



سیستم مدار بسته پرورش آبزیان

مواد دفعی و فضولات

فهرست مطالب

۲ مقدمه
۲ منشا مواد دفعی در سیستم های پرورش آبزیان
۵ حذف مواد جامد
۶ مواد دفعی جامد قابل رسوب
۱۰ مواد دفعی معلق
۱۱ مواد دفعی محلول در آب
۱۱ مکانیسم های حذف مواد جامد

اقتصاد آبزیان (گروه بتا)

در مزارع پرورش ماهی کاهش کیفیت آب مصرفی مهمترین عامل محدود کننده تولید می باشد، کیفیت و کمیت آب بطور مستقیم میزان تولید واحد های پرورش ماهی را کنترل می کند. در سیستم های آبی پروری اگر بتوان آب را به شیوه ای پایش و کنترل نمود تا از لحاظ کیفیت و کمیت پاسخگوی مایحتاج آبیان باشد، می توان در شرایط و مناطق کم آب نیز اقدام به تولید آبیان نمود. در سیستم های مدار بسته، آب استخرهای پرورشی پس از تصفیه دوباره برای استفاده آبیان مهیا می شود، این فرایند علاوه بر کاهش قابل ملاحظه آب مصرفی، شرایط مکانیزاسیون مراکز پرورشی را نیز فراهم می آورد.

سیستم های پرورش مدار بسته یا سیستم گردشی یکی از دستاورد های بشر برای ارتقاء سطح فنی و کیفی مراکز تولید آبیان می باشد. سیستم های مدار بسته به خاطر کاهش قابل توجه میزان آب مصرفی و توان پرورش فوق متراکم آبیان در واحد سطح مورد توجه قرار گرفته اند. با این حال به دلیل تراکم بالای جمعیت آبیان در استخرهای پرورشی میزان تولید مواد دفعی نیز افزایش یافته و حذف بهینه مواد زائد به عنوان یک چالش در سیستم های مدار بسته تلقی می گردد. عدم حذف مواد زائد در استخر های پرورشی موجب تغییر فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی آب شده و در نهایت بر سلامت آبیان تاثیر گذار خواهد بود.

منشا مواد دفعی در سیستم های پرورش آبیان

در واقع تمامی فضولات تولید شده در سیستم های مدار بسته از غذا نشات می گیرد. مواد دفعی در سیستم های پرورش ماهی به دو حالت دیده می شود:

(۱) غذای خورده نشده

(۲) مواد حاصله از ماهی (در قالب جامد، مایع و گاز)

از خوراکی که توسط ماهی خورده می شود، ۸۰ تا ۹۰ درصد در نهایت در فرم های مختلف دفع می شود. به عنوان یک قاعده کلی، از مقدار کل غذایی که ماهی مصرف می نماید، ۲۵ درصد به صورت مواد جامد معلق (بر اساس ماده خشک) تولید می شود. عمده مواد جامد معلق تولید شده توسط ماهی ها به صورت مدفوع بوده و حجم تولید آن وابسته به نرخ تغذیه می باشد.

مواد جامد معلق از نظر فیزیکی دو نوع تقسیم بندی دارند:

(۱) بر اساس وزن مخصوص^۱

(۲) بر اساس اندازه ذرات^۲

وزن مخصوص ماده دفعی توسط منشا ذرات تعیین می گردد، در حالی که اندازه ذرات به واسطه ترکیبی از عوامل از جمله فرآیند حذف مواد جامد، منشا ذرات، اندازه ماهی، دمای آب و آشفتگی در سیستم تعیین می شود.

رفتار ذرات معلق در آب توسط وزن مخصوص ذرات تعیین می شود. وزن مخصوص به عنوان نسبت چگالی یک ذره خیس به آب تعریف شده است. مدفوع ماهی خیلی سنگین تر از آب نیست بنابراین سرعت ته نشینی آن بالا نبوده و موجب می گردد تا مقداری از فضولات به صورت معلق در ستون آب باشند.

در حالی که مدفوع منبع بسیاری از مواد جامد معلق بوده، خوراک خورده نشده نیز منبع مهمی از ذرات معلق جامد در آب استخرهای پرورش ماهی می باشد. به طور معمول از لحاظ اندازه ذرات معلق جامد حاصله از خوراک نسبت به ذرات معلق جامد حاصله از مدفوع متفاوت هستند.

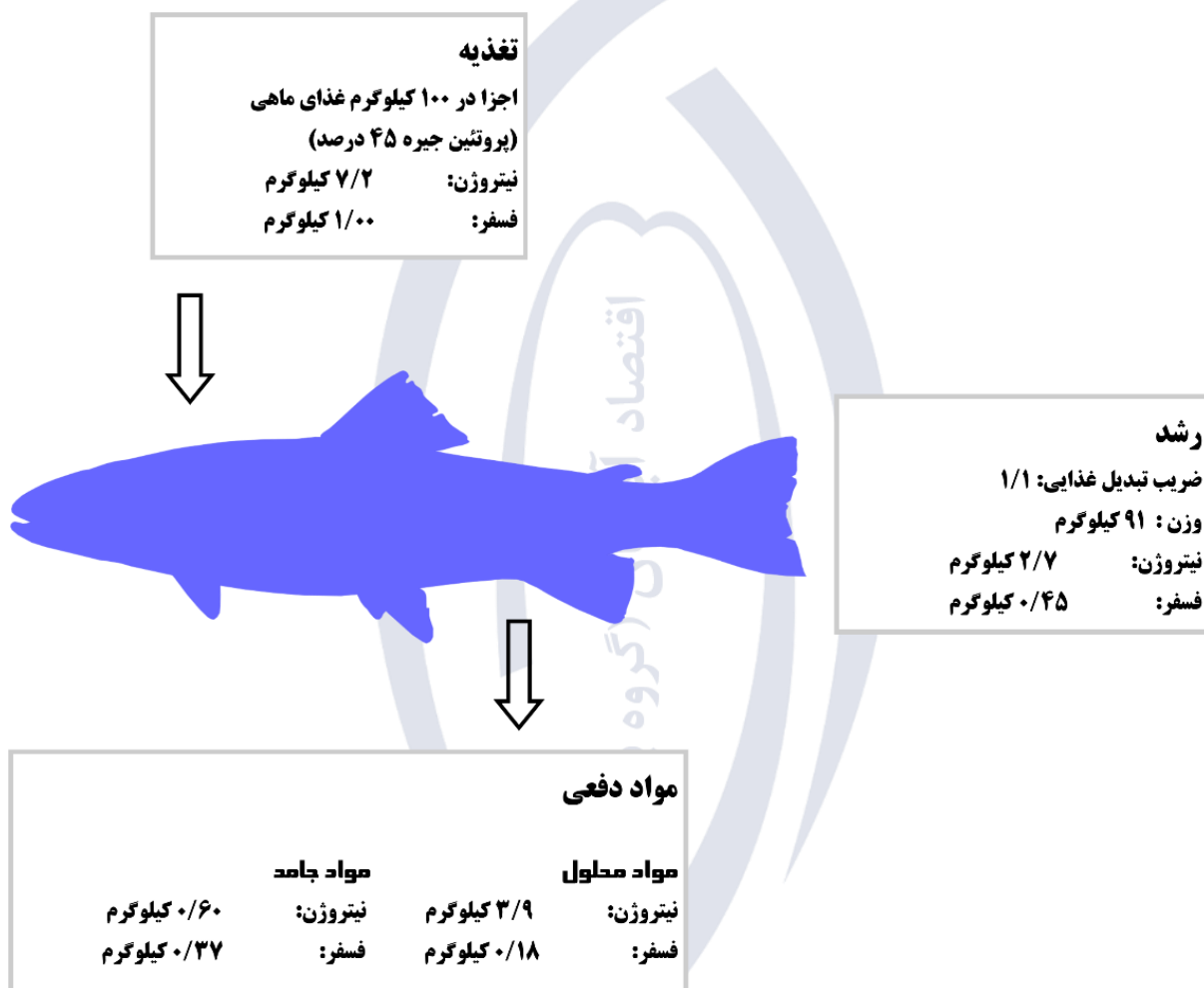
غذای خورده نشده به آرامی در ستون آب متلاشی می گردد، اما حتی بعد از گذشت چندین ساعت بیش از ۹۷ درصد اجزای غذا بزرگتر از ۶۰ میکرون و ۷۳ درصد بزرگتر از ۵۰۰ میکرون (۰/۵ میلی متر) خواهند بود. ذرات جامد معلق نشات گرفته از دو منبع (خوراک و مدفوع) از لحاظ اندازه و وزن مخصوص متفاوت هستند بنابراین برای حذف آنها روش های متفاوتی نیاز می باشد. در آبه سیستم های مدار بسته پرورش ماهی، ذرات ریز (ذرات کمتر از ۳۰ میکرومتر) شایع و غالب ستون آب هستند.

تکنیک های رسوب گذاری توانایی حذف ذرات ریز از آب را ندارند، زیرا ذرات کوچکتر از ۳۰ میکرون سرعت رسوب گذاری پایینی دارند و این ویژگی روش های مبتنی بر جاذبه را غیرکاربردی می نماید.

^۱ Particle Specific Gravity

^۲ Particle Size Distribution

مدفوع ماهیان به طور معمول حاوی مواد هضم شده یا نشده محدود در یک پوشش مخاطی می باشد. تجزیه بیولوژیک غذاهای مصرف نشده و ضایعات ماهی ها به وسیله میکروارگانیسم هایی که مستقر بر روی تمامی سطوح (مخازن، لوله ها، فیلترها و ذرات جامد) و در سراسر ستون آبی بوده، رخ می دهد. در صورت عدم تصفیه مکانیکی مناسب، حجم بالای جامدات و فضولات با فراهم نمودن مواد غذایی موجب تحریک رشد جمعیت این میکروارگانیسم ها در سیستم های آبی پروری مداربسته می شود، به گونه ای که می توانند به یک مصرف کننده اصلی اکسیژن تبدیل شوند. علاوه بر این، طی فرآیند تجزیه مواد زائد آمونیاک تولید شده که باعث می شود مقدار مواد نیتروژنی آب افزایش یابد.



شکل ۱: مواد دفعی نیتروژن (N) و فسفر (P) در مزارع پرورش ماهی. به مقدار نیتروژن دفع شده در قالب ماده محلول توجه داشته باشید. منبع Biomar و آژانس محافظت از محیط زیست دانمارک.

حذف مواد جامد

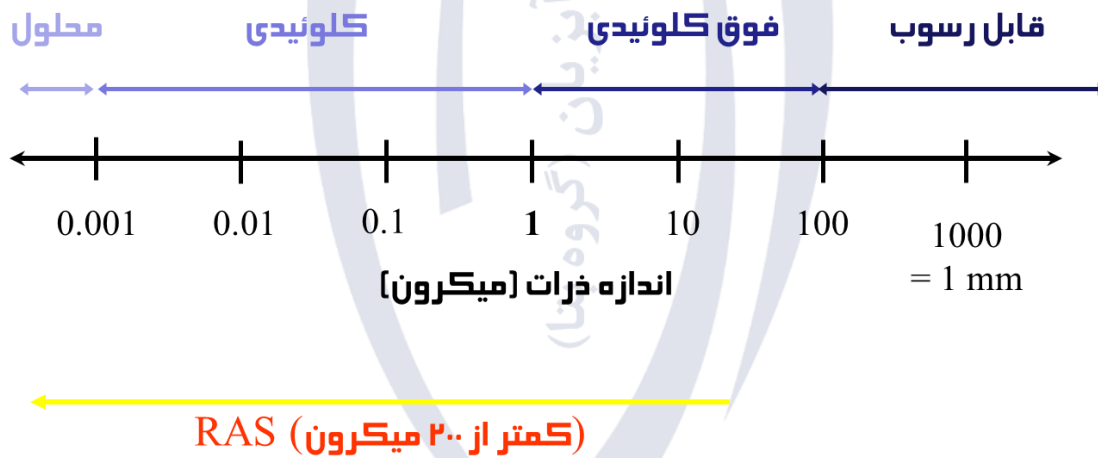
تجزیه مواد دفعی جامد ماهیان و خوراک غیر قابل هضم یا خورده نشده می تواند مقدار قابل توجهی اکسیژن مصرف نماید و مقدار زیادی نیتروژن آمونیاکی تولید کند. در سیستم های آبی پروری مواد دفعی به سه حالت یافت می شود:

(۱) مواد دفعی جامد قابل رسوب^۳

(۲) مواد دفعی معلق^۴

(۳) مواد دفعی محلول در آب^۵

مشخصات از لحاظ اندازه



شکل ۲: دسته بندی ذرات دفع شده بر اساس اندازه

^۳ Waste Solids-Settleable

^۴ Suspended

^۵ Fine or Dissolved Solids

مواد دفعی جامد قابل رسوب

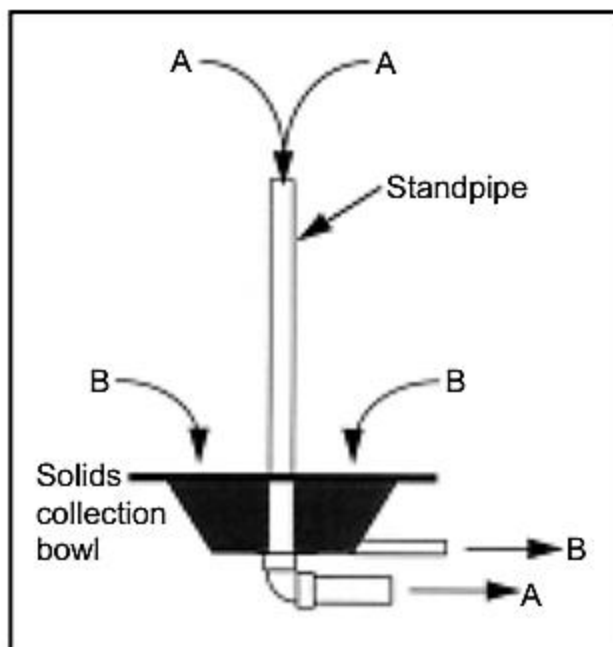
مواد دفعی جامد قابل رسوب اغلب شامل مواد غذایی خورده نشده، بیوفلاک^۶ (باکتری های مرده و زنده) و مدفوع آبزیان می شود. این ذرات معلق در اندازه های مختلف از اندازه سانتی متر (Cm) تا میکرون (μm) شناسایی شده اند. مواد دفعی موجب آسیب به آبشش آبزیان، توسعه عوامل بیماری زا و تغییر فاکتورهای فیزیوشیمیایی آب می شوند. از این رو اولین و ضروری ترین اقدام در تصفیه آب، حذف مواد زائد جامد در سیستم های آبی پروری می باشد زیرا کارایی بهینه قسمت های دیگر وابسته به حذف اولیه مواد جامد از سیستم می باشد. فضولات جامد باید هرچه سریع تر از استخر های آبزیان خارج شوند زیرا در صورت تاخیر ذرات بزرگ تبدیل به ذرات کوچک می شوند که در این حالت حذف آنها با دشواری همراه خواهد بود.

عمل حذف فضولات جامد زمانی که تانک ها دارای زهکش تخلیه باشند بسیار راحت تر صورت می پذیرد. در تانک های مدور و تانک های شبه مدور (هشت ضلعی یا مربعی با زوایای گرد) مواد دفعی در مرکز تانک تجمع یافته و از طریق زهکش وسط توسط جریان کم یا از طریق خروجی اصلی از تانک ها خارج می گردند.

زهکش های خروجی وسط استخر دارای دو نوع خروجی هستند:

(۱) خروجی با جریان آب زیاد به منظور خارج کردن مواد جامد معلق

(۲) خروجی با جریان آب کم به منظور خارج کردن مواد جامد ته نشین شده



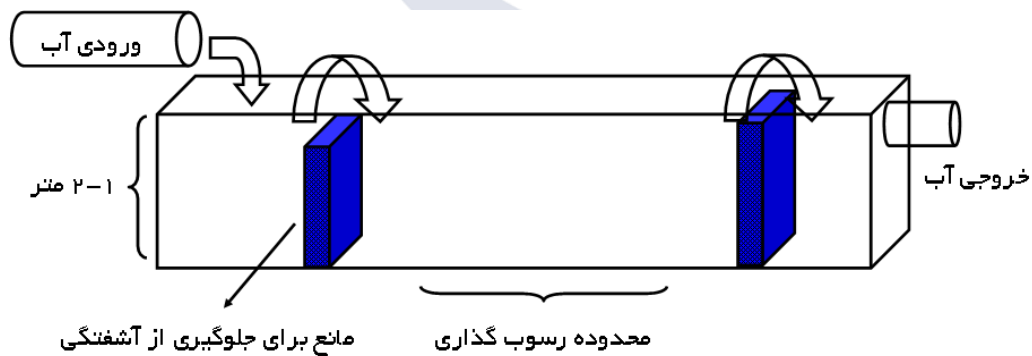
شکل ۳: شماتیک زهکش خروجی مرکزی تانک. (A) مواد دفعی معلق (B) مواد دفعی ته نشین شده

در طراحی سیستم های مداربسته تجاری باید روش های فیلتراسیون مواد جامد قبل از شروع تجزیه بیولوژیکی لحاظ شوند تا با جداسازی و حذف سریع جامدات از سیستم از وقوع این فرآیند پیشگیری شود. عدم حذف مواد دفعی جامد از سیستم، تا حد زیادی مصرف اکسیژن مورد نیاز را در فیلتر بیولوژیکی افزایش داده و مقدار اکسیژن در دسترس ماهیان را کاهش می دهد، در نتیجه میزان اکسیژن کل مورد نیاز سیستم به طور قابل توجهی افزایش می یابد تا رشد بهینه ماهیان و کارایی موثر فیلتر بیولوژیکی را حفظ نماید.

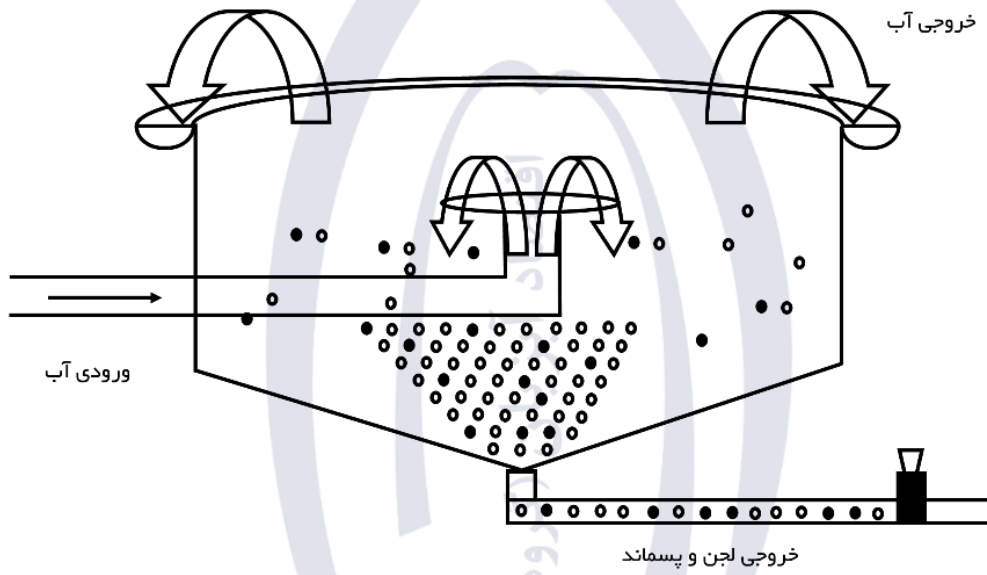
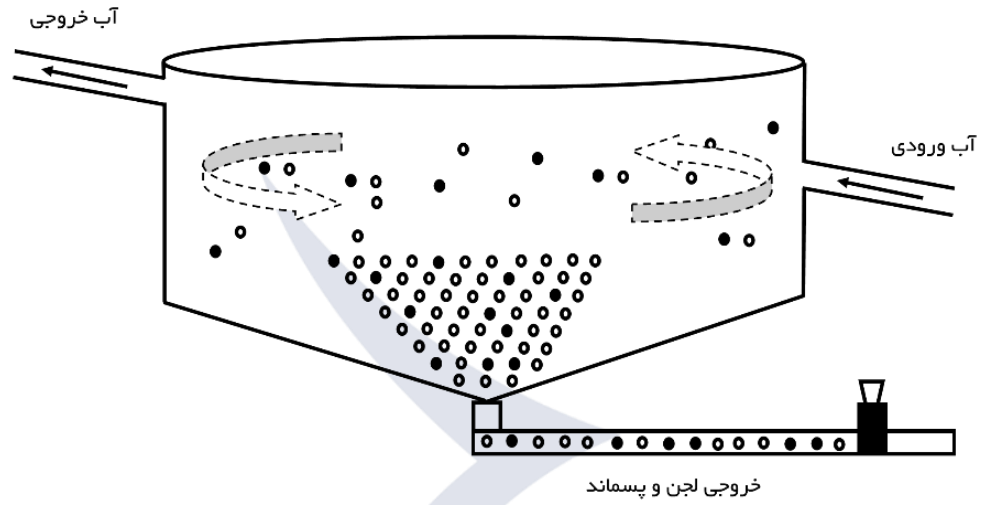
معمولا در سیستم های مداربسته آبی پروری مواد جامد درشت ($\mu m < 100$) که قابلیت ته نشینی و رسوب را دارند با استفاده از امکاناتی نظیر جداکننده های چرخشی، اتافک های ته نشینی، جداکننده های صفحه ای شیبدار حذف می نمایند.

ساده ترین فیلترهای مکانیکی توری های مختلفی هستند که مانع از عبور ذرات معلق آب می شوند. اما مشکل این توری ها مسدود شدن منافذ آنها می باشد. بنابراین کمتر مورد استفاده قرار می گیرند مگر اینکه به طور مداوم به صورت معکوس شستشو شوند. راه دیگر برای از بین بردن ذرات معلق رسوب این ذرات در مخازن مخصوص می باشد. در استخرهای مستطیلی رسوبگیر سرعت حرکت آب باید کمتر از ۳ سانتیمتر در ثانیه باشد زیرا در این سرعت ذرات معلق در پساب استخرهای پرورش ماهی رسوب می کنند. در این سرعت ۳۰ لیتر آب در ثانیه از

سطح مقطع یک متر مربعی عبور می کند. هنگامی صفحات مشبک به صورت لایه های در این استخرهای رسوبگیر قرار می گیرند راندمان ترسیب یا جداسازی بالا می رود. در هیدروسیلکون باز (همچنین ترسیب کننده چرخشی نامیده می شود) و جریان گردابی ذرات تحت تاثیر نیروی چرخشی ته نشین می شوند. راندمان این نوع ترسیب کننده از استخرهای رسوبگیر مستطیلی بالاتر است. این راندمان تا ۴ برابر بیشتر می تواند باشد.



شکل ۴: استخرهای رسوب گیر مستطیلی



شکل ۵: تصویر بالا جریان گردابی و تصویر پایین هیدروسیکلون باز

مواد دفعی معلق

در سیستم های مدار بسته، اکثر ذرات بر حسب اندازه، کوچکتر از ۱۰۰ میکرون می باشند و در سیستم های مدار بسته متراکم اکثر ذرات بر حسب اندازه، ۳۰ میکرومتر یا کمتر خواهند بود. در چنین مواردی، فیلتراسیون مکانیکی بی اثر خواهد بود.

مدیریت مزارع باید به گونه ای باشد که با انتخاب ابزار و روش های مناسب تمامی ذرات با اندازه های مختلف از سیستم حذف شوند. به عنوان مثال برای ذرات بزرگتر از رسوب گذاری^۷ و غربالگری^۸ و برای ذرات ریز از فوم فراکشن و ضد عفونی ازن استفاده شود.

فیلتر های دارای مدیای گرانولی رنج وسیع تری از مواد معلق را کنترل می نمایند. این نوع فیلتر برای حذف ذرات با اندازه ی کمتر از ۲۰ میکرون مناسب می باشد. اغلب طراحان سیستم های مدار بسته استفاده از این نوع فیلتر را در مزارعی که نیاز به شفافیت بالا و بازیافت شدید آب دارند، توصیه می نمایند.

غلظت ذرات معلق جامد کل^۹ یعنی حجم ذرات بزرگتر از ۱ میکرونی که در یک حجم مشخص از آب حضور دارند. ذرات معلق جامد می تواند ماهیت ارگانیک و غیر ارگانیک داشته باشد. ذرات ارگانیک با عنوان ذرات معلق فرار^{۱۰} شناخته شده و موجب مصرف اکسیژن و بروز مشکلات چسبندگی زیستی^{۱۱} می شوند. اجزای غیرارگانیک به تشکیل رسوبات لجن کمک می کنند.

^۷ Sedimentation

^۸ Screening

^۹ Total Suspended Solids

^{۱۰} Volatile Suspended Solids

^{۱۱} Biofouling

از لحاظ ظاهری، مواد دفعی می تواند به دو شاخه ذرات رسوب پذیر با اندازه بزرگتر از ۱۰۰ میکرون و ذرات غیر قابل رسوب با اندازه کمتر از ۱۰۰ میکرون تقسیم بندی شود. کنترل ذرات خیلی ریز تر بسیار سخت بوده و دلیل بروز بیشتر مشکلات در سیستم های مدار بسته می باشند.

مواد دفعی محلول در آب

مواد معلق خیلی ریز یا محلول در آب به شدت به سلامت کلی ماهی ها آسیب می رسانند. با این حال، متخصصان و کارشناسان هنوز موافق ارائه عددی قطعی برای غلظت های قابل قبول ذرات معلق جامد کل، نیستند، تا پس از آن به عنوان یک هدف در طراحی سیستم های مدار بسته برای کارایی حذف ذرات معلق جامد کل لحاظ شود. به عنوان مثال، طبق مطالعات آلاباستر و لویید (۱۹۸۲)، برای آبی پروری داخلی^{۱۲}، هیچ شواهدی وجود ندارد که غلظت مواد جامد معلق تا ۲۵ میلی گرم در لیتر هر گونه اثر مضر روی ماهی داشته باشد. فیفاک در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد می کند که غلظت مواد جامد معلق کمتر از ۱۵ میلی گرم در لیتر به عنوان یک مقدار ایمن در سیستم های تجدید پذیر حفظ شود، در حالی که Muir (۱۹۸۲) توصیه می کند که برای این سیستم ها بازه ۲۰ تا ۴۰ میلی گرم در لیتر حفظ شود. به یاد داشته باشید ممکن است سطوح تحمل به میزان غلظت مواد جامد در گونه های مختلف ماهی به طور قابل توجهی تفاوت داشته باشد و ممکن است سایر پارامترهای کیفیت آب از توانایی ماهی در مقاومت به غلظت بالای ذرات معلق جامد کل جلوگیری کند.

مکانیسم های حذف مواد جامد

تجهیزات و روش های حذف مواد جامد معلق باید قبل از متلاشی شدن ذرات و تجزیه میکروبی با کمترین ایجاد آشفتنگی در آب مواد دفعی را خارج نمایند. این مکانیسم ها شامل موارد زیر می شود:

(۱) جداسازی بر پایه جاذبه زمین یا گرانش (تانک های رسوب گذاری، تیوب های رسوب گذارنده و هیدروسیکلون).

جداسازی گرانشی بر اساس اصل سرعت ته نشینی و رسوب گذاری مواد فعالیت می کند.

^{۱۲} Indoor fisheries

۲) فیلتراسیون (توری ها، مدیاهای گرانولی و مدیاهای متخلخل)

حذف ذرات از آب می تواند با یک یا چند فرآیند تصفیه انجام شود.

۳) تعلیق یا شناور سازی (فوم فراکشن)

در فرآیند شناور سازی، ذرات به حباب های هوا متصل می شوند و از آب جدا می شوند.

ذرات بزرگ (بزرگتر از ۱۰۰ میکرومتر) می توانند به طور مؤثر با استفاده از بستر های رسوبگذاری یا فیلترهای مکانیکی حذف گردند. با این حال، ذرات ریز را نمی توان به طور مؤثر به وسیله روش های گرانشی و فیلتراسیون گرانولی جداسازی کرد. فیلترهای گرانولی تنها در حذف ذرات بزرگتر از ۲۰ میکرون مؤثر هستند. جداسازی گرانشی بر اساس اصل سرعت ته نشینی و رسوب گذاری مواد فعالیت می کند