. برای‌اینکه از مقدار آب زیرمانده کاسته شود درگذشته نیز اقدام شده بود که این آب به‌کارخانه برگردانده شده و در کار گردش کند.

مقایسه کردن آلودگی آبهائی که یکبار بکارگرفته میشود و با آبهائی که چندین‌بار در کارخانه دور میزند آسان نیست زیرا نوشتارهای زیادی دراین‌باره منتشر نشده است. کرامر (KRAMER) (۳۴) برای آب‌های زیرمانده‌ی چغندررسانی و شست‌وشو که فقط یکبار کارکرده است و به رودخانه ریخته شده بی‌آنکه مقدار آنرا بنویسد آلودگی برابر با ۲۸۷ میلیگرم (BSB_5) برای هر لیتر نوشته است.

شنایدر (SCHNEIDER) و همکاران (۱۶) برای زیرمانده‌ی آب چغندررسانی و شست‌وشو که ۷۵۰٪ وزن چغندر بوده حدود ۲۰۰ میلیگرم (BSB_5) برای هر لیتر اندازه‌گیری کرده‌اند. ازروی این داده برای کار کردن یکراهه با آب یک داده‌ی (B) برابر ۲۸ محاسبه میشود (به بند ۳-۱-۳ نگاه کنید).

برای آب چغندررسانی و شست‌وشو در کارخانه‌هائی که آب در گردش باشد و برای آبی که از استخر لجن‌گیری سرریز میکند و در آب آمیخته با لجن غلیظ بمنظور اینکه بهتر در لوله حرکت کند (به بند ۳-۲-۲-۱-۳ نگاه کنید) داده‌های (B) میان ۱۰ تا ۱۵ محاسبه‌شده‌است (۱۶)(۲۹). مقدار آب‌زیرمانده از ۷۵۰٪ وزن‌چغندر به ۳۰ تا ۱۰۰۰٪ وزن‌چغندر کاهش داده‌میشود و کاهش مقدارآب‌زیرمانده اصولاً این امکان را بوجودآورده‌است که آبهای‌زیرمانده آزمایش‌شود (به‌بند ۲-۴ نگاه‌کنید).

هرچند آلودگی نسبی آبهای زیرمانده دراثر گردش آب در کارخانه افزایش پیدا میکند و در کارخانه‌های قندی که ازاین آبها حداکثر بهره‌گیری انجام میشد این آلودگی تا ۴۵۰۰ میلیگرم (BSB_5) برای هر لیرت رسیده است ولی آلودگی یَله (مطلق) بمراتب کمتر است. یک داده‌ی ۲۸ برای (B) در کارخانه‌ایکه آنرا یکبار بکار میگیرد محاسبه شده است و در مقابل برای کارخانه‌ایکه آبرا چندبار بکار میگیرد داده‌ی ۱۰-۱۵ محاسبه‌شده‌است. آلودگی‌یَله (مطلق) برای آبیکه به‌کارخانه برگشت‌داده‌میشود نسبت به آبی که تنها یکبار بکارگرفته‌میشود ۴۵ تا ۶۵٪ کاهش مییابد.

آلودگی آبهای زیرمانده‌ی چغندررسانی و شست‌وشوی چغندر درجائی‌که این آبها به‌کارخانه برگشت داده شود کاهش مییابد هرچند که هربار همان مقدار گل‌ولای و موادآلی از چغندر دوباره به آب افزوده میشود چنانکه به آبهائی که یکبار

درکارخانه بکارگرفته میشود نیز افزوده میشود و بایستی گمان رود که این آلودگی افزایش پیدا خواهد کرد.

دلیل کاهش آلودگی آنست که درگردش دورانی آب درکارخانه موادآلی پیوسته از آب بیرون کشیده میشود (به بند ۱-۳-۲-۲-۳ نگاه کنید) و مهمْترآنکه جانداران‌ریز دراین آب زیرمانده بیشتر فعالیت میکند و ترش‌شدگی بدون هوا انجام میگیرد و بخش بزرگی از موادآلی تجزیه شده نابود میشود.

درآبهائی که درکارخانه گردش‌میکند و پ‌هاش آنها نزدیک‌به‌خنثی است چندین صدمیلیون بلکه میلیاردها باکتری درهر میلیمتر آب اندازه‌گیری‌شده‌است (۳۸).

۱-۳-۲-۲-۳ برگشت‌دادن آب و روش‌کار آن

درگذشته برای برگشت دادن آب چغندررسانی و شست‌وشو از استخرهای لجن‌گیر به کارخانه دشواری‌هائی روی میداد. بعلت حرکت آهسته‌ی آب و لجن کف استخر که اکسیژن میگرفت اکسیژن موجود در آب برای واکنش‌های بدون هوا کافی نبود و این‌گونه واکنش‌ها باعث گندیدگی و سیاه شدن لجن و ایجاد بوی بد از هیدروژن‌سولفوره میشد که ایجاد مزاحمت میکرد (به بند ۱-۱-۴ نگاه کنید). برای جلوگیری ازاین واکنش کارهای زیر میتواند انجام گردد:

الف- بجای استخرهای لجن که حجم بزرگی دارد و لجن کف آن مقدار فراوانی اکسیژن میگیرد و بکار میبرد حوضچه‌های ته‌نشین که دارای دستگاههای لجن‌کش است بکارگرفته شود. بااین حوضچه‌های ته‌نشین گردش آب در استخرهای سابق به ۱۲ ساعت یا بیشتر از آن بود به چند ساعت کاهش داده میشود. گذشته‌ازاینکه باکشیدن لجن ازکف حوضچه‌ها ترشیدگی و پوسیدگی لجن در جایگاه لجن‌ریزی انجام میشود و با آب حوضچه دیگر کاری ندارد.

ب- مواد شیمیائی مانند آهک و کلر به آبی افزوده میشود تا فعالیت جانداران‌ریز و گرفتن و نابودکردن اکسیژن تاجائی‌که شدنی است کاهش داده شود و واکنش‌های بدون هوا عقب بیفتد یااینکه بسته به سرعت گردش آب درکارخانه بکلی ازمیان برداشته شود.

باید توجه داشت که قسمتی ازکلر توسط گل‌ولای شناور در آب نیز جذب میشود و برای کشتن میکروب‌ها نمیتواند فعالیت کند و بهمین دلیل باید پس‌از ته‌نشین شدن گل‌ولای به آب افزوده شود. مقدار آهکی که به آب زیرمانده افزوده میشود به‌آن‌حدی است که پ‌هاش آب را حدود ۶ نگاه بدارد. این مقدار آهک فقط برای خنثی کردن اسیدهائی که توسط باکتریها تولید میشود کفایت میکند و برای نابودکردن جانداران‌ریز کافی نمیباشد.

پ- دربعضی جاها بحدی آهک به آب زده میشود تا پ‌هاش آن به ۱۱ برسد و آب همیشه تازه بماند (۳۹)(۴۰). برای این فرایند نوین که به‌تازگی معمول شده آهک‌های بی‌مصرف و وازده کوره آهک کافی بنظر میرسد. این روش‌کار درجائی سودمند است که گردش دورانی آب چغندررسانی در حوضچه‌ی ته‌نشین با لجن‌کشی همراه باشد و برای با تلمبه فرستادن لجن غلیظ مقدارکمی آب ازگردش دورانی گرفته شود. درجائی‌که استخر لجن‌گیری وجود داشته باشد باید مقدار بسیار فراوانی آهک بکار برده شود و ازاینرو این فرایند مقرون‌به‌صرفه نخواهد بود. بهتر است که افزودن آهک به آب از آغاز بهره‌برداری انجام شود زیرا دراین‌مدت کوتاه از هیدروکربنات‌ها مقداری ترشای آلی درست شده است و پ‌هاش موردنظر با افزودن مقدارکمی آهک بدست خواهد آمد. اگر پس‌از آغاز بهره‌برداری یعنی پس‌ازاینکه مقداری ترشای آن در آب زیرمانده فراهم آمد و آلودگی افزایش یافت خواسته شود که درجه‌ی پ‌هاش بالا برده شود در درجه‌ی پ‌هاش ۸-۹ کف فراوانی بوجود میآید که در درجه‌ی پ‌هاش ۱۰/۵-۱۱ دیده نمیشود.

با افزودن آهک سرعت ته‌نشینی مواد شناور افزایش پیدا میکند و آب نسبتاً روشنی بدست میآید و شمار باکتریها در آب که معمولاً چندین صدمیلیون است به پنجاه تا صدهزار در هر میلی‌لیترکاهش پیدا میکند. آن باکتریهائی که دراین پ‌هاش بالا زنده میمانند باکتریهائی هستند که تخم آنها بصورت تخم‌های غلاف‌دار مقاوم میباشد. ازراه آهک زدن به آب شمار باکتریهائی که ازراه گل‌ولای چغندر و دستگاه شست‌وشو بدرون کارخانه‌ی قند و به کارگاه شربت‌گیری راه مییابد بمراتب کاهش داده میشود.

در آب چغندررسانی دراثر آهک‌زدن باکتریها ازمیان برداشته میشود و تجزیه شدن مواد آلی انجام نمیگیرد چنانکه مقدار قند و دیگر مواد آلی در آب چغندررسانی افزایش پیدا میکند. این افزایش تا غلیظی معینی بحال تعادلی میرسد که همان مقداری که مواد در لجن جذب میشود درطی چغندررسانی و شست‌وشو نیز دوباره به آب داده میشود. برای غلیظی پایانی این مواد در آبیکه گردش دورانی دارد همترازی زیر بدست آمده است (۳۲).

$$P_k = \frac{Z \cdot 100}{A}$$

P_k = پلاریزاسیون در آبی‌که گردش دورانی دارد.

Z = مقدار قندی که در آب چغندررسانی و شست‌وشو حل‌شده‌است نسبت به وزن چغندر.

A = مقدار آبی‌که ازگردش دورانی آب گرفته میشود نسبت به درصد چغندر.

اگر به آب چغندررسانی تا پ‌هاش ۱۱ آهک زده شود طبق نوشتار شنایدر (SCHNEIDER) (۴۰) ۰/۱۷ تا ۰/۳۷٪ قند در آب حل میشود. اگر مقدار کمی آب ازگردش دورانی گرفته شود و آب‌های قنددار از جاهای دیگر کارخانه به گردش دورانی آبهای چغندررسانی افزوده شود درصد قند این آبها از ۰/۵٪ نیز افزایش پیدا میکند ولی پی‌آمد ناگواری دیده نشده است.

آماده کردن آبی که دراین گردش دورانی کار میکند دشوار نمیباشد. درجائی‌که زیرمانده‌ی آب چغندررسانی روی کشتزار بصورت باران پخش میشود آهک آن توسط زمین جذب میشود و درجائی‌که از زیر لایه‌ی لجن هوا در آب دمیده میشود آهک توسط لجن جذب میگردد. درجائی‌که آب زیرمانده‌ی چغندررسانی آهک‌دار در استخر ریخته میشود فعالیت باکتریها دیرتر آغاز میشود ولی پس‌از آغاز شدن فعالیت بصورت معمول ادامه پیدا میکند.

پی‌آمد ناگوار آهک زدن به آب چغندررسانی و شست‌وشوگاهی ته‌نشین شدن آهک روی لوله‌ها و در دُم‌گیر و در دستگاه شست‌وشوی چغندر میباشد که به آسانی با چکش زدن روی دستگاهها ازمیان برداشته میشود.

۲-۳-۲-۲-۳ افزودن آب به مدار آب چغندررسانی

ازدیدگاه محاسبه درکارخانه‌هائی که استخر لجن‌گیر داشته باشد نمیبایستی به مدار آب چغندررسانی آن آب افزوده شود و برعکس مقداری آب که درگل‌ولای جذب شده بود دراثر ته‌نشستن در استخر و بهم فشرده شدن به آب چغندررسانی افزوده میشود. ولی باوجود اینها در عمل همیشه مقداری آب برای تازه کردن آب مدار چغندررسانی به آن افزوده میشود هرچند که مقدار آن نسبتاً کم است.

درجائی‌که حوضچه‌ی ته‌نشینی با دستگاههای لجن‌گیری وجود داشته باشد بسته به‌مقدارگل‌ولای چغندرکم‌وبیش ۲۰ تا ۵۰٪ وزن چغندر آب برای رساندن لجن از حوضچه تا جایگاه لجن‌ریزی نیاز است که از آب چغندررسانی گرفته میشود. البته برای این هدف آبهای زیرمانده‌ی کارگاههای دیگر که آلودگی بیشتری دارد مانند آب گل آهک‌زنی (به بند ۵-۲-۳ نگاه کنید) و دیگر آبها نیز بکار برده میشود. برای‌اینکه آب چغندررسانی و آب شست‌وشو بیهوده آلودگی بیشتری پیدا نکند باید اینگونه آبهای بسیار آلوده یکراست در آب چغندررسانی و شست‌وشو ریخته شود و بهتر است در لوله‌ی مکنده تلمبه‌ی لجن‌ریزی ریخته شود یااینکه آنچنانکه در حوضچه‌ی لجن‌گیری بروکنر (BRUCKNER) (به فصل ترابری و انبار کردن و شستن چغندر نگاه کنید) دریک مخزن جداگانه در پشت حوضچه‌های لجن‌گیری ریخته شود. اگر جای کافی برای لجن‌ریزی دردست‌رس باشد بهتر است که همه‌ی آبهای بسیار آلوده‌ی کارخانه برای بیرون فرستادن لجن بکارگرفته شود (به بند ۳-۲-۲-۳-۴ نگاه کنید). بهتر است که بیش‌از مقدار آبیکه برای بیرون فرستادن لجن نیاز است و از مدار آب کارخانه کاسته میشود مقدار دیگری آب به مدار آب چغندررسانی و شست‌وشو افزوده شود.

گرفتن مقدار فراونی آب از مدار آبهای چغندررسانی و شست‌وشو برای رقیق کردن و بیرون فرستادن لجن کار درستی نمیباشد گرچه چنین بنظر برسد که افزایشی که مقدار آب این مدار از افزودن آبهای خنک‌کن‌ها و دیگر آبها پیداکرده دراثرکاهش جبران خواهد شد. باید توجه داشت که افزودن آبهائی با پ‌هاش ۶ تا ۶/۵ و یا آبهای بسیار آلوده و یا آبهای گرم مانند آب ریزشی یا آب چگالیده به مدار آب

چغندررسانی و شست‌وشو که باعث تغییر ناگهانی پ‌هاش یا دمای آن میگردد اثر بسیار ناگواری دارد. برای بسیاری از جاندارانریز شرایط مساعدی برای رشد بوجود میآید و باکتریها به‌شمار فراوانی افزایش پیدا میکند و به‌چندین میلیارد در میلی‌لیتر میرسد. نتیجه‌ی این‌کار افزایش ترشائی آب (خطر[1]خورندگی) و لزج شدن آب چغندررسانی میباشد.

درجائی‌که اب چغندررسانی به پ‌هاش ۱۱ رسیده باشد آبهائی که به‌این مدار افزوده میشود باعث افزایش شمار باکتریها و تخم آنها نمیشود ولی باید بدون جهت مقداری از آب مدار بیرون فرستاده شود و برای نگاهداشتن پ‌هاش آبِ موجود در مدار باید آهک به آن افزوده شود که اثر نامساعدی در باصرفه بودن این فرایند بجا میگذارد.

۳-۲-۳ آب ریزشی (آب سرد - Fallwasser)

۱-۳-۲-۳ ویژگیهای آب‌ریزشی

آب ریزشی که از چگالیدن دَم دستگاههای پخت (به فصل بلوری کردن شکر و شکرگیری نگاه کنید) معمولاً نزدیک به ۴۰۰ تا ۶۰۰ درصد وزن چغندر است. دراثر آب شدن دم مقدار آب ریزشی کمی افزایش پیدا میکند و دمای آن به ۴۰ تا ۵۰ درجه‌ی صدبخشی افزایش پیدا میکند. آلودگی این آب از مواد آلی نسبتاًکم است و به روش‌کار و وضع فنی دستگاههای پخت و دستگاههای چگاله بستگی دارد (به فصل بلوری کردن شکر و شکرگیری نگاه کنید) در آب ریزشی بیش‌از هر چیز امونیاک وجود دارد. مقدار ازت دَم ۵۰ تا ۸۰ میلی‌گرم درلیتر است و پ‌هاش آن ۸ تا ۹ است (۱۶). از پاشیده شدن قطره‌های شربت که درصد قند آن بسیار بالاست در دم دستگاههای پخت که باعث آلوده شدن آب ریزشی با موادآلی میشود بایستی بوسیله‌ی قطره‌گیر که در بالای دستگاه پخت سوار میشود جلوگیری شود. این وسیله‌ی قطره‌گیری باید آنچنان ساخته شده باشد که در حالت‌های ناچاری همه‌ی شربت دستگاه پخت راهم در خود جای بدهد. ازاینراه میتواند ازاین حالت بسیار نادر نیزکه همه‌ی پخت سر برود و به بالای دستگاه پخت راه بیابد جلوگیری شود و

شکر به آب ریزشی راه نیابد.

اگر کارخانه‌ی قند درکنار رودخانه‌های بزرگ قرار داشته باشد آب ریزشی شبها یکبار بکار گرفته شده و سپس به رودخانه برگردانده میشود. درجائی‌که آب تنها یکبار به‌کارخانه میآید باید دمای اب زیرمانده‌ای که به‌رودخانه ریخته میشود نزدیک به ۳۰ درجه صدبخشی سرد شده باشد زیرا باتوجه به‌اینکه دستگاههای پخت کارخانه همه دارای قطره‌گیرهای قوی بوده باشد آب ریزشی آلودگی موادآلی بسیار کمی خواهد داشت.

شنایدر و همکاران (۱۶) در بسیاری از کارخانه‌های قند این آلودگی را اندازه‌گیری کرده‌اند و به‌این‌نتیجه رسیده‌اند که آلودگی میان ۵ تا ۱۵ میلی‌گرم (BSB_5) برای هرلیتر آب است (به نوشتار (۴۱) نگاه کنید).

برای‌اینکه دمای آب ریزشی پائین آورده شود پیشنهاد میشود که دیگر آبهائی که درکارخانه برای سرد کردن بکار برده میشود آمیخته شود.

۲-۳-۲-۳ برگرداندن و سرد کردن آب ریزشی

در بسیاری از جاها بعلت شرایط رودخانه باید آب ریزشی برگردانده شود درگذشته آلودگی مدار آب ریزشی بسیار بالا بود ولی امروزه دراثر سوار کردن قطره‌گیرهای موثر در دستگاههای پخت این آلودگی ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌گرم برای هر لیتر پرمنگنات‌دوپتاسیوم بکار میبرد که همانند ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم برای هر لیتر (BSB_5) میباشد (۱۶). آلودگی آب ریزشی درجائی‌که به رودخانه برگردانده میشود امروزه هم بحدی زیاد است که بدون جداکردن آلودگی‌های آن نمیتواند یکراست به‌رودخانه فرستاده شود.

تنها کارخانه‌ای میتواند بایک مدار کامل از آب ریزشی کارکند که افزایش دمای اب و همچنین افزایش مقدار آب ریزشی دراثر آب شدن دَم و بخار دستگاهها بوسیله‌ی بخار شدن بخشی از آب در دستگاه خنک‌کن آب ریزشی ازمیان برده شود چنانکه در عمل مقدار آب ریزشی ثابت بماند.

سرد شدن آب ریزشی همراه با بخار شدن بخشی از آب و کم شدن مقدار آن

است همترازی زیر این رابطه را معلوم میکند.

$$\frac{m_{Verd}}{m_{Fallw.}} = \frac{\Delta t.cp.M}{r_{Verd}}$$

دراین همترازی چنین است:

$\frac{m_{Verd}}{m_{Fallw.}}$ = نسبت وزن آب بخار شده به آب ریزشی

Δt [grd] = میزان سرد شدن آب ریزشی

cp [kcal/kg × grd] = گرمای ویژه‌ی آب

M [kg/Mol] = وزن ملکولی

r_{Verd} [kcal/Mol] = گرمای بخار شدن یک مول آب

برای مثال اگر دراثرگردش آب در خنک‌کن دمای آن ۱۵ درجه صدبخشی سرد شود مقدار آبیکه دراین‌کار بخار شده چنین بدست میآید.

$\Delta t = 15$ grd

$r = ca.\ 10.000$

$c = 1$

$M = 18$

$$\frac{15 \times 18}{10.000} = 0.027 = 2.7\%$$

چون درکار ۴۰۰ تا ۶۰۰٪ آب ریزشی نسبت به وزن چغندر باید سرد شود در مثال بالا مقدار آبی که بخار شده ازمیان میرود ۱۱ تا ۱۶٪ وزن چغندر است. اما باید درنظر گرفته شود که دمای اب ریزشی نه‌تنها ازراه بخار شدن بخشی از آب بلکه دراثر انتقال گرما به جدارهای سرد نیز کاهش پیدا میکند ازاینرو مقدار آب گم‌شده کمتر از مثال بالا خواهد بود. ازطرف دیگر بعلت وزیدن باد به آبهای که در فوراه‌ها پاشیده میشود مقداری آب ریزشی ازدست میرود. رویهم‌رفته بطورکلی گم‌گشت آب ریزشی برای یک درجه کاهش دما تقریباً ۱٪ آب نسبت به وزن چغندر درنظر گرفته میشود.

این رقم با تجربه‌ی بدست آمده درکارخانه‌هائیکه که با آب ریزشی مدار بسته کار میکند برابری دارد. در خنک‌کن‌هائی که خوب کار میکند سرد شدن آب ریزشی

بحدی است که حتی آب ریزشی کمبود پیدا میکند.

چنانکه در بالاگفته شد درپی برگشت دادن آب ریزشی به کارخانه آلودگی آن با مواد آلی افزایش پیدا میکند. همچنانکه در مدار آب چغندررسانی (به بهد ۱-۳-۲-۲-۳ نگاه کنید) گفته شد مقدار آلودگی تا زمانی افزایش پیدا میکند که همان اندازه آلودگی که از دم و بخار در مدار داخل میشود همان اندازه نیز توسط خارج شدن آب از مدار یا توسط جانداران‌ریز درطی جریان مدار آب ازمیان برداشته میشود.

۱-۲-۳-۲-۳ برگشت دادن آب ریزشی و سرد کردن آن

درگذشته برای برگشت دادن آب ریزشی به کارخانه استخرهای خنک‌کن ساده بکارگرفته میشد. دراین استخرها اثر خنک شدن آب و حل شدن اکسیژن هوا در آن بسیار ناچیز بود. گذشته‌ازاینکه برای استخرها فضای بزرگی نیاز بود زیرا آلودگی آب در استخر بایستی کم باشد. پاچیدن آب ریزشی از شمار فراوانی فواره بسیار معمول بود. اگر فواره‌ها روی استخر نسبتاً گودی قرار داده میشد که مقدار بزرگی آب در آن رویهم قرار میگرفت اکسیژنی که در آب حل شده بود به‌سرعت بکار برده میشد و گندیدگی بدون هوا در آب روی میداد که درپی آن آب سیاه و بدبو میشد (بوجود آمدن هیدروژن‌سولفوره H_2S). پی‌آمد این رویداد مزاحمت بوی بد آب و گرفتن پمپ‌ها و لوله‌ها بود.

اگر آب ریزشی روی یک سطح شیب‌دار بتونی از فواره‌ها بیرون پاشیده شود آب روی این سطح به پائین ریخته میشود و درضمن حرکت روی سطح بتونی هوا در خود حل میکند و بدرون جویباری که انرا به کارخانه برمیگرداند ریخته میشود. روی سطح بتونی شیب‌دار پس‌از مدت کوتاهی جانداران‌ریز رشد میکند (مانند اسفاِروتیلوس ناتانس **Sphaerotilus natans**) که باعث ازمیان رفتن آلودگیهای آب میگردد.

بکار بردن برج خنک‌کن که گاهی چند بادزن در آن نیز سوار میشود آلودگیهای آلی آب را بمراتب پائین آورده و آب را نیز خوب خنک می‌کند.

درجائی‌که برج خنک‌کن ساخته میشود باید درنظر گرفته شود که روی همه‌ی قسمتهائی که با آب ریزشی تماس پیدا میکند یک لایه جاندراان‌ریز پیدا شده و رشد میکند. ازاینرو قسمتهائی که تنگ هم قرارگرفته باشد بزودی گرفته میشود و از سرد شدن آب میکاهد و گاهی مانع حرکت طبیعی آب میگردد. اگر رشد این جانداران‌ریز مانند خزه و غیره شدت پیدا کند گاهی تکه‌هائی ازروی سطح برج کنده شد همراه با آب بدرون کارخانه میآید و مزاحم دستگاهها میگردد. دراینگونه جاها پیشنهاد میشود که پس‌از برج خنک‌کن یک حوضچه‌ی ته‌نشینی ساخته شود.

۲-۲-۳-۲-۳ لوله‌های رفت و برگشت در مدار آب ریزشی (آب‌سرد - Fallwasser)

در کارخانه‌های قند گاهی آب چگالیده‌ی اضافی را به آب ریزشی میافزایند. دراین روش ازبرپا کردن یک دستگاه آب خنک‌کن اضافی صرفه‌جوئی میشود ولی دستگاه خنک‌کن موجود باید مقدار بیشتری آب را خنک کند. دربیشتر جاها مقدار آب چگالیده بیش‌از مقدار آبی است که در جریان خنک کردن از آب ریزشی کاسته میشود و ازاینرو مقدار آب ریزشی افزایش قابل توجهی پیدا میکند که باید از مدار خارج گردد. آب چگالیده معمولاً آلودگی فراوانی ندارد چنانکه پس‌از سرد شدن میتواند به رودخانه پس فرستاده شود درصورتیکه پس‌از مخلوط شدن با آب ریزشی آلودگی آن افزایش پیدا میکند و دیگر نمیتواند بهمان صورت به رودخانه فرستاده شود و باید جزو آبهای زیرمانده‌ی کارخانه طبقه‌بندی شود. آبیکه از مدار آب ریزشی جدا میشود برای مصرف‌های گوناگونی بکارگرفته میشود مانند آنکه برای پر کردن کمبود آب چغندررسانی و شست‌وشو یا بجای آب تازه در شربت‌گیری. اگر بجای این مقدار آبیکه از مدار آب ریزشی گرفته شده آب تازه به آن افزوده شود دمای آب ریزشی بیش‌از آنکه در خنک‌کن عمل میشود خنک میگردد.

گرفتن مقداری آب از مدار بسته‌ی آب ریزشی برای شربت‌گیری توصیه نمیشود زیرا این خطر وجود دارد که مقدار قابل‌توجهی باکتریهای گرمادوست (ترموفیل) بویژه باکتریهای سازنده‌ی هیدروژن‌سولفوره به‌دستگاههای شربت‌گیری راه پیدا

کنند. اگر از مدار آب ریزشی برای آب تلمبه‌های حلقه‌ی آب (تلمبه‌ی گاز بی‌اکسیددوکربن) آب گرفته شود بعلت بالا رفتن آلودگیش دیگر نمیتواند بدون پالایش قبلی به رودخانه پس‌فرستاده شود.

آب اضافی مدار آب ریزشی بیشتر برای پر کردن کمبود آب چغندررسانی و آب شست‌وشو بکار گرفته میشود زیرا مقداری ازاین آب‌ها برای تلمبه کردن لجن و گل‌ولای به محل لجن‌ریزی بکار برده میشود. این روش کار سودمند است زیرا فرستادن آب آلوده به رودخانه کمتر میشود و مقدار کمتری آب زیرمانده پالایش می‌شود. درجائی‌که به آب چغندررسانی و آب شست‌وشو تا پ‌هاش ۱۱ آهک زده میشود (به بند ۱-۳-۲-۳ نگاه کنید) جانداران‌ریزی که در آب ریزشی وجود داشته ازمیان برداشته میشود.

۴-۲-۳ آب چگالیده (بخاری که آب شده)

بزرگترین بخش آب چگالیده‌ی کارگاههای تبخیر و پخت دوباره به کارخانه برگردانده میشود. مقدار آب چگالیده‌ی بیش‌از مصرف کارخانه بسته به روش کار در کارخانه تفاوت دارد. در کارخانه‌هائی که شکر سفید تولید میکند که در انها آب چگالیده برای حل کردن شکر بکار برده میشود مقدار اب چگالیده‌ی اضافی کمتراز کارخانه‌هائی است که فقط شکرخام تولید میکند. دربسیاری از جاها آب چگالیده‌ای که در شربت‌گیری بکار برده میشود برای‌اینکه سرد شود با آب تازه مخلوط میشود که درنتیجه مقدار آن افزایش پیدا میکند و بخشی‌از آن باید به آبهای زیرمانده افزوده شود. درجائی‌که دستگاههای تبخیر دارای قطره‌گیر باشد و قطره‌های شربت که به بالای دستگاه پاشیده میشود گرفته شود آلودگی آب چگالیده نسبتاً کم است. دراین کارخانه‌ها میانگین مصرف پرمنگنات‌دوپتاسیوم در بهره‌برداری برای آزمایش آب چگالیده ۶۰ میلی‌گرم درلیتر بوده و (BSB_5) آن ۳۴ میلی‌گرم درلیتر اندازه‌گیری شده است. دراین کارخانه‌ها میتواند آب چگالیده پس‌از سرد شدن و یااینکه مخلوط شدن با آبهای خنک‌کن‌ها که آلودگی چندانی ندارد به رودخانه پس‌فرستاده شود (به بند ۲-۴ نگاه کنید).

۵-۲-۳ آبهای زیرمانده‌ی دیگر

آبهای زیرمانده‌ی دیگر عبارتند از آبهای شست‌وشو که برای شستن کف ساختمان کارخانه و دستگاهها و مخزنها و وسایل دیگر بکار میزود.

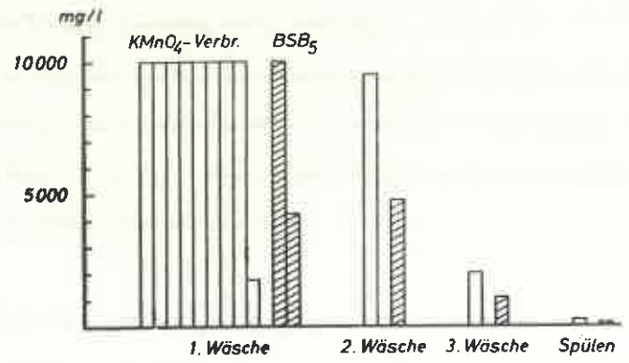
آب شست‌وشو (پارچه‌های صافی و کیسه‌های صافی مکانیکی و آب شستن کف کارخانه) و آب شست‌وشوی دستگاههای معاوضه‌کن یونها و آب ترابری گل‌ولجن آهکی و آب لجن‌گیری دیگ‌بخار و دست‌شوئیها و مستراحها (آبخانه‌ها) و گاهی آب کارگاه سیب‌زمینی‌پزی و سبزی‌پزی کارگاههای وابسته‌ی مجاور جزو آبهای زیرمانده به‌حساب میآید.

درگذشته در کارخانه‌های قندی که بدون مدار بسته‌ی آب کار میکرد و مقدار فراوانی آب جاری بکار میبرد این‌گونه آبهای زیرمانده‌ی فرعی به‌حساب نمی‌آمد (به بند ۱-۲-۲ نگاه کنید) چون مقدار آنهم چندان فراوان نبود ولی امروزه که در کارخانه‌ی قند مقدار محدودی آب در مدارهای بسته بکار برده میشود آن ابهای زیرمانده‌ای که درگذشته بعلت ناچیز بودن نسبی مقدارش به‌حساب نمیآید امروزه اهمیت پیدا کرده و باید پیش‌ازاینکه به رودخانه برگردانده شود پالایش گردد.

۱-۵-۲-۳ آبهای شست‌وشو

۱-۱-۵-۲-۳ آب شست‌وشوی پارچه‌ها

شستن پارچه‌های صافی در ماشین پارچه‌شوئی استوانه‌ای انجام میگیرد. چون ناپاکی پارچه‌های صافی بوسیله‌ی لجن آهک است که کمی قند نیز در آن باقی مانده و حدود ۱۰٪ موادآلی دارد این آب شست‌وشو آب زیرمانده‌ی بسیار آلوده‌ایست. چنانکه در نگاره‌ی ۲ دیده میشود آلودگی آب شست‌وشو در مرتبه‌های شستن بسیار کاهش پیدا میکند و در مرتبه‌های پایانی آلودگی مطلق (یَله) آب افزایش چندانی پیدا نمیکند (۲۹). ناپاکی پارچه‌های صافی و شمار مرتبه‌های شستن آن بستگی به فرایند پالایش شربت و نوع چغندر دارد.



نگاره‌ی ۲- آلودگی آب شست‌وشوی پارچه‌های صافی به (BSB_5)

گذشته‌از این روش صاف کردن گل کربناتاسیون یکم اهمیت بسزائی دارد. دراین‌باره امکانهای زیر وجود دارد:

- صاف کردن با صافی فشاری
- صاف کردن با صافی گردنده و صاف کردن پایانی در صافی فشاری
- صاف کردن با صافی گردنده و صاف کردن پایانی در صافی لردی (مانند صافی شمعی)

آلودگی آب شست‌وشوی پارچه‌های صافی بسته به فرایند صاف کردن بسیار متفاوت است. این آلودگی برای صافی فشاری بسیار زیاد برای صافی گردنده و صاف کردن پایانی با صافی لردی بسیار ناچیز است. آلودگی آبهای زیرمانده از شست‌وشوی پارچه‌های صافی در کارخانه‌هائی که نوز هم صافی فشاری بکار میبرند برای داده‌ی (B) ۱/۰ تا ۱/۵ است.

مقدار اب زیرمانده ۱/۰ تا ۱/۵٪ وزن چغندر است.

درکارگاه شستن پارچه‌های صافی کیسه‌هائی هم که در آنها شکر پخت پشت‌کار یا شکر سفید نگاهداری شده نیز شسته میشود. البته تاجائی‌که برای نگاهداری این شکرها کیسه بکار برده میشود. تعداد کیسه به چندین هزار میرسد که باید در بهره‌برداری شسته شود. آلودگی آب زیرمانده میتواند ازاین‌راه کاسته شود که شکر پخت سوم بجای اینکه درکیسه نگاهداری شود بصورت فله انبار شود.

۲-۱-۵-۲-۳ شستن کیسه‌های صافی مکانیکی

آلودگی آب زیرمانده توسط شستن کیسه‌های صافی مکانیکی همانند آلودگی از پارچه‌های صافی است. درجائی‌که مقدار آب ۱/۰ تا ۱/۵٪ وزن چغندر باشد داده (B) برای آلودگی ۱/۰ تا ۱/۵ است و دراینجا پارچه‌ی صافی شربت غلیظ و کلرس (آب شکر) نیز درنظر گرفته شده است.

۳-۱-۵-۲-۳ پاک کردن صافی‌های لردی[1]

در صافی‌های لردی آنچه بصورت لرد روی صافی میماند دوباره برگردانده میشود و تنها هرچند مدت یکبار صافی‌ها پاک میشود و با اسید شسته میشود. مقدار آب زیرمانده‌ی این کارها زیاد نبوده و آلودگی چندانی برای آبهای زیرمانده بوجود نمیآورد.

۲-۵-۲-۳ آب‌های زمین‌شوئی و آبهای سرریزشده

آب‌های زمین‌شوئی به آبهای زیرمانده‌ای گفته میشود که برای شستن و پاکیزه کردن ساختمانهای کارخانه و دستگاهها در بهره‌برداری و پس‌از آن بکار برده میشود. به‌این آبهای زیرمانده آبها و شربت‌هائی که هنگام روی دادن حادثه کارخانه از دستگاهها سرریز میشود یا بیرون ریخته میشود نیز افزوده میشود. مقدار این آبهای زیرمانده معمولاً ۲ تا ۳٪ وزن چغندر است و چندان اهمیتی ندارد ولی آلودگی آنها بستگی به آن دارد که در کارخانه تاچه‌حدی دستگاهها سررفته و شربت بیرون ریخته و شیر و فلکه‌ها جذب‌بندی نبوده و شربت از آن بیرون چکیده است.

گذشته‌ازاین آلودگی آبهای زیرمانده به‌این بستگی دارد که چه مقدار از آبهای مجاری گنداب بدرون آبهای زیرمانده ریخته شود. هرچند که در کارخانه‌ها نصب دستگاههائی که شربت‌های سرریز شده را دوباره به دستگاه برمیگرداند رواج پیدا کرده است ولی تفاوت میان طرزکار کارخانه‌ها بسیار است.

---

۱ – صافی لردی – صافی رسوبی der Anschemmfilter E)precoated filter

ضایعات قند دراثر بی‌دقتی و توجه نکردن به طرزکار دستگاهها بیش‌از آن است که تصور میشود و گاهی تا ۰/۱۵٪ وزن چغندر در میانگین هر بهره‌برداری میرسد (۱۶)(۲۹). هرچند که این‌گونه ضایعات در حالت‌های استثنائی دیده شده ولی کمتر کارخانه‌ای یافت میشود که در این زمینه امکان بهبود دادن به طرزکار آن وجود نداشته باشد. علت‌آنکه از راه مجرای بزرگ کارخانه که همه‌ی مجراهای کوچک به آن ریخته میشود قند به آبهای زیرمانده فرستاده میشود گوناگون است. یکی‌از مطالب دیگر آنست که هنگام سوارکردن یک دستگاه نو یا نوآوری در طرزکار یک کارگاه دشواریهائی برای هم‌آهنگ‌کردن این نوآوریها با روش قدیمی کارخانه وجود دارد. دراثر پشت هم جمع شدن شربت دریک کارگاه میتواند شکافی در لوله‌ها دستگاهها بعلت آگاه نبودن از شربت به آبهای زیرمانده ریخته شود. گاهی سرریز شدن شربت از دستگاهها بعلت آگاه نبودن کارگران موقت بهره‌برداری بطرزکار دستگاهها میباشد. برای جلوگیری از ضایعات قند و آلودگی آبهای زیرمانده توصیه میشود که همه‌ی کارگاه پخت شکر از مجرای آب زیرمانده جدا شود و گذشته ازاین وسیله‌های برگشت دادن آبهای قنددار در بخش جلوی کارخانه نه‌تنها برای کارگاه چلاندن تفاله و کربناتاسیون بلکه برای همه‌ی کارگاه‌ها درنظر گرفته میشود. برای برگرداندن شربتی که از کاسه‌نمد تلمبه‌ها به‌زمین میچکد نیز باید پیش‌بینی لازم شود.

باید به‌این‌نکته توجه شود که همه‌ی آبهائی که قند دارد محل مناسبی برای رشد جانداران‌ریز (میکروبها) میباشد. برای‌اینکه تخم این جانداران به‌کارخانه برده شود باید همه‌ی اینگونه شربت‌ها به بخش آهک‌زنی پس فرستاده شود که در آنجا دراثر قلیائی بودن شدید و دما همه‌ی این جانداران‌ریز کشته میشوند.

پس‌از بهره‌برداری که باید کارخانه بطورکامل شسته شود آبهای شست‌وشو بیشتراز هر زمانی آلودگی دارد. این آبها نباید یکراست به رودخانه ریخته شود بلکه باید همراه با دیگر آبهای آلوده به دستگاه پالایش آبهای آلوده فرستاده شود.

آبهائی که از پختن و شستن دستگاههای تبخیر و پخت بدست میآید نیز باید پالایش شود. این آبهای اسیدی با آبهای قلیائی بهتر است که در حوضچه‌های

ویژه‌ای گردآوری شود و پیش‌ازاینکه با دیگر آبهای زیرمانده بهم آمیخته شود باید خنثی شود.

درجائی‌که بعلت شکستن لوله مقدار فراوانی شربت سرریز شود پس‌فرستادن شربت به‌کارخانه بعلت‌اینکه کارخانه از کار افتاده است غیرممکن میباشد باید مقدار نسبتاً ناچیز شربت‌ها و آبهای بسیار آلوده (شربت رقیق دارای (BSB_5) ۸۰۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر است) دریک حوضچه‌ی بدون دررو (حوضچه‌ی آبهای اسیدی و امثال آن) ریخته شود.

علت اصلی آلودگی خارج از قاعده‌ی آبهای زیرمانده بی‌دقتی در کار میباشد. عملاً نشان داده شده که با دقت کافی میتواند از افزایش داده‌های (B) بیش‌از ۳ تا ۵ برای آبهای شست‌وشو و آبهای سرریز شده جلوگیری شود.

۳-۵-۲-۳ آبهای لجن‌شوئی دیگ‌بخار

مقدار آب لجن‌آلود دیگ‌بخار در کارخانه‌های نوین تنها ۰/۵ تا ۳٪ وزن چغندر است. آلودگی این آبهای لجن‌شوئی بسیار متفاوت است. برای دیگ‌های بخار فشار بالا باید مقدار بسیار کمی مواد خارجی در آب وجود داشته باشد ولی در دیگهای‌بخار فشار پائین مقدار مواد خارجی ممکن است بیشتر شود (به فصل بخار و نیرو نگاه کنید). شنایدر و همکاران (۱۶) برای آلودگی مواد آلی در لجن‌شوئی دیگ بخار ۲۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم هرلیتر پرمنگنات‌دوپتاسیوم بکار برده‌اند. آلودگی مطلق (یَله) آبهای لجن‌شوئی در مقابل دیگر آبهای زیرمانده نسبتاً کم است.

تصمیم دراین‌باره که آب لجن‌شوئی دیگ‌بخار یکراست به‌رودخانه فرستاده شود یا همراه باقی آبهای زیرمانده پالایش شود درهر موردی ازروی آزمایش آلودگی میانگین آب لجن‌شوئی گرفته شود.

۴-۵-۲-۳ آب برای بیرون فرستادن گل‌صافی

در پالایش شربت به‌مقدار ۸٪ وزن چغندر گل‌صافی که کربنات‌کلسیوم است (به فصل پالایش شربت نگاه کنید) بدست میاید که از راههای گوناگون ازکارخانه بیرون

فرستاده میشود. دراینجا روش بیرون فرستادن گل‌صافی با آب مورد بررسی قرار میگیرد.

امروزه بیش‌از پیش صافی‌های گردنده برای جدا کردن گل‌صافی بکار گرفته میشود و گل‌صافی که بدست میآید مثل تراز گل‌صافی‌های فشاری میباشد.

توجه به‌این مطلب و دشواری بیرون فرستادن گل‌صافی از کارخانه بی‌آنکه هزینه‌ی بزرگی برای کارخانه بوجود آورده شود باعث این شده است که گل‌صافی به‌نسبت یک‌به‌یک با آب آمیخته شده با تلمبه از کارخانه بیرون فرستاده شود. آبی که برای قابل تلمبه شدن گل‌صافی بکار برده میشود آلودگی فراوانی دارد و داده‌ی (BSB_5) آن بیش‌از ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر نیز اندازه‌گیری شده است. ازاینرو آبهای بسیار آلوده مانند آبهای شستن کف کارخانه برای این منظور بکار برده میشود.

گل‌صافی میتواند به حوضچه‌های ویژه‌ای فرستاده شود و گاهی بخشی‌از آن با لجن سفت حوضچه‌ی ته‌نشینی که از مدار آب چغندررسانی گرفته میشود آمیخته شده و به محل بزرگ لجن‌ریزی تلمبه شود. درچنین حالتی باید توجه شود که گل‌صافی به لوله‌ی مکنده‌ی تلمبه داده شود و آب گل‌صافی که بسیار آلوده است وارد مدار آب چغندررسانی نشود.

گل‌صافی در محل لجن‌ریزی باعث درهم فشرده شدن لایه‌ی لجن میگردد و ازاینرو باید ویژگی لجن حوضچه‌ی ته‌نشینی درنظر گرفته شود تا مقدار گل‌صافی که بتواند با آن مخلوط گردد محاسبه شود. مثلاً اگر اطراف کارخانه‌ی قند بیشتر زمین‌های گلی باشد باید مقدار گل‌صافی که با لجن حوضچه ته‌نشینی مخلوط میشود کمتراز زمین‌های شنی باشد.

دراینجا باید گفته شود که اگر فرستادن آمیزه‌ای از گل‌صافی و آب با تلمبه به محلی دورتر از کارخانه امکان‌پذیر باشد موضوع آب گل‌صافی برای آبهای زیرمانده‌ی کارخانه مسئله‌ای ایجاد نمیکند (۴۲)(۴۳). همچنین اگر گل‌صافی در محلی بصورت تپه‌ی گل‌صافی رویهخم انباشته شود موضوع از دیدگاه آبهای زیرمانده حل شده است.

۵-۵-۲-۳ آبهای شست‌وشوی دستگاههای مبادلهٔ یونها

آبهای شست‌وشوی دستگاههای معاوضه‌ی یونها در کارخانه‌ی قند به پله‌های زیر بخش میشود (به فصل معاوضه‌ی یونها نگاه کنید):

- گرفتن شیرینی لایه‌ها (از بالا شستن لایه‌ها)
- از پائین شستن لایه‌ها
- بازسازی لایه‌ها (رژنراسیون)
- گرفتن نمک از لایه‌ها
- شیرین کردن لایه‌ها

در آغاز باید باقیمانده‌ی شربت از لایه‌های معاوضه‌کن توسط آب تازه (آب چگالیده) گرفته شود. گذراندن این آب ازروی لایه‌ها در همان جهت حرکت شربت انجام میگیرد و لایه‌ها باید انقدر با آب شسته شود تا در آب شست‌وشوی خروجی قند وجود نداشته باشد. این آب شست‌وشو پس‌ازاینکه دوباره برای گرفتن شربت لایه‌ها بکار برده شد به‌کارخانه فرستاده میشود. این آب شست‌وشو در آبهای زیرمانده‌ی کارخانه ریخته نمیشود. این آب شست‌وشو و شربتی که برای شیرین کردن لایه‌ها بکار برده میشود نباید فقط ازراه چشیدن شیرین بودن آن شناخته شود بلکه باید از راههای واکافت مثلاً اندازه‌گیری رسانائی برقی بررسی و اندازه‌گیری شود. از پائین‌شوئی (برخلاف جهت حرکت شربت) برای شل کردن دانه‌های صمغ و لایه‌هاست. دراین کار مواد جامدی که روی صمغ‌ها نشسته بیرون شسته میشود. گاهی اتفاق میافتد که هنگام گرفتن شیرینی لایه‌ها آب به بعضی قسمتهای لایه‌ی صمغ‌ها نفوذ نمیکند و خانه‌هائی در لایه‌ها درست میشود که شربت در آنها شسته نشده و باقی میماند. در شستن لایه‌ها از پائین این خانه‌ها که از بالا شسته نشده بود از پائین شسته میشود وگاهی قند آب تا پلاریزاسیون ده درجه ساکاروز ($10\,^oS$) بالا میرود. اینگونه رویدادها نشانه‌ی آن است که لایه‌های صمغ معاوضه‌کن خوب کار نمیکند و یکنواخت نمیباشد.

پله‌ی دیگر بازسازی لایه‌هاست تا صمغ‌های معاوضه‌کن از نو فعال شوند. این شست‌وشو در جهت حرکت شربت انجام میگیرد و بسته به نوع صمغ‌های

معاوضه‌کن یون‌ها با محلول نمک خوراکی یاکلرورمنیزی یا ترشای رقیق یا قلیائی و دیگرها انجام میگیرد. پس‌از این‌کار لایه‌ها با آب شسته میشود تا محلول یا نمک اضافی باقیمانده در لایه‌ها گرفته شود. سپس لایه‌ها از نو شیرین میشود و این‌کار با آب شست‌وشوی نخستین یا با شربت انجام میشود تا آبی که از زیر دستگاه بیرون میآید دارای قند باشد.

۱-۵-۵-۲-۳ سختی‌زدائی شربت

پژوهش‌های اشنایدر با همکاری هوفمان والبک (HOFFMANN-WALBEK) و کولاچ (KOLLATSCH) (۱۶) نشان داده است که هنگام بازسازی دستگاه سختی‌گیر حدود ۵٪ نسبت به وزن چغندر آب زیرمانده بوجود می‌آید. آلودگی این آبها بسته به نوع صمغ بکاررفته و مدت کارکرد آن فرق می‌کند و مقدار داده B (داده نیاز به اکسیژن) آن میان رقم ۱ تا ۳/۵ نوسان دارد (۴۴).

جدول چهارم

افزایش آبهای زیرمانده بوسیلهٔ دستگاههای مبادله‌کن یونها

کاری‌که انجام‌می‌شود	مقدارآبهای‌آلوده به‌درصدچغندر	مقدارپرمنگنات‌دوپتاس گرم‌برای‌هرتن‌چغندرکارشده	BSB_5بحسب‌گرم‌برای هرتن‌چغندرکارشده	رقم B
پس‌شوئی	۱/۹۹	۸۷/۱	۲۲/۶	۰/۴۲
بازسازی	۰/۴۳	۳/۳	۱/۲	۰/۰۲
نمک‌شوئی	۱/۵۸	۲۱/۲	۹/۴	۰/۱۷
قندشوئی	۰/۶۹	۹۴/۷	۳۰/۲	۰/۵۶
جمع	۴/۷۰	۲۰۶/۴	۶۳/۴	۱/۱۷

۲-۵-۵-۲-۳ رنگ‌زدائی شربت

پژوهش‌های راهنمای اشنایدر SCHNEIDER و همکارانش (۱۶) دربارهٔ آبهای آلوده‌ای که از رنگ‌زدائی شربت بدست می‌آید درحدود داده‌هائی است که از سختی‌زدائی شربت بدست آمده است.

۳-۵-۵-۲-۳ فرایند کونتین (QUENTIN)

در جدول ۵ پی‌آمد آزمایشهای یک دستگاه کونتین نشان داده شده است. دراین آزمایشها ۴٪ نسبت به وزن چغندر آب زیرمانده بدست آمده است (۴۴). دراین دستگاهها نیز مانند دستگاههای سختی‌گیر بیشترین آلودگی هنگام از پائین شستن روی میدهد. همه‌ی آلودگی حدود ۲/۹۴ (B) میباشد که بیشتراز دستگاههای سختی‌گیر (به جدول ۴ نگاه کنید) میباشد. این رویداد چنین توضیح داده میشود که پسابی که در دستگاه سختی‌گیر است که در آن شربت رقیق بکار میرود. غلیظی قند و مواد غیرقندی و رنگهای ملکول بزرگ در پساب بیشتراز شربت رقیق میباشد.

جدول ۵

آلودگی آب زیرمانده در دستگاه کونتین

کارانجام‌شده	مقدارآب‌زیرمانده به ٪ چغندر	مقدارپرمنگنات دوپتاسیومی‌که‌بکار رفته‌به‌حسب‌گرم‌به‌تن چغندرکارشده	(BSB_5) به‌گرم‌به‌تن چغندرکارشده	داده‌ی‌آلودگی (B)
ازپائین‌شستن	۰/۹۸	۲۵۲/۵	۸۵/۶	۱/۵۹
بازسازی الف	۰/۵۳	۴۵/۶	۱۸/۰	۰/۳۳
بازسازی ب	۰/۸۱	۷۷/۰	۲۹/۴	۰/۵۴
شستن نمک	۱/۲۸	۲۶/۸	۱۲/۵	۰/۲۳
ازبالاشستن(گرفتن شیرینی‌لایه)	۰/۲۲	۵۱/۵	۱۳/۶	۰/۲۵
جمع	۳/۸۴	۴۵۳/۴	۱۵۹/۱	۲/۹۴

۴-۵-۵-۲-۳ گرفتن املاح یا نمک‌های شربت

درگرفتن نمک‌های شربت کوشش میشود مواد غیرقندی شربت توسط مبادله‌کن یون‌ها از شربت گرفته شود. این مواد غیرقندی بطورمعمول در ملاس میرود ولی در دستگاههای معاوضه‌کن یونها توسط صمغ‌ها گرفته شده و در آب زیرمانده شسته میشود.

در فرایندهای سختی‌گیری یا رنگ‌گیری یا کونتین آبهای زیرمانده مقدارکمی مواد آلی داشته و بیشتر آلودگی آن نمک‌های گوناگون است ولی در آبهای زیرمانده‌ی دستگاه‌های املاح‌گیر مقدار بزرگی موادآلی و ترشا و قلیا وجود دارد که باید خنثی شود. آبهای زیرمانده‌ی ترش یا قلیائی پ‌هاش رودخانه را تغییر میدهد وبرای کارهای بیولوژی یک دستگاه پالایش گندابها نیز زیان‌آور است و همه‌ی جانداران‌ریز سودمند اینگونه دستگاهها را نیز ازمیان میبرد.

در دستگاههای املاح‌گیر بسته به فرایندی که بکار برده میشود مقدار متفاوتی آبهای زیرمانده ازحیث مقدار و نوع آلودگی آن بدست میآید. آلودگی آن آبها به‌مقدار مواد غیرقندی و نوع موادی که برای بازسازی صمغ‌ها بکار رفته و اینکه آیا میتواند بخشی ازاین مواد دوباره پس‌گرفته شود بستگی دارد (به فصل معاوضه یونها نگاه کنید). مثلاً در فرایند ایماک (IMAC) برای جداکردن یک تن مواد غیرقندی برای بازسازی صمغ‌های معاوضه‌کن ۵۵۰کیلوگرم ترشای گوگرد ۹۶ درصدی و ۴۰۰ کیلوگرم هیدراکسیدسدیوم صددرصدی بکار برده میشود و ۱۲۵ مترمکعب آب زیرمانده‌ی نیز بدست میآید (۴۵). در فرایند آسالینی (ب) (ASSALINI-B) برای بیرون راندن یک تن مواد غیرقندی حدود نیمی‌از مواد شیمیائی که در بالاگفته شد بکار برده میشود نزدیک به ۳۰٪ آب زیرمانده به‌درصد چغندر بدست میآید (۴۶). در فرایند وانیا (Vajna) ۵۰۰کیلوگرم آهک زنده و ۲۰کیلوگرم آمونیاک صددرصد و ۶۳۰کیلوگرم گازبی‌اکسیددوکربن و ۱۲۰کیلوگرم نمک خوراکی برای بازسازی بکار برده میشود و آبهای زیرمانده ۲۰۰٪ وزن چغندر برآورده میشود (۴۷).

درباره‌ی آلودگی آبهای زیرمانده‌ی دستگاههای املاح‌گیر آزمایش‌های متعددی وجود ندارد. شنایدر (SCHNEIDER) و راینه‌فلد (REINEFELD) و هوفمان والبک (HOFFMANN - WALBECK) (۴۸). در مجموع آبهای زیرمانده‌ی یک دستگاه املاح‌گیر که در آن پساب یکم کار میشود داده‌هائی بدست آورده‌اند که در جدول ۶ نشان داده میشود.

جدول ۶

آبهای زیرمانده‌ی یک دستگاه املاح‌گیر پ‌هاش ۳/۷

مواد خشک	٪۱/۳۶
پسمانده‌ی تفته‌کردن (سرخ کردن رسوبات)	٪۰/۸۲
مواد آلی	٪۰/۵۴
پلاریزاسیون	٪۰/۰۱۵
سولفات	٪۰/۴۷
کلرور	٪۰/۰۲
ازت (به‌روش کژلدال Kjeldahl)	٪۰/۰۴
(BSB_5)	۲۶۵۰ میلی‌گرم درلیتر
پرمنگنات‌دوپتاسیوم بکاررفته	۹۰۰۰ میلیگرم درلیتر

اگر همه‌ی املاح غیرقندی گرفته شود ٪۲۰۰ وزن چغندر آب زیرمانده بدست می‌آید با (BSB_5) ۲۶۵۰ میلی‌گرم درلیتر که آلودگی آن (B) برابر ۱۰۰ محاسبه میشود. البته ممکن است ازراه دور زدن آب در مدار بسته مقدار آب و آلودگی آن پائین آورده شود (۴۹). مک‌گاروی (Mc GARVEY) (۵۰) برای فرایند املاح‌گیری که بازنمود کرده است مقدار آب زیرمانده را ٪۵۰ وزن چغندر نوشته است و آلودگی نسبی آن (BSB_5) ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم درلیتر میباشد ولی آلودگی مطلق آبهای زیرمانده همانند فرایندهائی است که در بالا نوشته شد.

از آنچه دربالا نوشته شد روشن میشود که گرفتن همه‌ی املاح از شربت تنها در ان کارخانه‌هائی میتواند انجام بگیرد که امکانهای مناسبی برای آبهای زیرمانده‌ی خود دارند.

۶-۵-۲-۳ گندابها (فاضلاب خانه‌ها)

مقدار گندابها یا فاضلاب کارخانه‌ها بسیار متفاوت است و بستگی به‌این دارد که آیا از دسایل بهداشتی و آبخانه یا مستراحهای کارخانه تنها کارکنان درهر نوبت کار

(شیفت) استفاده میکنند یا در غذاخوری همه‌ی کارگران بهره‌برداری استفاده میکنند یااینکه کارگران و خانواده‌ی آنها هنگام بهره‌برداری درکارخانه مسکن دارند. مقدار گنداب کارخانه حدود ۳ تا ۵٪ وزن چغندر برآورد میشود و آلودگی آن (B) ۰/۲ محاسبه میشود (۲۹).

درجائی‌که شبکه‌ی لوله‌کشی گنداب‌های شهری وجود داشته باشد این گندابها نیز به آن شبکه فرستاده میشود. اگر گنداب شهری به رودخانه ریخته شود باید از چند حوضچه‌های پالایش که هرکدام دارای چندین خانه میباشد گذرانده شود تا مواد جامد آن گرفته شود.

گاهی گنداب کارخانه نیز به‌دستگاه پالایش آبهای زیرمانده‌ی کارخانه فرستاده میشود. خوبی این‌کار در آن است که شمار فراوان باکتری و ازت گنداب تجزیه شدن مواد قندی را تسریع میکند (به بند ۱-۲-۳-۴ نگاه کنید).

۷-۵-۲-۳ آب‌ریزشهای آسمانی از سقف و محوطه‌ی کارخانه

مقدار آب باران کارخانه‌ها نیز مانند آب‌ریزشهای آسمانی شهرها بسیار متفاوت است. این تفاوت تنها بعلت ریزش آسمانی نمیباشد بلکه بعلت اختلاف مقدار آب که برای چغندررسانی و تخلیه‌ی چغندر با فشار آب ازروی واگن‌ها و کامیونها میباشد. گاهی برخی آبهای دیگر محوطه نیز به راه آب ریزش آسمانی ریخته میشود.

ریزش آسمانی در آغاز باران آلودگی بیشتری دارد زیرا روی سقف کارخانه مقداری گردوغبار تفاله خشک‌کنی نشسته است که با نخستین باران شسته میشود. آبهای ریزش آسمانی و محوطه میتواند به لوله‌کشی گنداب شهری یا به مجرای آب چغندررسانی ریخته شود. مخلوط کردن این آبها با آب پاک‌شدهٔ فرستادن آن به رودخانه درست نیست زیرا آلودگی کلی آب مخلوط شده دربعضی مواقع بسیار افزایش پیدا میکند.

۶-۲-۳ آب‌های زیرمانده‌ی کارگاههای فرعی کارخانه‌ی قند

۱-۶-۲-۳ آب زیرمانده‌ی کارگاه بهره‌گیری از برگ چغندر (آب سبز برگ)

برگ چغندر بوسیله‌ی نوار باررسان یا چنگک جابجا میشود و برای این‌کار جریان آب کمتر بکار برده میشود. درجائی‌که برگها با آب جابجا شود آب مقدار فراوانی آلودگی پیدا می‌کند برگها شسته میشود و سپس چلانده میشود تا آب آن جدا شود و در چرخ برگ خردکنی ریخته میشود. در چرخ برگ خردکنی برگها خرد و کمی چلانده میشود. ازاین چرخ برگ خردکنی آب سبزی جدا میشود که جزو آبهای زیرمانده بحساب میآید. آزمایش آلودگی مطلق این آبهای برگ خشک‌کنی نشان داده است که آب زیرمانده‌ی شست‌وشوی برگ و آب خردکنی برای هرتن برگ ۱۰/۲ کیلوگرم پرمنگنات‌دوپتاسیوم مصرف کرده و (BSB_5) آن ۴/۵ کیلوگرم بوده که همتراز داده آلودگی برای ۸۳ نفر ساکن در محل میباشد (۱۶).

معمولاً آب سبز برگ خردشده دریک استخر بی‌دررو ریخته میشود. مواد آلی این آبها در طول تابستان بتدریج تجزیه میشود و بخش بزرگی از آب بخار میشود. آبیکه باقی میماند در دستگاه پالایش آب زیرمانده فرستاده شده و پس‌از پالایش به رودخانه داده شود.

۲-۶-۲-۳ آب از بخار دادن به سیب‌زمینی

دربرخی ازکارخانه‌های قند پیش‌از بهره‌برداری سیب‌زمینی بخارپر میشود. پیش‌از بخارپز کردن سیب‌زمینی‌ها با آب چغندررسانی و شست‌وشوی چغندر شسته میشود. هنگام بخار دادن به سیب‌زمینی مقدارکمی آب بسیار غلیظ سیب‌زمینی پخته نیز بدست میاید. آزمایشهائی که تاکنون انجام شده نشان میدهد که آلودگی آب بخار دادن به سیب‌زمینی برای هرتن سیب‌زمینی بخار زده معادل مصرف ۱۳/۵ کیلوپرمنگنات‌پتاسیوم و (BSB_5) ۶/۰ کیلوگرم میباشد که همتراز داده‌ی آلودگی برای ۱۱۱ نفر ساکن در محل میباشد (۱۶).

آب بخار دادن به سیب‌زمینی مانند آب برگ‌های خرد شده چغندر دریک استخر جداگانه جمع‌آوری میشود و معمولاً آب شست‌وشوی سیب‌زمینی راهم در آن استخر میفرستند.

۴- پالایش آبهای زیرمانده

۱-۴ خودبخود پالایش شدن آب در رودخانه

۱-۱-۴ رویدادهای پالایش در رودخانه

رویدادهای پالایش خودبخود آب زیرمانده در جویبارها و رودخانه بطور چکیده بازنمود میشود.

یک‌آب‌طبیعی‌که آلودگی فراوانی نداشته‌باشد ازاکسیژن سیرشده‌است میزان سیرشدگی آن به‌دما (جدول ۷) و فشارهوا بستگی‌دارد. میانگین‌حل‌شدگی اکسیژن درآب ۱۰ میلی‌گرم‌هرلیتر آب یعنی ۰/۰۰۱٪ است. اگردر آب مقدار فراوانی گیاهان و جانداران‌ریز سبزینه(کلروفیل)دار وجودداشته‌باشد میتواند درصد اکسیژن درآب دراثر هماهشت(سنتز)نوری (همانندسازی گیاهی = اسیمیلاسیون) و آزاد شدن اکسیژن افزایش بزرگی پیداکند.

چون در تاریکی همانندسازی گیاهی صورت نمیگیرد و برعکس دراثر نفس کشیدن ضعیف گیاهان مقداری اکسیژن نیز بکار برده میشود هنگام شب درصد اکسیژن آب رودخانه بمقدارکمی کاهش پیدا میکند. در رودخانه‌هائی‌که مقدار گیاهان آبی فراوان باشد بزرگترین مقدار اکسیژن در آب هنگام غروب آفتاب و کمترین اکسیژن در آب هنگام برآمدن آفتاب اندازه‌گیری شده است.

پس‌فرستادن آبهای زیرمانده به رودخانه مواد سنگین آن ته‌نشین میشود و لجن نامطلوبی درست میکند. بقیه‌ی موادآلی آب زیرمانده بوسیله‌ی جانداران‌ریز آب تجزیه‌ی اکسیدی میشود و در ساختمان بدن وگوارش آنها شرکت میجوید. تجزیه‌ی اکسیدی موادآلی پس‌ازگذشتن از چندین پله واکنشهای گوناگون به ایجاد شدن بی‌اکسیددوکربن پایان می‌یابد. ازت - نیترات و ترکیب‌های گوگردی به سولفات تبدیل میگردد. جانداران‌ریزی که واکنش‌ها را انجام داده‌اند اغلب بوسیله‌ی باکتری‌خورها (ویروسهائی که باکتری را میخورد) ازمیان برداشته میشود و یااینکه بوسیله جانداران چندسلولی خورده میشود. این جانداران چندسلولی خوراک ماهیها و پوره‌ی کرمها یا خرچنگهای کوچک میشود. چون همه‌ی موجوداتی که مواد آلوده‌کننده‌ی آبها را تجزیه میکنند و باعث پالایش خودبخود آب میشوند به

اکسیژن نیاز دارند دراثر ریختن آب‌های زیرمانده به رودخانه کم‌وبیش مقداری از اکسیژن آب رودخانه ازمیان برده میشود.

اگر آلودگی‌های گوناگونی به رودخانه ریخته شود که برای تجزیه شدن آنها همه‌ی اکسیژن موجود در آب رودخانه بکار برده شود بجای تجزیه شدن اکسیدی آلودگیها وضع کاملاً عوض‌میشود و واکنش‌های‌ردوکتیو در آب روی‌میدهد و همه‌ی موجودات جانوری و گیاهی رودخانه تغییر عمده پیدامیکند. دراثراین عوض‌شدن واکنش موادگوگرددار (موادپروتئینی - موادسفیده‌ی‌تخم‌مرغی - موادفرتومی) و موادمعدنی (اکانی) سولفاتی تا هیدروژن سولفوره تجزیه میشود که زهر بسیار زورمندی برای جانداران هوازی میباشد. جانداران‌ریز بی‌هوازی (anaerob) که در آب زندگی میکنند موادآلی را بسیارکندتر از جانداران ریز هوازی (aerob) تجزیه میکنند (۵۲).

جدول ۷

مقدار اکسیژن آب (میلی‌گرم درلیتر) در وابستگی به دما

دما	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
آب‌بی‌نمک	۱۴/۶	۱۲/۸	۱۱/۳	۱/۲	۹/۲	۸/۴	۷/۶میلیگرم‌درلیتر
آب‌دریا	۱۱/۳	۱۰/۰	۹/۰	۸/۱	۷/۴	۶/۷	۶/۱ "
۲۰گرم‌درلیتر کلرور							

ازاینرو باید از تغییر یافتن وضع واکنش‌ها در رودخانه بعلت نبودن اکسیژن و تبدیل یافتن اجباری نوع جانداران‌ریزکه در آن جانوران و گیاهان برخی آبها ازمیان برداشته میشود و بوی گندی به‌اطراف می‌پراکند ازهر راهی که شدنی است جلوگیری شود. باید تاجائی‌که شدنی است برای آبهائی که ماهی هم ندارد مقدار اکسیژن آب زیرمانده از ۳ تا ۵ میلی‌گرم درلیترکمتر نباشد زیرا تنها دراین حالت میتواند خودپالائی آب تامین گردد و انجام گیرد.

جدول ۸

حل‌شدگی‌اکسیژن ازروی آب دربرخی‌از آبها در ۲۰درجه‌صدبخشی

(گرم درمترمکعب در روز)

درجه سیرشدگی آب:	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۲۰	به درصد
استخر کوچک	۰	۰/۳	۰/۶	۰/۹	۱/۲	۱/۵
دریاچه بزرگ	۰	۱/۰	۱/۹	۲/۹	۳/۸	۴/۸
رودخانه باسرعت کم	۰	۱/۳	۲/۷	۴/۰	۵/۴	۶/۷
رود بزرگ	۰	۱/۹	۳/۸	۵/۸	۷/۶	۹/۶
آبهای تند	۰	۳/۱	۶/۲	۹/۳	۱۲/۴	۱۵/۵
رود تندرو (اروند)	۰	۹/۶	۱۹/۲	۲۸/۶	۳۸/۴	۴۸/۰

رودخانه‌هائی که دراثر ریختن آبهای زیرمانده‌ی اکسیژن آن کم شده است میتواند از برخورد با هوا تا حد سیرشدگی اکسیژن در خود حل کند. مقدار اکسیژنی که دراین آبها از هوا حل میشود بستگی به‌درجه‌ی کمبود اکسیژن در آب و دمای آن دارد.

حل شدن اکسیژن در آب گذشته ازاین بستگی به وضع آب بویژه سرعت حرکت آن و وضع باد و بوجود آمدن موج روی آب دارد. برای حل شدن اکسیژن در آب ازروی آن در دمای ۲۰ درجه صدبخشی (بی‌آنکه گیاهانی در آب باشد) رقم‌هائی که در جدول ۸ ذکر شده صدق میکند (۵۳). درجائی‌که امکانات محل وجود داشته باشد برای حل شدن اکسیژن هوا در آب میتواند آبهای زیرمانده دریک حوضچه‌های پهن وکم‌عمق ازروی چندین پله به پائین ریخته شود هنگام پائین ریختن آبی که اکسیژن نداشته باشد ازروی یک دیواره‌ی بلند تا ۳ میلی‌گرم‌درلیتر اکسیژن در آب حل شده است (۵۴).

۲-۱-۴ داوری درباره‌ی رودخانه ازدیدگاه زیست‌شناسی

چنانکه در بند ۱-۱-۴ بازنمود شد برای باقی ماندن جاندارانی که معمولاً در آب زندگی میکنند باید حتماً مقداری اکسیژن آزاد در آب وجود داشته باشد. ماهی

قزل‌آلا مقدار فراوانی اکسیژن نیاز دارد ولی ماهی‌های کوچک مقدارکمتری اکسیژن لازم دارند. برخی خزه‌ها و جانداران تک‌سلولی ابتدائی (پروتوزوا) از آنهم کمتر اکسیژن نیاز دارد. ازاینرو برای هر درجه‌ی اکسیژن حل شده در آب و هر درجه‌ی آلودگی آب یک جاندار ویژه‌ای شاخص است. برپایه‌ی این دانستنی یک‌گونه واکافت زیست‌شناسی به سیستم جانداران گندیده‌خوار[1] بوجود آمده است که آزمایش‌های شیمیائی را تکمیل میکند (۵۵).

ازروی جانوران یاگیاهان شاخص میتواند نتیجه‌گیری درباره‌ی درجه‌ی آلودگی آبها بشود. مثلاً اگرکرم‌های سرخ‌لجن (Tubifix rivulorum) و یا پوره‌ی پشه‌ی سرخ (Chironomus plumosus) در آب دیده شود دلیل برآن است که آب رودخانه بسیار آلوده است. ولی خزه‌ی سبز (Fontinalis antipyretica) یا خرچنگ کوچک (Holopedium gibberrum) تنها در آبهای بسیار پاک یافت میشود. اگر مقدار فراوانی آبهای زیرمانده‌ی بسیار آلوده به رودخانه ریخته شود در محل ریزش این آبها مقدار فراوانی قارچ گنداب (Sphaerotilus natans) درست میشود که روی کف رودخانه را مانند پشم گوسفند می‌پوشاند. این قارچ گنداب بعنوان شاخص آب‌های زیرمانده‌ی کارخانه قند شناخته شده است هرچند که در همه‌ی آبهای زیرمانده‌ی بسیار آلوده بوجود میآید. این قارچ گنداب بیشتر در آغاز فصل سرما یعنی در آغاز بهره‌برداری کارخانه‌ی قند دیده میشود زیرا پیش از آن توسط جانداران گرمادوست ازمیان برده میشود (۵۶). اگر قارچ گنداب به‌مقدار فراوانی در آبها وجود داشته باشد لجن سیاه گندیده درست میشود که برای ازمیان برداشتن آن نیز مقدار فراوانی اکسیژن نیاز میباشد. ازمیان بردن این لجن سیاه زمان درازی نیاز دارد و یک آلودگی بسیار زیان‌بخش برای آبها میباشد (۵۷). ازروی جانداران شاخص میتواند مرتبه‌های ریختن گنداب در رودخانه نیز پس‌از پایان آن شناخته شود. این مطلب میتواند کمک بسیار سودمندی برای بررسی نهرهائی باشد که برای مدت کوتاهی مسیر گندابهای بسیار آلوده قرارگرفته باشد. یک واکافت شیمیائی از

---

۱ – سیستم جانداران گندیده‌خوار das Saprobiensystem E)saprogenous system

آب نهرها زمانی که گنداب در آن ریخته نمیشود نمیتواند میزان آلودگی گنداب را معلوم کند. با یاری داوری زیست‌شناسی و سیستم جانداران گندیده‌خوار (سیستم ساپروبی) میتواند آلودگی آب نیز شناخته شود.

آزمایش باکتریولوژی گندابها بویژه درجائی‌که تخم باکتریهای بیماری‌زا مانند مدبقه و حصبه و غیره گمان برده شود بسیار واجب است. نشانه‌ی وجود داشتن باکتریهای بیماری‌زا درگنداب یافت شدن باکتریهای بیماری روده‌ها مانند بیماری اسهال و وبا و غیره میباشد (۵۸).

۲-۴ پالایش آبهای زیرمانده در کارخانه

هدف از اقتصاد آب یعنی بهره‌گیری سودمند از آب در کارخانه‌ی قند باید این باشد که تاجائی‌که شدنی است مقدارکمتری آب زیرمانده‌ی آلوده ازکارخانه بیرون بفرستد و یا مجبور شود که آنرا درکارخانه پالایش کند. برای رسیدن به این هدف باید برخی اقدامات درکارخانه انجام بگیرد. پایه این اقدامات طرح‌ریزی یک برنامه‌ی بهره‌گیری از آب درکارخانه است که در آن برای هر آبی مقدار و میانگین آلودگی آن درنظرگرفته و شناخته میشود.

یک اقدام اساسی درکارخانه برگشت دادن آبهای کارگاههاست و این‌کار در درجه اول اهمیت قرار دارد. همه‌ی آبها باید دوباره بکارگرفته شود و دریک مدار گردش کند چنانکه در بند ۲-۳ برای کاربرد آنها بازنمود شده است. گردش آب دراین مقدارها گاهی پس‌ازاینکه فرایند مناسب برای کارهای فنی کارخانه ابتکار شده امکان‌پذیر شده است مانند برگشت دادن آب تفاله‌ی چلانده شده به دستگاه دیفوزیون درکارگاه شربت‌گیری.

در سال ۱۹۳۷ فرمان برگشت دادن همه‌ی آبهای زیرمانده‌ی کارخانه قند در دوران بهره‌برداری از طرف وزیران کشاورزی و تغذیه وکشور و اقتصاد و راه رایش آلمان و دولت پروس صادر شد (۵۹). دراین فرمان توجه به این موضوع شده بود که چغندر ۷۷٪ وزن خود آب به کارخانه می‌آورد و بسیاری ازآبها قابل برگشت دادن به‌کارخانه نمیباشد. برگشت دادن و دوباره بکارگرفتن آب چلانده شده از تفاله‌ی

چغندر و آب چغندررسانی و شست‌وشو و همچنین آب ریزشی ممکن است ولی برگشت دادن آب شست‌وشوی پارچه‌ی صافی و آب شست‌وشوی دستگاهها و آب بازسازی صمغ‌های معاوضه‌ی یونها و آبهای همانند شدنی نمیباشد.

در گذشته این آبهای زیرمانده‌ی فرعی (۲ بند ۵-۲-۳ نگاه کنید) به آب چغندررسانی و شست‌وشو افزوده میشد و ازاینرو در بازرسی آبها و آزمایش‌ها درنظر گرفته نمیشد. افزودن این آبها به مدار آب کارگاهها (گاهی آبهای گندابها هم به آن افزوده میشد) بوجود آوردن یک مدار بسته را غیرممکن میکرد.

کوشش دراین‌باره که مدار آبهای زیرمانده بوسیله‌ی افزودن آب تازه فعال بشود باعث افزایش آبهای زیرمانده شد. چون افزودن آب ایجاب میکند که مقداری از آب زیرمانده از مدار بیرون فرستاده شود دلیل آنست که بسیاری از کارخانه‌های قند امروزه هم مقدار فراوانی آب زیرمانده بخارج میفرستند.

بهره‌گیری سودمند ار آب (اقتصاد آب) در کارخانه‌ی قند پس‌از بوجود آوردن مدارگردش آبها باید چنان باشد که آبهائی که آلودگی کمی دارد و نیازی به پالایش ندارد به رودخانه پس‌فرستاده شود. این آبهای کم‌آلوده مانند آبهای خنک‌کن‌ها تنها بمقداری که یک مدار آب برای تکمیل مقدار آب خود حتماً نیاز دارد میتواند به آن مدار افزوده شود وگرنه مقدار آب زیرمانده‌ی آلوده که باید پالایش شود بیهوده افزایش داده میشود و دستگاه پالایش باید بزرگتر از اندازه‌ی لازم طرح شود و هزینه‌ی کارخانه افزایش پیدا میکند.

شنایدر (SCHNEIDER) هوفمان‌ولبک (HOFFMANN-WALBECK) و کولاچ (KOLLATSCH) (۲۹) در کارخانه‌های قند آبهای گوناگون را آزمایش کرده‌اند و برای یک کارخانه‌ی قندی که شکر سفید تولید میکند مقدار آب و آلودگی آن را در جدول ۹ و ۱۰ نشان داده‌اند.

دراین جدول مقدار آبها و مقدار آلودگیها باهم جمع شده است ولی برای پرمنگنات‌دوپتاسیوم و (BSB_5) غلیظی‌هائی ذکر شده که اگر آبها باهم بیرون فرستاده شود آن مقدار بکار برده خواهد شد.

جدول ۹

آبهای کمتر آلوده در کارخانه‌ی قندی که شکر سفید تولید میکند

	مقدار آب به ٪ چغندر	مصرف پرمنگنات‌دوپتاسیوم میلی‌گرم‌درلیتر	(BSB_5) میلی‌گرم در لیتر	داده‌ی آلودگی (B)
آب برای خنک کردن تلمبه‌ها	۱۲/۳	۱۰	۷	۰/۰۲
آب برای خنک کردن توربین	۹/۳	۱۳	۸	۰/۰۱
آب تلمبه‌ی المو (ELMO)	۱۷/۳	۲۴	۲۳	۰/۰۷
آب چگالیده‌ی زیادی	۳/۱	۶۰	۳۴	۰/۰۲
آب دستگاه شست‌وشو	۵/۰	۸۴	۲۶	۰/۰۲
آبهائی که آلودگی کمی دارد	۴۷	۲۷	۱۷	۰/۱۴

در کارخانه‌ی قندی که شکرخام تولید میکند درمقایسه با کارخانه‌ی شکر سفید اصولاً مقدار بیشتری آب چگالیده بدست میآید (به بند ۴-۲-۳ نگاه کنید).

باتوجه به پی‌آمدهای بدست آمده شنایدر و همکاران (۲۹) یک برنمائی (شمائی) برای بهره‌گیری سودمند از آب برای یک کارخانه‌ی قند ترتیب داده‌اند که در آن بر پایه‌ی تجربه‌هائی که تاکنون بدست آمده حداقل مقدار آب مصرفی و آلودگی آن ذکر شده است. دراین برنما از آخرین پیشرفت‌های فنی برای صرفه‌جوئی در آب و جلوگیری از آب زیرمانده بهره‌گیری شده است (نگاره‌ی ۳).

طبق این برنما همراه با چغندر ۷۷٪ آب به‌کارخانه وارد میشود. آبی‌که برای شربت‌گیری بکار گرفته میشود از آب چگالیده برداشته میشود. افزودن آب بمقدار ۵۰٪ وزن چغندر از آنجا بدست میاید که ۲۹٪ آب همراه با تفاله در دستگاه تفاله خشک‌کنی بیرون فرستاده میشود و برای ۱۲۰٪ کشش شربت ۱۰۲٪ آب نسبت به وزن چغندر بمصرف میرسد.

جدول ۱۰

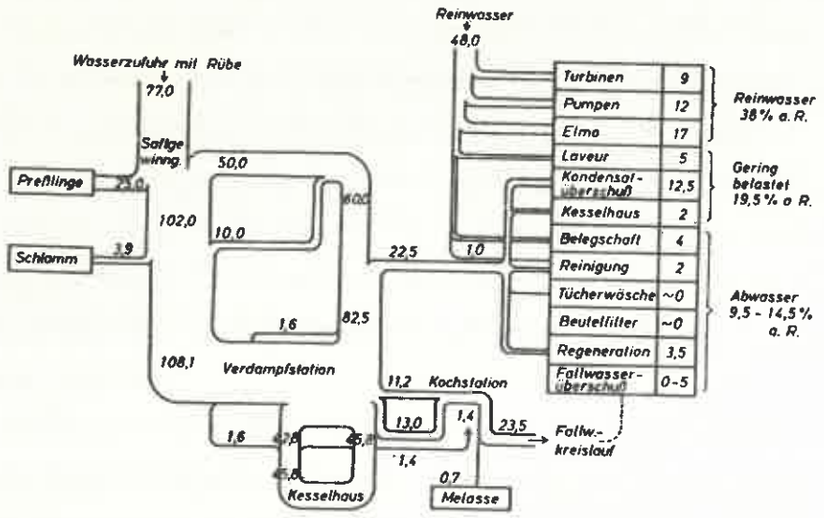
آبهای بسیار آلوده در کارخانه‌ی قندی که شکر سفید تولید میکند

	مقدار آب به ٪ چغندر	کاربرد پرمنگنات‌دوپتاسیوم میلی‌گرم‌به‌لیتر	(BSB_5) میلی‌گرم‌به لیتر	داده‌ی آلودگی (B)
آبهای شست‌وشو	۳-۲	۱۰۰۰۰	۳۵۰۰	۲-۱/۳
آب شست‌وشوی پارچه صافی	۷۵-۱	۲۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱/۴-۰/۹
آب شست‌وشوی کیسه‌ی صافی مکانیکی	۵/۱-۱	۳۰۰۰۰	۶۰۰۰	۷/۱-۱/۱
آب بازسازی صمغ‌های مبادله‌کن یونها	۵/۰-۳	۹۰۰۰	۲۰۰۰	۳/۷-۲/۲
آب ریزشی اضافی	۵-۰	۸۰۰	۴۰۰	۴/۰-۰
گندابِ خانه‌ها و روشوئیها	۵-۳	۵۰۰	۳۰۰	۳/۰-۲/۰
آب زیرمانده‌ی محوطه	۵-۱	۳۵۰۰	۱۵۰۰	۴/۱-۳/۰
	۲۶-۱۱	حدود ۷۰۰۰-۱۰۰۰۰	حدود ۲۰۰۰-۳۰۰۰	۹/۰-۶/۰

در پالایش شربت برای گرفتن شربت از گل‌صافی و برای درست‌کردن شیرآهک افزودن ۱۰٪ آب نسبت به وزن چغندر پیش‌بینی شده است و با گل‌صافی کربناسیون ۳/۹٪ آب نسبت به وزن چغندر بیرون فرستاده میشود. برای بازسازی دستگاه مبادله یون‌ها (گرفتن سختی آب) ۳/۵٪ آب به وزن چغندر نیاز است که در تراز آبهای آلوده منعکس میگردد. درکارگاه تبخیر که با مدار آب دیگ‌بخای و آب چگالیده بسته است ۸۲/۵٪ نسبت به وزن چغندر آب نیاز دارد.

شربت پرمایه که به کارگاه پخت میرود دارای ۱۱/۲٪ نسبت به وزن چغندر آب است. برای حل کردن شکر در آب و آب زدن به دیگ پخت ۱۳/۰٪ وزن چغندر آب درنظرگرفته شده است. برای سانتریفوژ (چرخانک‌ها) ۱/۴٪ آب به‌وزن چغندر

بصورت بخار نیاز است که از مدار آب خارج میشود. درکارگاه شکر فراورده‌ی پایانی شکر است که صفر ٪ آب دارد و ملاس (پساشیره) که ۰/۷٪ به‌وزن چغندر آب دارد.



نگارهٔ ۳ـ تراز آب در یک کارخانه‌ی قندی که شکر سفید تولید میکند.

از ۷۷٪ آبی که همراه با چغندر به‌کارخانه آورده میشود نزدیک به ۲۹/۶٪ بصورت دَم درکارگاه تفاله خشک‌کنی و آب گل‌صافی و آب در ملاس بیرون فرستاده میشود. ۱۹/۹ تا ۲۴/۹٪ به وزن چغندر بخار میشود (بخار شدن آب ریزشی هنگام خنک کردن) و یا گم‌گشت بخار میباشد. ۹/۴ تا ۱۴/۵٪ به وزن چغندر در آبهای زیرمانده میرود و بصورت آب کم‌آلوده بیرون فرستاده میشود یااینکه درکارخانه‌ی قند دوباره بکارگرفته میشود.

درکارخانه‌ی قند افزون‌بر این ۴۸٪ نسبت به وزن چغندر آب خالص نیاز است که در نگاره‌ی ۳ در بالا سمت راست ثبت شده است. ازاین مقدار ۳۸/۰٪ به وزن

چغندر بدون آلودگی از کارخانه بیرون فرستاده میشود یعنی آبهای خشک کردن توربین و تلمبه‌ها و تلمبه‌ی الموِ، آب‌های شست‌وشو آب لجن‌گیری دیگ‌بخار نیز میتواند به این آبهای کم‌آلوده افزوده شود. تنها بخش کمی (۴٪ وزن چغندر) از آبهای پاک به گنداب (آبهای مستراح‌ها) تبدیل میگردد.

ازاین برنما دیده میشود که مقدار آب زیرمانده‌ی کارخانه ازاین‌راه کاسته میشود که آب چگالیده‌ای که در دستگاههای دادوگرفت گرما (روشوفر) خنک میشود در کارگاه شربت‌گیری بجای آب تازه بکار برده شود (به بند ۴-۲-۳ نگاه کنید).

دراین برنما چنین پیش‌بینی شده است که در پالایش شربت صافی‌های گردنده یا صافی‌های لردی بکار گرفته شود تا آنکه آب زیرمانده‌ی شست‌وشوی کیسه‌ی صافی و پارچه‌ی صافی فشاری درمیان نباشد. در مدار آب ریزشی فرض براین است که افزوده شدن آب در اثر آب شدن دَم با بخار شدن آب هنگام سرد شدن آب ریزشی همتراز باشد.

در نگاره‌ی ۳ بیرون فرستادن آب از مدار آب چغندررسانی نشان داده شده است زیرا این‌کار به مقدارگل‌ولای همراه چغندر تحویلی و وضع‌محلی کارخانه وابستگی دارد. برای محاسبه‌ی تراز آب کارخانه باید مقدار این آب نیز در برنمای بالا درنظر گرفته شود. ازاین برنما (شما) روشن میشود که درمقایسه با مقدار آب فراوانی ک در مدارهای کارخانه درگردش است مقدار آب زیرمانده‌ی بسیار آلوده که باید پالایش شود نسبتاً کم است.

۳-۴ فرایند پالایش آب زیرمانده

فرایند پالایش آب زیرمانده که درکارخانه‌های قند بکار برده میشود باید وضع کارخانه هماهنگ بشود. دراینجا باید دوباره اشاره شود که پایه اساسیِ فرایند پالایش آب زیرمانده شرایط داخلی کارخانه برای پاک نگاهداشتن آبهای زیرمانده و مدار آبهای زیرمانده و مدار آبهای کارخانه میباشد. این شرایط اثر بسیار مهمی دراندازه‌ی دستگاههای پالایش و میزان پاکسازی آنها دارد.

درکارخانه‌های قندی که نزدیک به ۱۰۰٪ وزن چغندر آب زیرمانده‌ی بسیار

آلوده بیرون میدهند تنها ازدیدگاه مقدار آبهای آلوده این مسئله مطرح میشود که آیا امکان دارد که این مقدار آب زیرمانده باتوجه به‌اصول صرفه‌جوئی پالایش شود اگر درنظر گرفته شود که اصل آبهای زیرمانده تنها ۱۰ تا ۱۵٪ وزن چغندر است (به نگاره‌ی ۳ نگاه کنید) روشن میشود که در مقدار ذکر شده در بالا مقداری آب پاکیزه و یا آبهای خنک‌کن‌ها و آبهای جلوگیرنده از حرکت گاز و حتی مقدار از آب مدارها نیز در آب‌های زیرمانده‌ی بالا ریخته شده است.

در زیر مهمترین فرایند برای پالایش آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند بازنمود میشود.

۱-۳-۴ جدا کردن مواد ته‌نشین‌شونده

مهمترین کار مکانیکی برای پاکیزه کردن آبهای کارخانه‌ی قند جدا کردن گل‌ولای همراه چغندر تحویلی است که از آب چغندررسانی به یاری استخر لجن‌گیری یا حوضچه‌ی ته‌نشانی با وسیله‌ی مکانیکی لجن‌کشی (به بند ۲-۲-۲-۳) انجام میگیرد. پیش‌ازآنکه دیگر آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند در راههای بیولوژی (زیست‌شناسی) مانند روش پاشیدن یا فرایند پاشیدن بارانی[1] یا فرایند رشد دادن برخی باکتریها (به بند ۲-۳-۴ نگاه کنید) پالایش شود باید همه مواد ته‌نشین‌شونده از آب جدا شود تا مزاحم فرایند پالایش نشود.

برای این‌کار حوضچه‌های ته‌نشانی که هرچند یک‌بار لجن آن بیرون کشیده میشود بکار رفته است. اینگونه حوضچه‌ها باید بحدکافی بزرگ پیش‌بینی شود تا آب زیرمانده‌ی کارخانه برای چندین ساعت نیز در آن جای بگیرد. اینگونه حوضچه‌ها ضمناً یک سپری برای جا دادن آب زیرمانده‌ی ناگهانی نیز میباشد و در دستگاه پالایش آب زیرمانده بمقدار معینی پیاپی پالایش میشود.

درفرایند پاشیدن بارانی یا فرایند رشد دادن برخی باکتریها باید حوضچه‌ی

---

۱ – فرایند پاشیدن بارانی E)dripper or percolating process das Tropfkorperverfahren

ته‌نشینی پس‌از دستگاهها قرارداده شود تا باکتریهای بیرون افتاده و لجن باکتری‌زا[1] که سرریز شد از آب جداکند. لجن باکتری‌زا در بیشتر جاها به آن قسمت دستگاه که هوا دمیده میشود پس فرستاده میشود (به بند ۲-۳-۲-۳-۴ نگاه کنید).

در کارخانه‌ی قند برخلاف پالایش گندابهای شهری دربارهٔ لجنی که از ته‌نشینی گل‌ولای یا در فرایند پالایش بیوشیمیائی بدست میاید مسئله‌ای وجود ندارد. در دستگاههای پالایش آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند مقدار لجنی که بدست میاید بمراتب کمتر از لجن حوضچه‌های ته‌نشانی یا گل‌صافی کارگاه پالایش شربت میباشد. این‌لجن میتواند به‌جایگاه لجن‌ریزی درپشت‌کارخانه فرستاده شود.

۲-۳-۴ فرایند بیوشیمیائی پالایش آب زیرمانده

۱-۲-۳-۴ بررسی پایه

در فرایند بیوشیمیائی پالایش مواد آلی موجود در آبهای زیرمانده ازراه فعالیت باکتریها ازمیان برداشته میشود. برای این‌کار شرایط رشد و زیست این باکتری‌ها در آب‌های زیرمانده بوجود آورده میشود و درجائی‌که نیاز باشد مواد خوراکی باکتریها به آب افزوده میشود و ازهمه مهمتر به‌اندازه‌ی که نیاز باشد اکسیژن به آب داده میشود تا باکتریها در آبهای زیرمانده رشد نموده و مواد آلودگی آنرا بیش‌از آن حدی که اگر آب درحالت طبیعی بحال خود باقی مانده بود تجزیه کنند.

درجدول ۱۱ برخی‌ازموادی که درآبهای جمع‌شده‌ی‌زیرمانده‌ی کارخانه‌های‌قند وجود دارد گردآوری شده است. باتوجه به مقدار آلودگی بیشتر آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌های قند این مطلب نیز روشن میشود که نسبت به آلودگی گندابهای شهری این آبها مقدار نسبتاً کمتری مواد ازتی و مهمتراز همه فسفری دارد. برای رشد باکتریها باید مقدار معینی مواد ازتی و فسفری در آبهای زیرمانده وجود داشته باشد تا باکتریها بتواند آن آب را پالایش کند.

به نوشتار هلمرس (HELMERS) و همکاران (۶۱) برای آبهای زیرمانده‌ی

---

۱ – لجن باکتری‌زا E)activated sludge process der Belebungsschlamm

کارخانه‌های الکل‌کشی که همانند آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌های قند میباشد برای ازمیان برداشتن هر ۱۰۰ کیلوگرم (BSB_5) باید ۳ کیلوگرم ازت و ۰/۶ کیلوگرم فسفات برای رشد باکتریها در دمای ۱۰ درجه صدبخشی به آبهای زیرمانده‌ی افزوده شود درکارگاههای پالایش آبهای زیرمانده به روش رشد باکتریها نیز باید پس‌از شناخت مواد موجود در آبها ازراه واکافت این مواد خوراک باکتریها به آب افزوده شود.

دیگر موادی که در آبهای زیرمانده وجود دارد اثری در رشد باکتریها ندارد.

جدول ۱۱

موادی که در آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند وجود دارد

	آبهای زیرمانده کارخانه‌ی قند به میلی‌گرم‌درلیتر		گنداب‌های شهری میلی‌گرم‌درلیتر
قند	۳۰۰۰ - ۵۰۰	(۱۶)	
موادازتی	۱۳۰ - ۷۰	(۶۰)	۴۰-۷۰
مواد پکتینی	۴۰ - ۳۵		
فسفات	۱۵ - ۳		۱۰-۲۵
پتاسیوم	۶۰ - ۱۲۰		
کلسیوم	۲۰۰ - ۳۰۰	(۱۶)	
سدیوم	۵۰ - ۷۰۰		
کلرور	۵۰ - ۱۰۰۰		۵۰-۵۰۰
سولفات	۲۰۰ - ۴۰۰		۵۰-۲۰۰
BSB_5	۱۵۰۰ - ۴۰۰۰	(۶۰)	۱۵۰-۲۵۰

این موضوع برای آبهای زیرمانده‌ای که مقدار بیشتری نمک‌طعام هم داشته باشد مانند آبهای زیرمانده‌ی دستگاههای معاوضه‌ی یون نیز صدق میکند (به بند ۵-۵-۲-۳ نگاه کنید). حتی اگر مقدار نمک‌طعام آبهای زیرمانده به ۱٪ هم برسد

تجزیه‌ی بیوشیمیائی مواد آلودگی برای باکتریهائی که در آب شور رشد میکند نزدیک به ۲٪ کاهش پیدا میکند (۶۲).

افزون‌براین فرایندهای فراوانی یافت میشود که ازراه تجزیه‌ی مواد آلودگی با باکتریهای هوازی کار میکند. این فرایند در دو پله کار میکند نخست در محیط ترشائی (اسیدی) تخمیر صورت میگیرد که در آن مواد هیدرات‌کربنی به ترشاهای پَرنده (اسید فرار) تبدیل میگردد و سپس عمل گندیدن در محیط خنثی تا کمی قلیائی صورت میگیرد که در آن ترکیب‌های ازت‌دار تجزیه میشود و از ترکیبات گوگرددار هیدروژن سولفوره درست میشود. چون آبهای زیرمانده پس‌از پالایش به رودخانه فرستاده میشود یعنی به یک سیستم خودپالائی هوازی باید اینگونه آبها از سیستم بی‌هوازی به سیستم هوازی تغییر داده شود تا مزاحم آب رودخانه نگردد. ازاینرو فرایند پالایش با باکتریهای بی‌هوازی پله‌ی نخست پالایش بیوشیمیائی بحساب میآید و بتنهائی بکار برده نمیشود.

صنعت پالایش آبهای زیرمانده که بیشتر برای پالایش گندابهای شهری ساخته شده ازدیدگاه اثر پالایش آبها به فرایند پالایش همه‌ی آلودگی‌ها و فرایند پالایش بخشی‌از آلودگیها تقسیم میشود.

- پالایش بیوشیمیائی بخشی‌از آلودگی‌ها یعنی تجزیه‌ی BSB_5 از ۶۰ تا ۸۰٪
- پالایش بیوشیمیائی همه‌ی آلودگی‌ها یعنی تجزیه‌ی BSB_5 از ۸۵ تا ۹۵٪

در هر دو فرایند آبهای زیرمانده‌ای که مواد شناور آن ازراههای مکانیکی جدا شده باشد بکار برده میشود. فرایندهای بیوشیمیائی برای پالایش آبهای زیرمانده بشرح زیر بخش‌بندی میشود:

- فرایند بیوشیمیائی در فضای بزرگ

مثلاً دادن آب روی زمین یا بارانی کردن آب و ریختن آب در استخر

- فرایند بیوشیمیائی در فضای کوچک مثلاً فرایند پخش کردن آب روی اجسام پرکننده و فرایند باکتری‌زا

۲-۲-۳-۴ فرایند بیوشیمیائی پالایش آبهای آلوده در فضای بزرگ

پالایش آبهای زیرمانده در فضای بزرگ ازراه دادن آب روی زمین یا پاشیدن آن بصورت باران انجام میگیرد.

هنگام گذشتن آب از لایه‌های زمین رویدادهای زیر انجام میگیرد:

- صاف شدن مکانیکی آب روی سطح زمین
- جذب شدن مواد حل شده در آب توسط باکتریهای زمین
- اکسیدی شدن بیوشیمیائی موادی که توسط زمین جذب شده بوسیله‌ی باکتریهای زمین در فاصله‌ی میان دو ریزش آب زیرمانده روی زمین.

آزمایشهائی که با دستگاه نابودی‌سنج[1] برای تعیین مقدار مواد آلودگی در زمین

که آبهای آزمایشهائی که با دستگاه نابودی‌سنج برای تعیین مقدار مواد آلودگی در

زمین که آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند پاشیده شده انجام گرفته نشان داده است که توان نابود کردن آلودگیهای آبهای زیرمانده برای لایه‌های زمین باافزایش مقدار آبهای آلوده کاهش پیدا میکند و عمق لایه‌های زمین که آب‌های آلوده در آن نفوذ میکند افزایش پیدا میکند. به نوشتار کرامر (KRAMER) (۶۳) تجزیه و نابود شدن مواد نسبت به عمق زمین با همترازی زیر بدست میآید.

$$A_T = \frac{A_o}{10^{T/C}}$$

$BSB_5 = A_T$ در عمق از زمین پس‌از دادن آب آلوده به میلی‌گرم‌درلیتر

$BSB_5 = A_o$ آب زیرمانده‌ای که روی زمین داده میشود به میلی‌گرم‌درلیتر

T = عمق زمین

C = شمارپایا (عددثابت) وابسته‌به‌مقدار آبهای‌زیرمانده که‌روی‌زمین داده‌میشود و وضع‌زمین و دما و غلیظی‌آب‌آلوده و شماربارهای‌آب‌پاشی. درنگاره‌ی ۴ شمار پایای (C) برای مقدارهای‌مختلفی آب‌زیرمانده که‌روی‌زمین داده‌شده و همچنین مقدارموادآلی که در عمق‌های‌گوناگون زمین نابودشده نشان‌داده‌شده‌است (۶۳).

---

۱ – نابودی‌سنج – دستگاهی که مثلاً ازروی مقدار آبیکه داده شده و مقدار آبیکه بخار شده مقدار آب مصرفی گیاهان را اندازه‌گیری میکند

der Lysimeter E)lysimeter

به نوشتار کرامر (KRAMER) در زمین‌های رسوبی[1] رسی ۵۰٪ نابود شدن آلودگیها در لایه‌ی روئی تا گودی ۳۰ سانتیمتری انجام میگیرد. در زمین‌های دیگر البته درصدهای دیگری بدست خواهد آمد.

کرامر (KRAMER) (۶۴) برای یک کارخانه‌ی قند هزار تنی که مقدار آب زیرمانده‌ی آن ۱۰۰٪ وزن چغندر باشد در ۸۰ روز بهره‌برداری ۲۰ هکتار زمین چراگاه یا ۴۰ هکتار زمین کشتزار کافی میباشد. آب دادن روی زمین ۵۰۰ میلیمتر است.

شرط اولیه برای خوب کارکردن دستگاه پالایش آب در فضای بزرگ آنست که زمین مناسب (شن خاشاکی (هوموسی) - خاک رس کفِ دره - خاک رس شن‌دار چراگاهی - ماسه بادی خاشاکی) با سطح آب زیرسطحی عمیق (بیشتراز ۱/۳ متر) دردست‌رس باشد. درکار دیده شده که نابود کردن کامل آلودگیها برای آب زیرمانده‌ی بسیار آلوده‌ی کارخانه‌ی قند تنها درروی زمین بی‌زه‌کشی یا روی زمین‌های زه‌کشی شده با آب زیرسطحی عمیق و بستن دقیق راههای زه‌کشی انجام‌پذیر میباشد.

همراه با پالایش آلودگی آبهای زیرمانده بکار بستن این آبها برای آبیاری و کود دادن به کشتزار نیز اهمیت شایانی دارد.

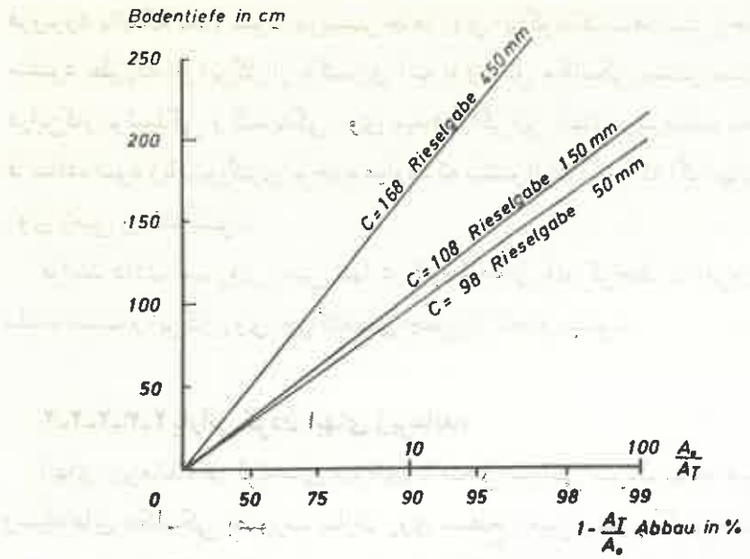
کشاورزان تنها در هنگام رشد گیاهان علاقمند به آبیاری کشتزار خود میباشند ولی در فصل‌های دیگر ارزش بهره‌رسانی آبهای زیرمانده درصورتیکه شرایط مساعدی دردست نباشد با هزینه‌ایکه این‌کار دربردارد برابری نمیکند.

ارزش پیش‌از موقع کود دادن به زمین توسط آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند در دوران بهره‌برداری که خارج از دوران رشد گیاهان میباشد زمین سبز چراگاه نزدیک به ۱۸ مارک برای ۱۰۰۰ مترمکعب آب زیرمانده و برای محصولاتی که سله‌شکنی لازم دارد[2] ۷ مارک برای هر ۱۰۰۰ مترمکعب آب است (۶۴).

---

۱ - زمین رسوبی das Allurium = Holozaen

۲ - محصولاتی که سله‌شکنی لازم دارد مانند سیب‌زمینی - چغندر - ذرت - سبزیجات die Hackfrucht



نگاره‌ی ۴- جریان نابود شدن موادآلی در آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند در زمین به نوشتار کرامر (KRAMER)

۱-۲-۲-۳-۴ آب دادن به زمین

آبهای زیرمانده برای دادن به زمین درکرت‌های کوچکی با دیواره‌های ۳۰ تا ده سانتیمتری فرستاده میشود یااینکه در جویهای طولانی که شعبه‌ها و شاخه‌های فراوانی دارد فرستاده میشود. شرط اصلی برای این‌کار هموار بودن زمین است تا آب یکنواخت روی زمین پخش شود.

دادن آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند و گنداب شهرها روی زمین از سده پیش تاکنون بکار بسته میشود. بعلت ماشینی شدن کشاورزی ساختن کرت با دیواره‌ی بلند گران و دشوار شده است. گذشته‌از این بهره‌گیری از اینگونه آبها برای کشاورزی محدود شده است:

درجائی‌که آبهای زیرمانده طبق اصول صحیح به زمین داده میشود آبها روی

به نوشتار کرامر (KRAMER) در زمین‌های رسوبی[1] رسی ۵۰٪ نابود شدن آلودگیها در لایه‌ی روئی تا گودی ۳۰ سانتیمتری انجام میگیرد. در زمین‌های دیگر البته درصدهای دیگری بدست خواهد آمد.

کرامر (KRAMER) (۶۴) برای یک کارخانه‌ی قند هزار تنی که مقدار آب زیرمانده‌ی آن ۱۰۰٪ وزن چغندر باشد در ۸۰ روز بهره‌برداری ۲۰ هکتار زمین چراگاه یا ۴۰ هکتار زمین کشتزار کافی میباشد. آب دادن روی زمین ۵۰۰ میلیمتر است.

شرط اولیه برای خوب کارکردن دستگاه پالایش آب در فضای بزرگ آنست که زمین مناسب (شن خاشاکی (هوموسی) - خاک رس کفِ دره - خاک رس شن‌دار چراگاهی - ماسه بادی خاشاکی) با سطح آب زیرسطحی عمیق (بیشتراز ۱/۳ متر) دردسترس باشد. درکار دیده شده که نابود کردن کامل آلودگیها برای آب زیرمانده‌ی بسیار آلوده‌ی کارخانه‌ی قند تنها درروی زمین بی‌زه‌کشی یا روی زمین‌های زه‌کشی شده با آب زیرسطحی عمیق و بستن دقیق راههای زه‌کشی انجام‌پذیر میباشد.

همراه با پالایش آلودگی آبهای زیرمانده بکار بستن این آبها برای آبیاری و کود دادن به کشتزار نیز اهمیت شایانی دارد.

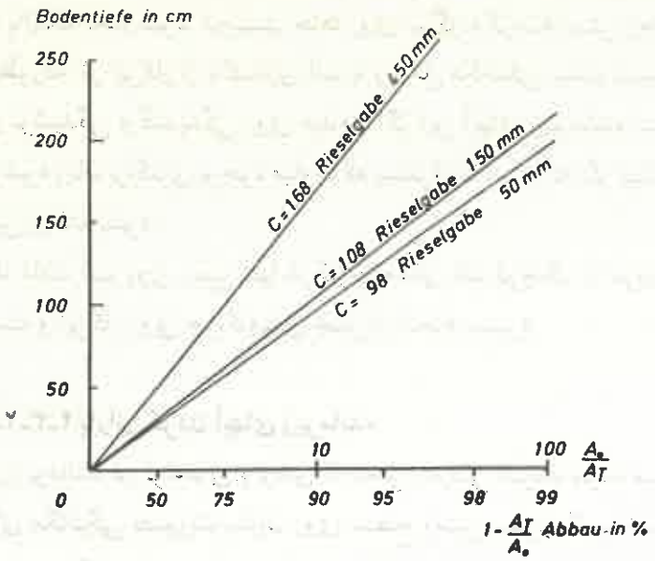
کشاورزان تنها در هنگام رشد گیاهان علاقمند به آبیاری کشتزار خود میباشند ولی در فصل‌های دیگر ارزش بهره‌رسانی آبهای زیرمانده درصورتیکه شرایط مساعدی دردست نباشد با هزینه‌ایکه این‌کار دربردارد برابری نمیکند.

ارزش پیش‌از موقع کود دادن به زمین توسط آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند در دوران بهره‌برداری که خارج از دوران رشد گیاهان میباشد زمین سبز چراگاه نزدیک به ۱۸ مارک برای ۱۰۰۰ مترمکعب آب زیرمانده و برای محصولاتی که سله‌شکنی لازم دارد[2] ۷ مارک برای هر ۱۰۰۰ مترمکعب آب است (۶۴).

---

۱ - زمین رسوبی das Allurium = Holozaen

۲ - محصولاتی که سله‌شکنی لازم دارد مانند سیب‌زمینی - چغندر - ذرت - سبزیجات die Hackfrucht



نگاره‌ی ۴- جریان نابود شدن موادآلی در آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند در زمین به نوشتار کرامر (KRAMER)

۱-۲-۲-۳-۴ آب دادن به زمین

آبهای زیرمانده برای دادن به زمین درکرت‌های کوچکی با دیواره‌های ۳۰ تا ده سانتیمتری فرستاده میشود یااینکه در جویهای طولانی که شعبه‌ها و شاخه‌های فراوانی دارد فرستاده میشود. شرط اصلی برای این‌کار هموار بودن زمین است تا آب یکنواخت روی زمین پخش شود.

دادن آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند و گنداب شهرها روی زمین از سده پیش تاکنون بکار بسته میشود. بعلت ماشینی شدن کشاورزی ساختن کرت با دیواره‌ی بلند گران و دشوار شده است. گذشته‌از این بهره‌گیری از اینگونه آبها برای کشاورزی محدود شده است:

درجائی‌که آبهای زیرمانده طبق اصول صحیح به زمین داده میشود آبها روی

کرتی که داده شده آنقدر باقی میماند تا بوسیله‌ی گیاهان جذب شود و یا در زمین فروبرود یااینکه بخار شود. دربیشتر جاها روی این‌گونه کرت‌ها بیش‌ازحد آب داده میشود بطورکه اثر این‌کار از پاکسازی آب با وسائل مکانیکی بیشتر نمیباشد. چون دراین‌کار ترشیدگی و گندیدگی روی میدهد اگر این آبهای زیرمانده به رودخانه فرستاده شود زیان بزرگتری بوجود میآورد که بیشتر از آن است که اگر ابهای زیرمانده روی زمین ریخته بشود.

فرایند دادن آب روی زمین تنها در کارخانه‌های قند کوچک تا امروز هم باقی مانده است و این‌کار روی چراگاههای چمن‌زار انجام میشود.

۲-۲-۲-۳-۴ بارانی کردن آبهای زیرمانده

آبهای زیرمانده در لوله‌های ویژه‌ای تا محل بارانی کردن برده میشود و با وسیله‌های مکانیکی بصورت باران روی سطح زمین بطور یکنواخت پاشیده میشود. برای این‌کار به کرت‌های دیواره‌دار یا کندن جویبار نیازی نیست و ازاینرو به کارکشاورزی آسیبی وارد نمیآید.

ازدیدگاه مساحت زمین و مقدار آبی که در بهره‌برداری به‌زمین داده میشود و میزان نابود شدن آلودگی‌ها و ارزش کودی آبها و دیگر مسائل آنچه که درباره دادن آب به‌زمین گفته شد اینجا هم صدق میکند.

درجائی‌که مقدار مواد آلودگی آبهای زیرمانده بیشتر باشد روش بارانی کردن بعلت یکنواخت بودن آن مناسب‌تراست. پاشیدن آب روی زمین بهتر است باوقفه انجام شود و مقداری که روی هر بخشی از زمین پاشیده میشود کوچک باشد تا به‌زمین بیش‌ازحد آب داده نشود. ازاینرو باید وسیله‌های آب‌پاشی تغییر محل پیدا کند.

نابود شدن آلودگیهای آب زیرمانده در زمین بستگی به آن دارد که آب پیش‌از بارانی شدن چه حالتی پیداکرده باشد. اندازه‌گیریهای مقایسه‌ای نشان داده است که روی سطح زمین مساوی اگر آب زیرمانده با پ‌هاش ۴/۹ که در آن ترشیدگی روی داده باشد پاشیده شود BSB_5 آن دراثر گذشتن از لایه‌های زمین تنها ۵۳٪ کاسته

میشود درصورتیکه اگر آب زیرمانده‌ی همان کارخانه با آهک به پ‌هاش بار رسانده شود BSB_5 آن تا ۷۳٪ کاهش پیدا میکند (۲۹). این آزمایش نشان میدهد که ترشاهای آلی که در ترشیدن آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند روی میدهد بوسیله‌ی باکتریهای زمین بدشواری نابود میشود.

مقدار نمک موجود در آبهای زیرمانده کارخانه‌ی قند که روی زمین بصورت باران پاشیده میشود اهمیت چندانی ندارد. برای مثال دریک کارخانه‌ی قند که ۱۲ سال پی‌درپی در طی بهره‌برداری همه‌ی آبهای زیرمانده‌ی متفرقه‌ی کارخانه به‌انضمام آب‌زیرمانده‌ی دستگاه‌معاوضه‌ی‌یون‌ها که نزدیک به ۳۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر نمک خوراکی داشته روی چراگاه چمنی پاشیده شده اثر نامساعدی در رشد گیاهان چراگاه نداشته است ولی دادن آب یا بارانی کردن آن روی زمین چراگاه ممکن است زیانی بصورت رشد گیاهان نمک‌دوست (هالوفیل) بوجود بیاورد.

لیمپریش (LIMPRICH) (۶۵) هزینه‌ی بارانی کردن آبهای زیرمانده را با بهره‌ی ۸٪ ۴۳۵ تا ۹۷۰ مارک برای هر مترمکعب آب زیرمانده حساب کرده است. دراین ارقام ۸۰ مارک برای هر مترمکعب هزینه‌ی نگاهداری دستگاههاست.

چون برپاکردن یک دستگاه پالایش بو برای آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند گران است این‌کار تنها وقتی بصرفه خواهد بود که زمین به‌مساحت کافی دراختیار بوده و دستگاههای لازم (جویبارها و دستگاههای بارانی کردن) موجود باشد.

۳-۲-۲-۳-۴ استخرهای آب زیرمانده

ساده‌ترین کارها ریختن آبهای زیرمانده دریک استخر است. همه‌ی آبهای زیرمانده دریک یا چند استخر گردآوری میشود تا خودبخود پاکیزه شود. دراین استخرها ترش شدن و گندیدن و فرایندهای جانداران هوازی دست‌بدست‌هم میدهند. ترش شدن یک فرایند بی‌هوا است که در آن هیدراتهای‌کربن به اسیدهای چرب کوچک‌ملکول شکسته میشود. پ‌هاش آبهای زیرمانده در استخر هنگام این فرایندها بسته به مقدار هیدراتهای‌کربن به ۳/۵ تا ۴ میرسد. ازراه افزودن آهک به آبها میتواند از پائین افتادن پ‌هاش جلوگیری شود تا تجزیه شدن مواد تندتر انجام

بگیرد. پیش‌از دورانیکه آبهای چلاندن تفاله و آب دیفوزیون برگشت داده میشد بیشتر آلودگی آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند ازاین آبها بود و در آن زمان پس‌از پایان ترشیدگی اسیدبوتیریک در آبهای زیرمانده پیدا میشد. امروزه این دو آب زیرمانده برگشت داده میشود و پس‌از پایان واکنشهای ترشیدگی ترشای‌سرکه و ترشای‌پروپیونیک در آبهای زیرمانده پیدا میشود.

در جدول ۱۲ ترشای پرنده (فرّار) نوشته شده که در شدیدترین حالت تخمیر (شمار جانداران‌ریز یک تا چهار میلیارد درهرمیلی‌گرم‌لیتر) در آبهای زیرمانده‌ای که در استخر جمع‌آوری شده دیده شده است (۶۰).

کرزرس و همکاران (CARRUTHERS) (۶۶) نیز ترشاهای پرنده را نیز در آبهای زیرمانده برزسی کرده‌اند.

اگر ترش شدن ادامه پیدا کند ترشای‌مورچه (اسیدفرمیک) و ترشای‌شیر (اسیدلاکتیک) دیده نشده است ولی مقدار اسیدپیروپیوتیک به ۷۰٪ افزایش پیدا کرده است.

جدول ۱۲

ترشاهای پرنده (فرّار) در آبهای‌زیرمانده‌ای که در استخر ریخته شده

به ٪ نسبت به مقدار همه‌ی ترشاها

ترشای مورچه (اسید فورمیک)	۵
ترشای سرکه (اسید استیک)	۴۵
ترشای پروپیونیک	۳۵
ترشای کره (اسید بوتریک)	۱۰
ترشای شیر (اسید لاکتیک)	۵

پس‌از پایان ترش شدن آبهای زیرمانده گندیدن آغاز میشود. این‌کار در پ‌هاش ۶/۵ تا ۷/۵ انجام میگیرد. اگر پی‌آمد ترشیدگی پائین افتادن پ‌هاش باشد باید پ‌هاش افزایش پیدا کند تا گندیدن آغاز شود. افزایش پ‌هاش مدتی وقت لازم دادر و میتواند با افزودن آهک تندتر انجام گیرد. درگندیدن آبهای خاکستری رنگ

تیره ملکول‌های مواد ازت‌دار فرومیریزد و تجزیه میشود و در پی تولید شدن هیدروژن‌سولفوره و متان و گازهای دیگر بوی بدی از استخر برمیخیزد که مزاحم اطراف آن میگردد. ازاینرو توصیه میشود که اینگونه استخرهای آبهای زیرمانده دورتر از منطقه‌های مسکونی ساخته شود.

پس‌از آهسته شدن فرایندهای جانداران بی‌هوازی اکسیژنی که ازروی آب در آب حل میشود کم‌کم موثر میگردد و جانداران‌ریز هوازی رشد میکنند و در پی آن تجزیه شدن نهائی مواد آلی موجود در آب آغاز میشود.

کاسته شدن مقدار ترشاهای چرب‌کوچک‌ملکولی که تا بوجود آمدن فاز جانداران هوازی بسیارکند صورت میگرفت تندتر انجام میگیرد و همراه با آن BSB_5 (BOD_5) آب نیزکاهش پیدا میکند. ازاینرو ممکن شده است که پس‌از پایان خود پاکیزه‌کنندگی آب در استخر یک آبی که بحدکافی مقدار اکسیژن در خود حل کرده باشد با پ‌هاش تقریباً خنثی به رودخانه ریخته شود. دراینکارها نمیتوانند مرحله‌های گوناگون خودپاک‌شدگی آب از هم جدا و تفکیک گردد. زمانیکه دروری آب فرایند جاندارن‌زیز هوازی جریان دارد ممکن است درکف استخر بالای لجن‌ها فرایند گندیدگی صورت بگیرد.

استخر برای آبهای زیرمانده اغلب بوسیله‌ی کندن و بالا آوردن خاکهای زمین بصورت دیواره‌ی استخر ساخته میشود. از اینگونه استخرها باید بادقت مراقبت شود و پای دیوار دیواره‌ی استخر ساخته میشود. از اینگونه استخرها باید بادقت مراقبت شود و پای دیوار و روی آن باید بحدکافی پهن باشد و خاکهای آن کوبیده و محکم شود و باید هرچند یکبار این دیواره‌ها بازدید و بررسی شود تا اگر بوسیله‌ی موشهای صحرائی یا جانوران دیگر خسارتی به آن وارد آمده باشد فوراً برطرف گردد. سوراخهائی که توسط این جانوران درست میشود به‌آسانی پیدا نمیشود و ممکن است این سوراخها و دالانها باعث شکستن یک دیواره‌ی استخر بشود و آب استخر ناگهان بیرون ریخته شود. چون ریختن این‌گونه آبهای آلوده به رودخانه باعث ایجاد زیان‌های بزرگی میشود باید درپای دیوار برای دفع آفت موشها و جانداران صحرائی مواد آفت‌کش لازم جابجا گذاشته شود. مدت زمانی که برای

خودپاکیزه‌شدن آبهای آلوده‌ی کارخانجات قند لازم است وابسته به عوامل زیر میباشد:

- بلندی آب در استخر آبهای زیرمانده
- بزرگی سطح استخر
- نوع خاک کف استخر

شرایط هوا در زمستان

- امکان ریختن آبهای دیگر در این استخرها

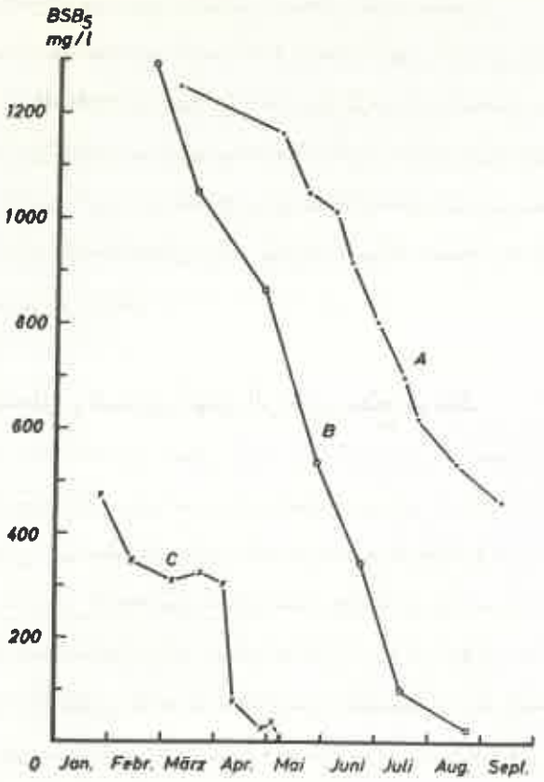
خودپاکیزه شدن آبهای آلوده اگر گودی استخر کمتر باشد تندتر صورت میگیرد (نگاره‌ی ۵). درکار دیده شده که گودی استخر تا یک متر حتی در شرایط نامساعد جوی مانند زمستان صولانی و سرمای شدید بهترین نتیجه‌ی خودپاکیزه شدن را میدهد (۴۰)(۶۷).

تا پایان تابستان داده‌های BSB_5 (BOD_5) به ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم درلیتر میرسد (به نوشتار ۶۸ نگاه کنید). شرط اصلی این‌کار آنست‌که مواد جامد آب تاجائی‌که شدنی است گرفته شده باشد. اگر درکف استخر لجن جمع شود افزون‌براینکه مواد آلی موجود در لجن مانند تکه‌های چغندر کم‌کم در آب حل میشود خود لجن نیز بتدریج تجزیه میشود (به بند ۱-۲-۲-۲-۳ نگاه کنید) دراثر این‌کار پیوسته اکسیژن مصرف میشود و فرایندهای هواخواه و هوانخواه طولانی‌تر میگردد. این رویداد بویژه در جاهائی‌که استخرهای کهنه که لجن‌های سال گذشته در آن باقی مانده و برای ریخته آبهای زیرمانده‌ی نو بکار رفته باشد دیده شده است.

سطح استخر برای خودپاکیزه شدن آبها از این جهت اهمیت دارد که بسته به محل استخر دراثر باد روی سطح استخر موج بوجود میآید که باعث بهتر حل شدن هوا در آب میگردد و آب روی استخر را با آب لایه‌ی زیری آن بهم میآمیزد ولی این خطر نیز وجود دارد که دیواره‌های استخر دراثر برخورد موج شسته شده و فروبریزد البته دراینگونه موردها باید بوسیله‌ی کیسه‌ی شن و در جاهای بسیار خطرناک با کوبیدن الوار از فروریختن دیواره‌ی استخر جلوگیری شود.

خودپاکیزه شدن آب بستگی به وضع هوا دارد زیرا در دمای پائین که گاهی از

زمستان‌های دراز روی میدهد رشد و گوارش جاندارانریز بسیار کند پیش میرود و یخ زدن روی استخر مانع از داخل شدن اکسیژن هوا بدرون آب میگردد.



نگارهٔ ۵ـ تجزیه شدن مواد در استخر آبهای زیرمانده (۴۰)
درکارخانه‌ی A گودی استخر ۸ تا ۱۲ متر
درکارخانه‌ی B گودی استخر ۲/۵ متر
درکارخانه‌ی C گودی استخر ۰/۶ متر

در هوای گرم فرایندهای واکافت با تجزیه‌ی ملکول‌ها به‌تندی انجام میشود و اگر مقداری آب بخار شود گودی آب کمتر میشود و غلیظی مواد آلودگی آب بیشتر میگردد. به این دلیل‌ها خودپاکیزه شدن آبهای زیرمانده هرسال بصورت دیگری

انجام میگیرد و پیش‌گوئی دقیق درباره‌ی مدت خودپاکیزه شدن ممکن نمیباشد.

ریزش باران و آمدن آبهای دیگر در استخر باعث رقیق شدن آبهای زیرمانده شده و باعث اشتباه در داوری درباره‌ی پاکیزگی آب‌های آلوده میشود.

چکیده‌ی آنچه در بالا گفته شد آنست‌که از ریختن آبهای آلوده‌ی کارخانه‌ی قند در استخر آلودگی (BSB_5) آن تا کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر کاهش پیدا میکند بشرط‌آنکه آنچه در بالا گفته شد مورد توجه قرار بگیرد. درکار دیده شده است که ریختن آبهای زیرمانده‌ی آلوده در استخر برای کارخانه‌های قند متوسط و کوچک مناسب است زیرا برای کارخانه‌های بزرگ بندرت میتواند سطح آزاد برای درست کردن استخر دردست‌رس باشد.

۳-۲-۳-۴ فرایندهای پاکسازی آبهای آلوده در سطح کوچک

پایه‌ی کار در فرایند پاکسازی آبهای آلوده ازراه بیولوژی در سطح کوچک رشد کردن گروهها گروه جانداران‌ریزی است که باعث فروریزش ملکول‌های بزرگ و تجزیه شدن اکسیدی آنها میگردد. برای‌اینکه در سطح کوچک و در مدت زمان کوتاه تجزیه شدن مواد آلی انجام بگیرد باید شمار جانداران‌ریز نسبت به مقدار آب آلوده رقمی به‌توان چندصدهزار برابر شمار جانداران ریز در آبهای جاری یا آب استخر باشد و مقدار اکسیژنی که به آن داده میشود باید بسیار زیاد باشد. گذشته‌از اینها باید آوردن و بیرون بردن موادی که در واکنش شرکت میکند یعنی اکسیژن و مواد آلی آلوده‌کننده و موادی که دراین واکنش‌ها بدست میآید اززوی سطح جانداران‌ریز به مقدار و سرعت کافی انجام بگیرد.

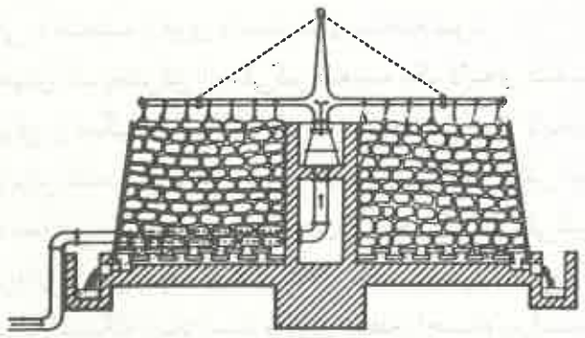
فرایندهای پاکسازی آبهای آلوده ازدیدگاه اصولی دوگونه است:

فرایندِ روی سطح خارجی آب و فرایندِ در درون آب.

۱-۳-۲-۳-۴ فرایندِ پخش کردن آب روی سطح خارجی اجسام

فرایندِ پاشیدن آب بصورت بارانی روی سطح خارجی بوسیلهٔ اجسامی که آب روی آنها پاشیده و پخش میشود انجام میگیرد. این‌کار اغلب در استوانه بتونی

به‌بلندی چند متر که در پایه‌ی آن پنجره‌ای قرار دارد (نگاره‌ی ۶) انجام میگیرد. برای رشد جانداران‌ریز در استوانه‌ی بالا اجسام پرکننده به درشتی معینی ریخته میشود. برای‌اینکه به جدار استوانه فشار زیاد وارد نشود این اجسام پرکننده وزن ویژه‌ی کمی دارد مانند کوک و سرباره‌ی آهن‌گدازی و سنگ‌پا و آجرسبک و سنگ‌آهک و سنگ قلوه و سفت و غیره سطح خارجی اجسام پرکننده بستگی به درشتی تکه‌های آن دارد و سطح فعال به نسبت مترمکعب حجم استوانه‌ی دستگاه آب پخش‌کنی را که برای رشد جانداران‌ریز اهمیت اساسی دارد تشکیل میدهد. لازم است که درشتی اجسام پرکننده باویژگی آب‌های زیرمانده هم‌آهنگ باشد زیرا اندازه‌ی پوسته‌ی جانداران‌ریز که روی این اجسام درست میشود به مقدار آلودگی آب و اجزای آن بستگی دارد.



نگاره‌ی ۶ـ اصول ساختمان یک دستگاه آب پخش‌کن آلودگی‌گیر

اگر درشتی تکه‌هائی که استوانه را پرکرده است کوچک باشد بزودی میگیرد و بسته میشود و برخی فرایندهای جانداران بی‌هوازی در درون استوانه روی میدهد که مزاحم جریان پاکسازی آب آلوده میگردد.

آبهای آلوده بایک بازوی گردنده از بالای استوانه روی اجسام پرکننده پاشیده میشود و اززوی اجسام گذشته به کف استوانه میرسد و از آنجا دریک مجرا به بیرون فرستاده میشود. سوراخهای پنجره‌ی کف و بلندی آن باعث ایجاد یک کشش هوا

در استوانه میشود و ازاینراه هوا و اکسیژن با آب تماس پیدا میکند. تماس هوا با سطح آب که ازروی اجسام پرکننده به پائین ریخته میشود شرایط مساعدی برای جانداران‌ریز هوازی بوجود میآورد که روی سطح اجسام پرکننده بصورت یک لایه‌ی لزج و نازک مینشیند. درپی فعالیت این جانداران‌ریز آلودگیهائی که در آب شناور است جذب جانداران میشود و مواد آلی که در آب حل شده تجزیه میگردد. ازاینراه پس‌از یکبار گذشتن آب آلوده ازروی این اجسام پرکننده مواد آلودگی آب‌های زیرمانده بحد زیادی کاسته میشود.

مدت زمان لازم برای براه افتادن این‌گونه آب پخش‌کن‌ها یعنی برای برقرار شدن لایه‌ی جانداران‌ریز روی تکه‌های پرکننده‌ی استوانه‌ی آب پخش‌کن ۴ تا ۶ هفته پیش‌بینی میشود.

بسته به مقدار آلودگی آبهای زیرمانده دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر میتواند معمولی یا ضعیف یا قوی یا بسیار قوی ساخته شود.

در دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر ضعیف یک لایه‌ی کلفت خزه‌مانند روی اجسام پرکن را میگیرد و پس‌از پایان فعالیت جانداران‌ریز لایه‌ی خزه‌مانند ازروی اجسام پرکن کنده شده پائین ریخته میشود. ازاین‌راه مواد آلی آلودگیهای آب تبدیل به مواد معدنی میشود. در دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر بسیار قوی مقدار نسبتاً فراوانی آبهای آلوده در دستگاه ریخته میشود (جدول ۱۳). چون سرعت آب دراین دستگاه زیاد است و روی سطح اجسام پرکننده را میشوید برخلاف دستگاههای آب‌پخش‌کن ضعیف یک لایه‌ی نازک از جانداران‌ریز روی اجسام پرکن را میپوشاند و آبهای آلوده‌ای که به‌پائین استوانه رسیده دوباره به‌بالای استوانه برگردانده شده و از بالای اجسام پرکننده دوباره پاشیده میشود.

با اکسیژنی که دراین آبهای برگردانده شده موجود است فرایند تجزیه شدن با جانداران‌ریز هوازی بهتر انجام میگیرد زیرا افزون‌بر اکسیژنِ آب اکسیژنِ هوا نیز به‌این واکنش‌ها یاری میدهد. دراین دستگاههای آب‌پخش‌کن قوی اکسیژن و فراورده‌های گوارش جانداران تندتر میتواند از لایه‌ی نازک جانداران‌ریز بگذرد ولی از لایه‌ی کلفت جانداران‌ریز در دستگاههای آب‌پخش‌کن ضعیف این‌کار به‌آسانی

ممکن نمی‌باشد.

دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر قوی اثر مطلق بهتری برای تجزیه کردن آلودگیها نسبت به دستگاههای آب‌پخش‌کن ضعیف دارد ولی اثر نسبی یعنی درصد تجزیه‌ی مواد آلودگی به‌مقدار آن کمتر است. این عیب میتواند ازراه چندبار برگرداندن آبهای آلوده به‌دستگاه جبران شود.

داده‌های شناسگر برای این‌دوگونه دستگاه در جدول ۱۳ نوشته شده است.

جدول ۱۳

داده‌های شناسگر برای دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر

	آب‌پخش‌کن ضعیف	آب‌پخش‌کن قوی
توان مطلق اجسام پرکننده		
(گرم BSB_5 برای هرمترمکعب در روز (۶۹)	۱۷۵	۸۷۵
توان سطح خارجی (مترمکعب آب‌آلوده		
به‌مترمربع سطح اجسام پرکننده در ساعت (۶۹)	۰/۱۵	۰/۸
میزان پاکسازی (٪ BOD_5-BSB_5)(۷۰)	۹۰-۹۵	۷۰-۹۰
نیاز به انرژی (کیلووات‌ساعت		
برای کیلوگرم BSB_5 تجزیه‌شده (۶۹)	۰/۱-۰/۲	۰/۲-۰/۳

درباره‌ی گرفتن آلودگی‌های آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌های قند با دستگاههای آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر نتایج تجربی فراوانی دردست است.

نخستین آزمایش در سال ۱۹۰۰ انجام گرفت (۷۱). این آزمایش و آزمایشهای دیگر در سالهای ۱۹۳۴ (۷۲) کنارگذاشته شد زیرا آبهای بسیار آلوده‌ی کارخانه‌های قند میبایستی پیش‌ازاینکه در دستگاه آب‌پخش‌کن ریخته شود با آب تازه رقیق شود. چون مقدار آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌های قند (به آبهای دیفوزیون و آب تفاله) بسیار بزرگ بود اینگونه فرایندها در سطح صنعتی بسیارگران تمام میشند. در سالهای بعد براندون (BRANDON) (۷۳) همه‌ی آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند

را چندین ماه در استخر نگاهداری کرد و در بهار و تابستان با آبهای ریزشی رقیق کرده و در دستگاههای نیمه‌صنعتی آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر کار کرد.

به‌تازگی درچند کارخانه‌ی قند انگلستان پالایش نهائی آبهای آلوده‌ی جمع‌آوری شده در دستگاههای صنعتی آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر انجام شده است (۶۶).

دراین‌کارها نیز تا ماههای تابستان آبهای آلوده با آب رودخانه رقیق شده است رویهم‌رفته نزدیک به ۱۵۰۰۰۰ مترمکعب آبهای زیرمانده‌ی آلوده‌ی کارخانه‌ی قند در مدت یکسال پالایش شده است. میزان پالایش آبها در میانگین سال ۸۵٪ و حداکثر آن ۹۵٪ بوده است. دریک دستگاه آب‌پخش‌کن ضعیف معمولاً آبهای آلوده با ۱۷۵ گرم BSB_5 هرمترمکعب ریخته میشود ولی در ماههای خرداد و تیر آبهائی با ۴۶۰ گرم BSB_5 هرمترمکعب در روز پالایش شده است. دریک کارخانه‌ی قند دیگر انگلیس دو دستگاه آب‌پخش‌کن پشت سرهم سوار شده و مقدار آب زیرمانده‌ی آلوده از ۰/۴۸ مترمکعب به ۱/۴۳ مترمکعب برای هرمترمکعب حجم دستگاه در روز افزایش داده شده است.

شنایدر (SCHNEIDER) هوفمان‌والبک (HOFFMANN-WALBECK) و کلاچ (KOLLATSCH) (۱۶) دریک دستگاه آب‌پخش‌کن قوی نیمه صنعتی آب‌های‌زیرمانده‌ذخیره‌شده‌ی‌کارخانه‌ی‌قند باآلودگی (BOD_5) BSB_5 ۸۰۰تا۶۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر بی‌آنکه آنرا با آب رودخانه رقیق کنند عمل کرده‌اند: برای جلوگیری از بسته شدن و گیر کردن راه جریان آب بزرگی تکه‌های اجسام پرکننده ۶ تا ۸ سانتیمتر برگزیده شده بود. با طولانی کردن مدت گذشتن آب آلوده از دستگاه و رساندن آن به ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ازاین‌راه که چندبار آب را دوباره به‌دستگاه برگردانده شود دستگاه آب‌پخش‌کن توانسته است ۷۰٪ آلودگی را از آب بگیرد با توان ۱۴۰۰ گرم BSB_5 برای هرمترمکعب حجم دستگاه آب‌پخش‌کن در روز.

رویهم‌رفته میتواند گفته شود که دستگاه آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیری بعلت‌اینکه ۴ تا ۶ هفته وقت برای آغاز کردن بکار لازم دارد برای بکار گرفتن در دوره‌ی بهره‌برداری مناسب نمیباشد ولی میتواند برای پالایش آبهائی که در استخر انبار شده بکار برده شود.

اگر آلودگی آبهای زیرمانده‌ای که در استخر نگاهداری شده بسیار زیاد باشد باید آبهای آلوده با آب رودخانه رقیق شود یااینکه با ۷۰٪ پالایش مواد آلوده قناعت شود ولی پس‌از درجه‌ی پاکیزه شدن آبهای زیرمانده‌ی انبار شده ازراه طبیعی افزایش پیدا کند این عیب برطرف میگردد.

۲-۳-۲-۳-۴ فرایندِ پاکسازی از درون آبهای آلوده (فرایند لجن فعال)

در فرایندِ پاکسازی از درون آب آلوده جانداران‌ریز درون آب کار میکنند. اکسیژن هوا بصورت حبابهای بسیار ریز در آب پخش میشود و دراختیار جانداران‌ریز قرار میگیرد. بوجود آمدن یک پوسته‌ی لزج و بارهای الکتریکی مختلف روی سطح جانداران‌ریز باعث میشود که جانداران‌ریز دورهم جمع شوند (۷۴) و پرزه‌های لجن فعال درست کنند که از ذره‌های جانداران‌ریز و موادکلوئیدی (ژدگونی) ساخته شده است. دراثر حرکت آشفته‌ی آب که از هوا دادن در آن بوجود آمده و از بهم زدن آب تشدید میشود.

پرزه‌های لجن در حوضچه‌ی ته‌نشانی بطور شناور باقی میماند و ازاینراه پیوسته با هوا و آب‌های آلوده در تماس باقی میماند. مواد آلی آبهای آلوده جذب پرزه‌های لجن و جانداران‌ریز آن میشود و دراثر گوارش این جانداران‌ریز تجزیه میشود و در پایان معدنی میشود یااینکه برای ساختن مواد نوینی بکار برده میشود.

هنگام براه‌انداختن دستگاه آلوده‌گیرِ درونِ آبی (دستگاه فعال‌کننده) برای ساخته شدن پرزه‌های لجن فعال مقداری پرزه‌های پنبه‌ی‌کوهی (آسبست) (یک گرم پنبه‌ی‌کوهی برای هرمترمکعب آب زیرمانده) یا املاح آهن به آن میافزایند زیرا دراین‌صورت باکتریها سطح خارجی بزرگتری برای دورهم‌گرد آمدن پیدا میکنند. گذشته‌ازاین باید دستگاه با آبهائی که آلودگی کمتری دارد آغازکار کند وکم‌کم آبهای زیرمانده‌ی آلوده‌تر و غلیظ‌تر به‌دستگاه داده شود. مقدار اکسیژن در دستگاه فعال‌کننده باید ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم‌درلیتر باشد. بسته به شرایط‌کار و آب‌زیرمانده‌ی آلوده در دستگاه نوع مناسبی جانداران‌ریز بوجود میآید چنانکه کیفیت لجن فعال درهر دستگاهی ویژه‌ی خود آن دستگاه است و با دستگاههای دیگر تفاوت دارد.

را چندین ماه در استخر نگاهداری کرد و در بهار و تابستان با آبهای ریزشی رقیق کرده و در دستگاههای نیمه‌صنعتی آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر کار کرد.

به‌تازگی درچند کارخانه‌ی قند انگلستان پالایش نهائی آبهای آلوده‌ی جمع‌آوری شده در دستگاههای صنعتی آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیر انجام شده است (۶۶).

دراین‌کارها نیز تا ماههای تابستان آبهای آلوده با آب رودخانه رقیق شده است رویهم‌رفته نزدیک به ۱۵۰۰۰۰ مترمکعب آبهای زیرمانده‌ی آلوده‌ی کارخانه‌ی قند در مدت یکسال پالایش شده است. میزان پالایش آبها در میانگین سال ۸۵٪ و حداکثر آن ۹۵٪ بوده است. دریک دستگاه آب‌پخش‌کن ضعیف معمولاً آبهای آلوده با ۱۷۵ گرم BSB_5 هرمترمکعب ریخته میشود ولی در ماههای خرداد و تیر آبهائی با ۴۶۰ گرم BSB_5 هرمترمکعب در روز پالایش شده است. دریک کارخانه‌ی قند دیگر انگلیس دو دستگاه آب‌پخش‌کن پشت سرهم سوار شده و مقدار آب زیرمانده‌ی آلوده از ۰/۴۸ مترمکعب به ۱/۴۳ مترمکعب برای هرمترمکعب حجم دستگاه در روز افزایش داده شده است.

شنایدر (SCHNEIDER) هوفمان‌والبک (HOFFMANN-WALBECK) و کلاچ (KOLLATSCH) (۱۶) دریک دستگاه آب‌پخش‌کن قوی نیمه صنعتی آب‌های‌زیرمانده‌ذخیره‌شده‌ی‌کارخانه‌ی‌قند باآلودگی (BSB_5 (BOD$_5$ ۸۰۰تا۶۰۰ میلی‌گرم‌درلیتر بی‌آنکه آنرا با آب رودخانه رقیق کنند عمل کرده‌اند: برای جلوگیری از بسته شدن و گیر کردن راه جریان آب بزرگی تکه‌های اجسام پرکننده ۶ تا ۸ سانتیمتر برگزیده شده بود. با طولانی کردن مدت گذشتن آب آلوده از دستگاه و رساندن آن به ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ازاین‌راه که چندبار آب را دوباره به‌دستگاه برگردانده شود دستگاه آب‌پخش‌کن توانسته است ۷۰٪ آلودگی را از آب بگیرد با توان ۱۴۰۰ گرم BSB_5 برای هرمترمکعب حجم دستگاه آب‌پخش‌کن در روز.

رویهم‌رفته میتواند گفته شود که دستگاه آب‌پخش‌کن آلودگی‌گیری بعلت‌اینکه ۴ تا ۶ هفته وقت برای آغاز کردن بکار لازم دارد برای بکار گرفتن در دوره‌ی بهره‌برداری مناسب نمیباشد ولی میتواند برای پالایش آبهائی که در استخر انبار شده بکار برده شود.

اگر آلودگی آبهای زیرمانده‌ای که در استخر نگاهداری شده بسیار زیاد باشد باید آبهای آلوده با آب رودخانه رقیق شود یااینکه با ۷۰٪ پالایش مواد آلوده قناعت شود ولی پس‌از درجه‌ی پاکیزه شدن آبهای زیرمانده‌ی انبار شده ازراه طبیعی افزایش پیدا کند این عیب برطرف میگردد.

۲-۳-۲-۳-۴ فرایندِ پاکسازی از درون آبهای آلوده (فرایند لجن فعال)

در فرایندِ پاکسازی از درون آب آلوده جانداران‌ریز درون آب کار میکنند. اکسیژن هوا بصورت حبابهای بسیار ریز در آب پخش میشود و دراختیار جانداران‌ریز قرار میگیرد. بوجود آمدن یک پوسته‌ی لزج و بارهای الکتریکی مختلف روی سطح جانداران‌ریز باعث میشود که جانداران‌ریز دورهم جمع شوند (۷۴) و پرزه‌های لجن فعال درست کنند که از ذره‌های جانداران‌ریز و موادکلوئیدی (ژدگونی) ساخته شده است. دراثر حرکت آشفته‌ی آب که از هوا دادن در آن بوجود آمده و از بهم زدن آب تشدید میشود.

پرزه‌های لجن در حوضچه‌ی ته‌نشانی بطور شناور باقی میماند و ازاینراه پیوسته با هوا و آب‌های آلوده در تماس باقی میماند. مواد آلی آبهای آلوده جذب پرزه‌های لجن و جانداران‌ریز آن میشود و دراثر گوارش این جانداران‌ریز تجزیه میشود و در پایان معدنی میشود یااینکه برای ساختن مواد نوینی بکار برده میشود.

هنگام براه‌انداختن دستگاه آلوده‌گیرِ درونِ آبی (دستگاه فعال‌کننده) برای ساخته شدن پرزه‌های لجن فعال مقداری پرزه‌های پنبه‌ی‌کوهی (آسبست) (یک گرم پنبه‌ی‌کوهی برای هرمترمکعب آب زیرمانده) یا املاح آهن به آن میافزایند زیرا دراین‌صورت باکتریها سطح خارجی بزرگتری برای دورهم‌گرد آمدن پیدا میکنند. گذشته‌ازاین باید دستگاه با آبهائی که آلودگی کمتری دارد آغازکار کند وکم‌کم آبهای زیرمانده‌ی آلوده‌تر و غلیظ‌تر به‌دستگاه داده شود. مقدار اکسیژن در دستگاه فعال‌کننده باید ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم‌درلیتر باشد. بسته به شرایط کار و آب‌زیرمانده‌ی آلوده در دستگاه نوع مناسبی جانداران‌ریز بوجود میآید چنانکه کیفیت لجن فعال درهر دستگاهی ویژه‌ی خود آن دستگاه است و با دستگاههای دیگر تفاوت دارد.

بهترین راهنما برای شناخت توان پاکسازی یک دستگاه آلوده‌گیری دروِنِ آبی (دستگاه فعال‌کننده) نگاه کردن لجن فعال آن زیر میکروسکپ است. لجن فعال خوب باید باکتریهای آسپیدیسکاکوستاتا (Aspidisca costata) داشته باشد. درجائی‌که به‌دستگاه بیش‌از توان آن بار داده شود بجای اسپیدیسکاکوستاتاموبها (Amoebe) و غیره در لجن دیده میشود.

ته‌نشین شدن پرزه‌های لجن بستگی به وزن پرزه و چگالی آن وشمار و نوع باکتریهای آن دارد. باکتریهای کلوئید و ترکیزه‌گون باعث افزایش چگالی و ته‌نشین شدن پرزه‌ی لجن میشود. جانداران‌ریز (باکتری = ترکیزه) دراز اندام و همانند آن مانند اسفروتیلوس ناتانس (Sphaerotilus natans) چگالی راکاهش میدهد.

در همه‌ی دستگاههای بیولوژی پاکسازی آبهای آلوده نوسان پ‌هاش آبهای آلوده برای جانداران‌ریز موجود در پرزه‌ی لجن بسیار مزاحم است و فعالیت آنرا در نابودکردن آلودگیها بسیار میکاهد. تغییر آهسته‌ی دما زیانی ببار نمی‌آورد هرچندکه دما در دستگاه لجن فعال باید میان ۵+ تا ۲۰+ درجه سانتیگراد باشد (۷۵).

دراثر وجود مواد آلی در آبهای زیرمانده جانداران‌ریز در طول مدت رشد سریعی پیدا میکند و مقدار فراوانی لجن فعال تولید میشودکه باید از آبهای آلوده بیرون برده شود. بخش بزرگی ازاین لجن فعال بیرون فرستاده شده دوباره با تلمبه به دستگاه پس فرستاده میشود تا مقدار لجن لازم برای ادامه کار دستگاه تامین گردد و بخش دیگر آن جداگانه عمل میشود. دراینجا باید به این نکته توجه شودکه داشتن یک ذخیره‌ی بزرگ از لجن فعال دریک دستگاه پاکسازی قوی برای آبهای بسیار آلوده بویژه در مواقعی که بطور ناگهانی آبهای زیرمانده با آلودگی مواد آلی فراوان در آن ریخته شود بسیار لازم و مهم است و یک چنین دستگاهی بهتر از دستگاههای ضعیف با مقدارکمی لجن فعال کار میکند. لجن‌هائی که آهن داشته باشد بهتر از لجن‌های بی‌املاح آهن بار اضافی را تحمل میکند (۷۶).

اگر در دستگاه مقدارکافی هوا داده نشود بویژه درجائی‌که مقدار هیدراتهای کربن و فنول فراوان باشد لجن بادکرده تولید میشود. دراینجا جسم پرزه‌های لجن افزایش پیدا میکند بی‌آنکه چگالی آن بالا برود. نوع جانداران‌ریز عوض میشود مثلاً

باکتریهای اسفروتیلوس ناتانس به‌مقدار فراوانی تولید میشود. از بوجود آمدن این باکتری میتواند بوسیله‌ی کم‌کردن غلیظی آلودگی یا افزایش مقدار هوا یا بالا بردن پ‌هاش تا ۹ جلوگیری شود.

دستگاههای‌پاکسازی آبهای‌آلوده بالجن فعال ساختمان بسیار متفاوتی‌دارد و هوادادن درآن‌نیز انواع‌مختلفی دارد مانند فرایندهوادهی بافشار و فرایندهوارسانی.

۱ـ۲ـ۳ـ۲ـ۳ـ۴ فرایند هوادهی بافشار

در فرایند هوادهی با فشار هوا توسط کمپرسور بدرون آبهای آلوده فرستاده میشود. هوا ازروی صفحه‌های صافی یا لوله‌های صافی بیرون‌شو یا افشانه‌های هوا در آب فرستاده میشود. درجائی‌که صفحه‌های صافی یا لوله‌های صافی بیرون‌شو بکار برده میشود اگر حبابهای هواکوچک باشد گازها بخوبی معاوضه میشود ولی هوا باید بدون گردوخاک و روغن باشد تا سوراخها گرفته نشود.

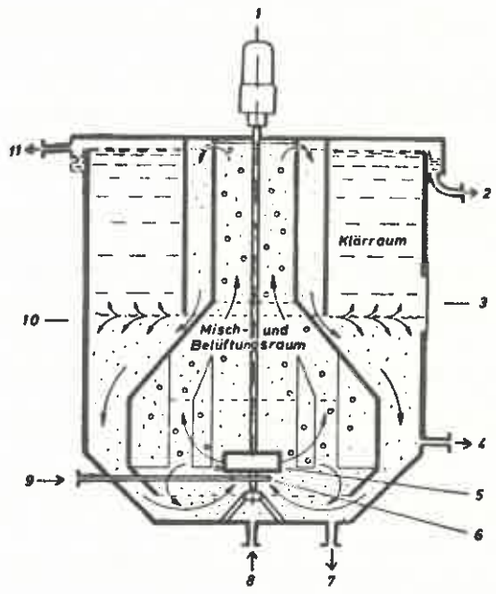
درفرایند اینکا (INKA) (۷۷) به روش پوبل (POEBEL) (۷۸) و درچند فرایند دیگر لوله‌های سوراخ‌شده برای هوارسانی بکار برده میشود و ازاین‌راه معایب هوادهی با صافی ازمیان برداشته میشود ولی اثر این‌کار ازنظر مقدار هوائی که با آب مخلوط میشودکمتر است و مقدار اکسیژنی‌که به باکتریها رسانده میشودکمتر است.

در دستگاههای نوین شکل حوضچه چنان برگزیده میشودکه همراه با هوادادن آب درون حوضچه بهتر بهم زده شود. طرح‌هائی‌که در آنها حوضچه‌های هوادهی و حوضچه‌های ته‌نشانی دریک‌جا جمع شده است از هزینه‌ی ساختمان و ازجا صرفه‌جوئی شود.

برای نخستین‌بار در امریکا بوجود آمد. این‌گونه دستگاههاکه در نگاره‌ی ۷ نشان داده شده و بیومات (Biomat) نامیده میشود (درگذشته اروآکسه‌لراتور نامیده میشد) درآلمان نیز رواج پیداکرده‌است (برای دیگرطرح‌ها به‌نوشتار ۷۹ نگاه‌کنید).

در سال ۱۹۶۰ آزمایشی در سطح صنعتی انجام گرفت تابایک دستگاه بیومات آمیزه‌ای از آبهای زیرمانده‌ی متفرقه و آبهای مدار چغندررسانی و شست‌وشو (به نسبت $\frac{2}{3}$) پاکسازی شود (۸۰).

مقدار این آبهای زیرمانده نزدیک به ۷۰٪ وزن چغندر بود. به‌این آبهای آمیخته نخست دریک حوضچه‌ی پیش‌صاف‌کنی آهک (نزدیک به ۲۰۰ میلی‌گرم CaO برای هر لیتر) زده شد تا ثابت بماند و پ‌هاش آن به ۱۰ تا ۱۱/۵ رسانده شد. همراه با ثابت‌سازی آب مواد آلی (مواد شناور - کلوئیدها و غیره) ته‌نشین شد. این مواد در آبهای چغندررسانی و شست‌وشو نزدیک به ۲۵ تا ۳۵٪ مقدار BSB_5 و در آبهای زیرمانده‌ی متفرقه نزدیک به ۱۰ تا ۲۰٪ مقدار BSB_5 بود. آب‌های آهک‌خورده پس‌از ته‌نشینی دریک بیومات با لجن فعال به پ‌هاش ۷ تا ۷/۵ رسانده میشود. پس‌ازبرخی تغییرات دردستگاهها ازمیان رفتن آلودگیها تانزدیک ۹۰٪ به‌روش پرمنگنات‌دوپتاسیوم اندازه‌گیری‌شد وبه‌روش BSB_5 حدود ۸۰٪ رسانده‌شد (۸۱).



نگاره‌ی ۷- برنمای کارکردن یک بیومات

(ساخت کارخانه لورگی‌گزلشافت‌فورشموتشینک‌ام‌ب‌هافرانکفورت‌ماین)

۱- الکتروموتور
۲- لوله‌ی بیرون‌رو آب پاکیزه‌شده
۳- شیشه‌ش دیدن
۴- لوله‌س بیرون‌رو لجن
۵- بهم‌زن
۶- هوا پخش‌کن
۷- زیرآب
۸- آب آلوده‌ی پیش‌پاک‌شده
۹- هوا
۱۰- حدجداسازی
۱۱- لوله‌ی سرریز

۲-۲-۳-۲-۳-۴ فرایند هوارسانی

درفرایند هوارسانی با کمک جاروک‌های گردنده یا فرفره (مانند فرفره‌ی فورتر VORTAIR) هوا در آبهای آلوده‌زده میشود و آب هم بهم خورده میشود.

کسنر (KESSENER) (۸۲) در سال ۱۹۲۲ آزمایش کرده بود که آلودگی آبهای دیفوزیون و چلاندن تفاله راازراه هوا دادن در سطح آب باکمک جاروک‌های گردنده ازمیان بردارد. در سالهای بعد دریک دستگاه پاکسازی نیمه‌صنعتی با لجن فعال این آبهای آلوده پس‌از زدن فسفات آزمایش شد و آب آلوده‌ای بکار برده شد که قبلاً به‌فرایند ترشباندن و گنداندن کمی از آلودگی آن گرفته شده بود. نتیجه‌ی این آزمایش رضایت‌بخش بود (۸۳) امروزه برای هوارسانی روتور بکار برده میشود که دریک حوضچه‌ی هوارسانی چهارگوش یا در گودالهای اکسیدی کردن بیضی‌شکل قرار داده شده است (نگاره‌ی ۸). این دستگاهها معمولاً با مقدار فراوانی لجن ولی مقدار کمی اکسیژن آزاد (۰/۱ - ۰/۵ میلی‌گرم‌درلیتر) کار میکند. بعلت‌افزونی مقدار لجن در برابر افزایش ناگهانی مقدار آلودگی آب چندان حساس نمیباشد.

۳-۳-۲-۳-۴ داده‌های شاخص برای دستگاههای پالایش کوچک

جدول ۱۴ توان پاکسازی دستگاههای پالایش بیولوژی آبهای آلوده را نشان میدهد. ولی باید گفته شود که داده‌های این جدول بیشتر برای آبهای آلوده‌ی شهری است. برای محاسبه‌ی داده‌ی همترازی شمار ساکنان داده‌ی ۵۴گرم BSB_5 در روز (داده‌ای که برای گندابهای شهری درنظر گرفته میشود) بحساب نیامده بلکه داده‌ی گندابهائی که با وسائل مکانیکی پاک شده (۳۵گرم BSB_5 در روز) در محاسبه گذاشته شده است. برای هر پاکسازی بیولوژی باید قبلاً پاکسازی مکانیکی انجام بگیرد.

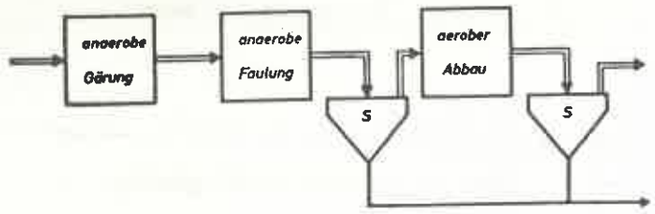
نگاره‌ی ۸ـگودالهای اکسیدی کردن
(ساخت کارخانه‌ی پاساوان - میشل باخرهوته)

جدول ۱۴
داده‌های شناسگر برای دستگاههای کوچک پاکسازی آبهای آلوده

دستگاه	توان پاکسازی گرم BSB_5 برای مترمکعب درروز	همتراز باشمار ساکنان	مصرف انرژی کیلووات‌ساعت بسرای‌کم‌شدن‌هر کیلو BSB_5
دستگاههای آب‌پخش‌کن (۶۹)(۷۰)			
آلودگی ضعیف (پاکسازی ۹۰-۹۵٪ BSB_5)	۱۷۵	۵	۰/۱-۰/۲
آلودگی قوی (پاکسازی ۷۰-۹۰٪ BSB_5)	۸۷۵	۲۵	۰/۲-۰/۳
دستگاههای لجن فعال به فرایند هوای فشرده (۸۴)			
پاکسازی کامل (پاکسازی ۸۵-۹۵٪ BSB_5)	۱۸۰۰	۵۰	۰/۵-۱/۰
پاکسازی ناقص (پاکسازی ۶۰-۸۰٪ BSB_5)	۳۶۰۰	۱۰۰	۰/۴-۰/۷
دستگاههای لجن فعال به فرایند هوارسانی (۸۵)			
نورد دراز با آهن‌نبشی (پاکسازی ۸۷٪ BSB_5)	۷۰۰۰	۲۰۰	۰/۴۱-۰/۷۸ بسته‌به‌اینکه تاچه عمقی فرورفته‌باشد

۴ـ۳ـ۲ـ۳ـ۴ فرایند توام شده

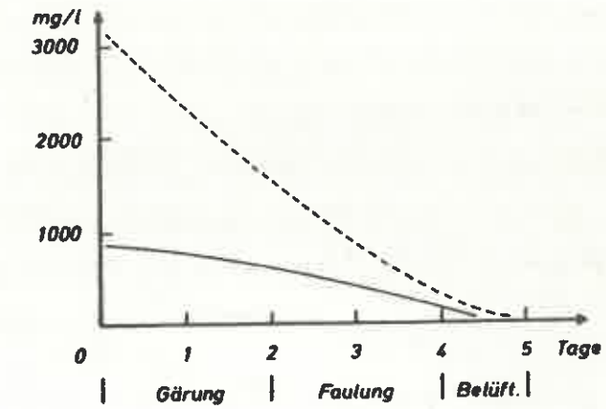
در سالهای اخیر با آزمایش‌های دقیق معلوم شده است که آبهای زیرمانده‌ی تازه و غلیظ کارخانه‌های قند ازراه پاکسازی با جانداران‌ریز هوازی بدشواری پاک میشود. پس‌ازمدتی مقدار فراوانی باکتریهای لزج تولید میشودکه مانع ته‌نشین شدن لجن فعال میگردد (۶۷) ازاین‌رو کوشش شده است که از توام کردن دو روش پاکسازی با باکتریهای هوازی و پاکسازی با باکتریهای بی‌هوازی آنچنانکه در استخرهای آبهای آلوده روی میدهد و درطول مدت درازی بیشتر آلودگیهای آب ازمیان برداشته میشد بهره‌گیری شود.



نگاره‌ی ۹ـ پاکسازی آبهای زیرمانده‌ی آلوده دردو پله‌ی هوازی و بی‌هوازی (۶۷).
S = ته‌نشانی

شنایدر (SCHNEIDER) و هوفمان - والبک (HOFFMANN-WALBECK) و کولاچ (KOLLATSCH) (۶۷) دریک دستگاه آزمایشگاهی پاکسازی با هوا و بی‌هوا را باهم توام کردند.

درنگاره‌ی۹ پایه‌ی روش این‌دستگاه نشان‌داده‌شده‌است. دراین دستگاه درمدت ۵روز یکی‌پس‌ازدیگری سه‌پله‌ی کار یعنی ترشاندن-گنداندن-اکسیدی‌کردن‌باهوا صورت‌گرفته‌است و پاکسازی موادآلوده ۹۶ تا ۹۷٪ بدست‌می‌آید (نگاره‌ی ۱۰).



نگاره‌ی ۱۰ـ مصرف پرمنگنات‌دوپتاسیوم و BSB_5 در پاکسازی آبهای آلوده در پله‌های پاکسازی باهوا و بی‌هوا (۶۷).

- - - - - مصرف پرمنگنات ——— مصرف BSB_5

برای‌اینکه از پاکسازی مواد آلوده بوسیله‌ی جانداران‌ریز پیش‌از ریختن به دستگاه جلوگیری شود به آبهای آلوده آهک‌زده شده و پ‌هاش آن به ۱۱ رسانده می‌شود.

چون هزینه‌ی ساختن چنین دستگاهی دراندازه‌های صنعتی نسبتاً بالاست فرایند توام باکمی تغییرات در کارخانه بکار برده می‌شود. پله‌های اول و دوم (ترشاندن و گنداندن) در استخر آبهای آلوده در عمق ۶ تا ۱۰ متری انجام میگیرد که باتوجه به دمای پائین آب در زمستان و بهار چندماه طول میکشد.

گودهای برداشتن شن و ماسه یا خاک‌رس میتواند درجای استخر ریختن آبهای آلوده‌ی کارخانه‌ی قند بکار برده شود ولی باید درنظر گرفته شود که این گودیها مزاحم آبهای زیرزمینی محیط نگردد. اگر آبهای آلوده‌ی کارخانه‌ی قند دراین گودیها چندین متر رویهم ریخته شود خود پاکسازی آب بحدکافی انجام نخواهد گرفت (به

بند ۱ـ۲ـ۳ـ۴ نگاه کنید) بلکه یک پاکسازی باهوا باید در دنبال آن انجام شود. پس‌از اینکه دمای آب رویهم ریخته نزدیک به ده درجه‌صدبخشی رسید دستگاه اکسیدی کردن براه انداخته میشود و آب آلوده‌ایکه بخشی‌از آلودگیهای آن پاک شده بود ازراه هوا دادن تا آنجا پاک میشود که بتواند به رودخانه ریخته شود. چون آب آلوده‌ی کارخانه‌ی قند در فاصله‌ی زمانی میان بهره‌برداری و آغاز هوادهی برای پاکسازی اکسیدی تاحد زیادی خودبخود پاک شده است و در مدت ۴ تا ۵ ماه باید بتدریج از دستگاه اکسدی کردن گذرانده شود این دستگاه نسبتاً کوچک طرح میشود. با اینگونه طرحها دستگاههای فرایند توام در حجم نسبتاً کوچک ساخته شده و در عمل نیز باصرفه کارکرده است.

برای پله هوادهی دستگاه پالایش آب آلوده میتواند همه‌گونه دستگاههای اکسیدی کردن مانند دستگاه آب‌پخش‌کن یا دستگاه لجن فعال یا گودالهای اکسیدی‌کننده بکار برده شود. ازاین‌راه میتواند آلودگی آبهای زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند که در استخر ریخته شده بایاری یک هواده ورتر (VORTAIR) ۸۸ تا ۹۲٪ پائین آورده شود (۸۶). برای اکسیدی کردن آب آبدانهای کم‌عمق که چندبار در سال آبهای نیمه‌آلوده در آن ریخته میشود و به آنها هوا دمیده میشود نیز بکار برده شده است.

پیشرفت فرایندهای بیولوژی پاکسازی آلودگیهای آب زیرمانده‌ی کارخانه‌ی قند هنوز پایان نیافته است و هنوز هم برای بهبود این فرایندها کار و فعالیت میشود.