شناسنامه مهندسی و راهنمای جامع محصول

سولفات آلومینیوم (آلوم / زاج)

منعقدکننده کلاسیک معدنی با فرمول $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ با کارایی اثبات‌شده در زلال‌سازی آب، ترسیب فسفات، ته‌نشینی لجن و کاربرد گسترده در صنایع آب شرب، فاضلاب، نساجی و کاغذسازی.

ماهیت ساختاری و شیمی هیدرولیز آلوم

سولفات آلومینیوم (**Aluminum Sulfate**) شناخته‌شده‌ترین کواگولانت معدنی در فرآیندهای تصفیه آب است. این ترکیب پس از انحلال در آب، یون‌های هیدراته $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ را رها می‌سازد که با انجام واکنش‌های هیدرولیز پیاپی، رسوب نامحلول ژلاتینی هیدروکسید آلومینیوم $Al(OH)_3(s)$ تولید می‌کنند.

این رسوب فلوکولاسیون جاروبی (Sweep Flocculation) پدید می‌آورد و ذرات باردار کلوئیدی، میکروارگانیسم‌ها و مواد رنگی را به دام می‌اندازد. همچنین سولفات آلومینیوم موثرترین ماده شیمیایی در ترسیب ارتوفسفات‌ها و فسفر کل پساب به شمار می‌رود.



سولفات آلومینیوم (آلوم)
گرانول نباتی و پودری تصفیه آب و فاضلاب

جدول مشخصات فیزیکی و شیمیایی (Technical Datasheet)

پارامتر فنی (Parameter)	گرید ۱۷٪ گرانول نباتی (درجه یک)	گرید پودری ۱۲٪ و ۱۷٪ (صنعتی)	استاندارد مرجع
شکل ظاهری و فیزیکی	کریستال گرانولار سفید نباتی بدون بو	پودر همگن سفید متمایل به کرم	مشاهده بصری (Visual)
محتوای اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)	**حداقل ۱۷.۰ % وزنی**	**۱۲.۰ % و ۱۷.۰ % وزنی**	تیتراسیون کمپلکسومتری EDTA
میزان آهن کل (بر حسب Fe_2O_3)	کمتر از ۰.۰۰۵ % (Iron-Free خالص)	کمتر از ۰.۰۵ % الی ۰.۵ %	اسپکتروفتومتری جذب اتمی
مواد نامحلول در آب (Insoluble)	حداکثر ۰.۲ %	حداکثر ۰.۵ % الی ۱.۰ %	استاندارد ملی ISIRI 425
پی‌اچ محلول ۱% در C°۲۵	۳.۰ الی ۳.۸ (محیط اسیدی)	۳.۰ الی ۳.۶	پتانسیومتری استاندارد
چگالی توده‌ای (Bulk Density)	۰.۹۵ الی ۱.۰۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب	۰.۹۰ الی ۱.۰۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب	ASTM D1895
فلزات سنگین (سرب Pb / آرسنیک As)	As < 4ppm | Pb < 20ppm	مطابق محدوده مجاز پساب‌های صنعتی	AWWA B403 / EN 878
حلالیت در آب سرد (C°۲۰)	حدود ۳۸۰ گرم در ۱۰۰۰ گرم آب	حدود ۳۶۰ گرم در ۱۰۰۰ گرم آب	حل کامل بدون ژل‌شدگی

مبانی علمی کواگولاسیون، تعادل حلالیت و ترسیب فسفات

فرآیند انعقاد با سولفات آلومینیوم شامل واکنش‌های تعادلی حساسی است که به بازه pH و نسبت استوکیومتری وابسته هستند. برای دستیابی به حداکثر زلال‌سازی و حداقل غلظت آلومینیوم باقیمانده، کنترل شرایط هیدرولیز الزامی می‌باشد:

۱ بازه بهینه pH تشکیل رسوب هیدروکسید (۵.۵ تا ۷.۸)

در pH کمتر از ۵.۵، یون‌های چندهسته‌ای کاتیونی تمایل به حل‌شدن دارند و فلوک تشکیل نمی‌شود. در pH بالاتر از ۸.۰ نیز یون منفی آلومینات ($Al(OH)_4^-$) تشکیل شده و لخته‌ها بازانحلال می‌یابند. حداقل حلالیت دقیقاً در بازه ۶.۰ تا ۷.۴ رخ می‌دهد.

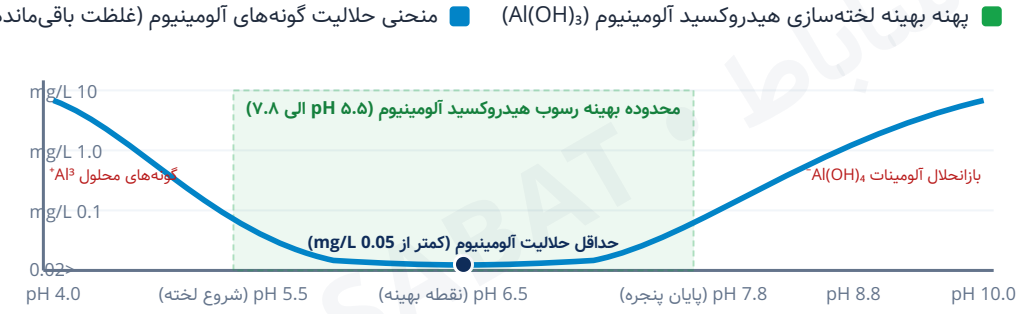
۲ ترسیب شیمیایی و حذف ارتوفسفات‌ها ($AlPO_4$)

یون‌های آلومینیوم با میل پیوندی شدید، فسفات‌های محلول را در قالب رسوب نامحلول فسفات آلومینیوم ($AlPO_4$ با $K_{sp} \approx 10^{-21}$) تثبیت کرده و غلظت فسفر کل خروجی تصفیه‌خانه را به کمتر از ۰.۵ میلی‌گرم بر لیتر کاهش می‌دهند.

نمودار ۱: دیاگرام حلالیت و تشکیل فلوک هیدروکسید آلومینیوم بر حسب بازه pH بهینه (۵.۵ تا ۷.۸)

حداقل حلالیت تعادلی در ۲۵°C

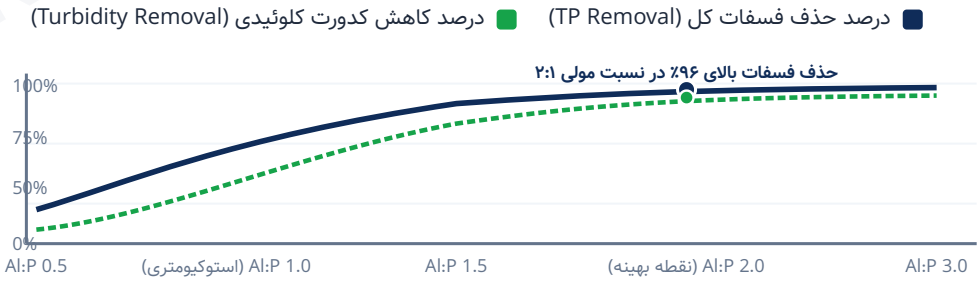
تعیین پنجره بهینه عملکردی کواگولانت جهت جلوگیری از بازانحلال آلومینات و تضمین حذف کامل کدورت



نمودار ۲: درصد حذف فسفات کل و ذرات کلوئیدی بر حسب نسبت مولی Al:P

غلظت اولیه فسفر: 8.5 mg/L PO_4-P

راندمان حذف فسفر کل (TP) و کاهش کدورت کلوئیدی متناسب با افزایش نسبت استوکیومتری تزریق آلوم



کاربردهای تخصصی سولفات آلومینیوم در صنایع و تصفیه‌خانه‌ها

۱. تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی شهری

کواگولانت مرجع برای زلال‌سازی آب سدها و رودخانه‌ها؛ لخته‌سازی و حذف مؤثر کدورت‌های کلوئیدی، جلبک‌ها، پلانکتون‌ها و رنگ آب ناشی از ترکیبات هوموسی با ایجاد فلوک‌های درشت و قابل ته‌نشینی.

۲. تصفیه تکمیلی فاضلاب و ترسیب فسفر

تزریق در حوضچه‌های هوادهی و ته‌نشینی جهت تثبیت فسفات‌ها و جلوگیری از اوتروفیکاسیون منابع آبی؛ بهسازی تراکم‌پذیری لجن بیولوژیکی و مهار باکتری‌های رشته‌ای عامل پدیده بالکینگ (Bulking).

۳. صنایع کاغذسازی، کارتن و مقوا (Rosin Sizing)

تنظیم بار سطحی الیاف و تثبیت چسب رزین (آهارزنی اسیدی)؛ افزایش استحکام مکانیکی، ضدآب شدن سطح کاغذ، کاهش خاکستر و بهبود سرعت آبگیری در توری‌های ماشین تولید کاغذ.

۴. صنایع نساجی، رنگرزی و دندانه پارچه (Mordant)

ایجاد پیوند پایدار و بادوام بین مولکول‌های رنگزا و الیاف طبیعی پنبه، پشم و ابریشم؛ و تصفیه لخته‌سازی پساب‌های رنگی کارخانجات نساجی پیش از تخلیه به محیط زیست.

دستورالعمل کارگاهی انحلال، غلظت تزریق و موازنه قلیائیت

سولفات آلومینیوم گرانول نباتی و پودری برای تزریق دقیق باید به شکل محلول آبی یکنواخت آماده‌سازی گردد. جهت کارکرد بهینه تجهیزات و پیشگیری از بروز نوسانات اسیدی رعایت دستورالعمل زیر ضروری است:

۱ **تهیه محلول مادر در مخازن انحلال:** غلظت بهینه محلول استوک معمولاً بین **۵ الی ۱۰ درصد وزنی** (معادل ۵۰ تا ۱۰۰ گرم آلوم در هر یک لیتر آب) می‌باشد. پودر یا گرانول را تدریجاً به آب اضافه نموده و با همزن دور متوسط (۳۰۰ دور بر دقیقه) به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه هم بزنید تا دانه‌ها کاملاً حل شوند.

۲ **پایش و موازنه قلیائیت آب (Alkalinity Consumption):** به ازای هر ۱ میلی‌گرم در لیتر سولفات آلومینیوم، حدود **۰.۵ میلی‌گرم در لیتر قلیائیت بر حسب کربنات کلسیم ($CaCO_3$)** مصرف می‌شود. در صورت پایین بودن قلیائیت طبیعی آب خام، تزریق همزمان آهک هیدراته یا سود سوزآور الزامی است.

۳ **فرآیند دو مرحله‌ای اختلاط سریع و آرام:** محلول آلوم باید ابتدا در فلش میکسر ($G \geq 700\ s^{-1}$) به مدت ۳۰ الی ۶۰ ثانیه مخلوط شده و سپس وارد حوضچه لخته‌سازی با همزن پدالی آرام ($G = 30\text{-}50\ s^{-1}$) به مدت ۲۰ دقیقه شود تا فلوک‌ها رشد نمایند.

۴ **بهره‌گیری همزمان از پلی‌الکترولیت ساباط:** در صورت مواجهه با سیلاب‌های شدید و کدورت فراتر از 500 NTU، تزریق مقادیر بسیار اندک (۰.۲ الی ۰.۵ ppm) پلی‌الکترولیت آنیونی ساباط به عنوان کمک منعقدکننده، حجم لخته‌ها را بزرگ‌تر و سرعت ته‌نشینی را تا ۳ برابر ارتقا می‌دهد.

ملاحظه خوردگی تجهیزات: محلول آلوم به دلیل خاصیت اسیدی (pH حدود ۳.۲) به فولاد معمولی، بتن غیرمحافظت‌شده و مس آسیب می‌زند. مخازن ذخیره، پمپ‌های دوزینگ و پایپینگ باید حتماً از متریال‌های مقاوم مانند پلی‌اتیلن (PE)، پی‌وی‌سی (PVC)، پلی‌پروپیلن (PP) یا استیل ضدزنگ SS316 انتخاب گردند.

جدول مدل‌های فعال و مشخصات تجاری سولفات آلومینیوم ساباط

بازرگانی ساباط انواع گریدهای کریستال نباتی و پودری سولفات آلومینیوم را با برگه آنالیز معتبر مطابق جدول زیر عرضه می‌نماید:

عنوان مدل تجاری	درصد Al_2O_3	محتوای آهن (Fe)	نوع بسته‌بندی	کاربرد اصلی و مشخصات کیفی
سولفات آلومینیوم گرانول نباتی ۱۷٪ درجه یک	حداقل ۱۷.۰%	کمتر از ۰.۰۰۵% (کاملاً بدون آهن)	کیسه ۲۵ و ۵۰ کیلوگرمی دولایه لمینت	تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی شهری، صنایع تولید کاغذ گلاسه و تحریر، نساجی و صنایع شیمیایی دقیق
سولفات آلومینیوم پودری ۱۷٪ (گرید صنعتی)	حداقل ۱۷.۰%	کمتر از ۰.۰۵% (Low-Iron)	کیسه ۲۵ و ۵۰ کیلوگرمی ضد رطوبت	حذف فسفات در پساب‌های بهداشتی، تصفیه پساب‌های قالیشویی، رنگرزی، خمیر کارتن و صنایع مقواسازی
سولفات آلومینیوم پودری ۱۲٪ (گرید اقتصادی)	حداقل ۱۲.۰%	کمتر از ۰.۵%	کیسه ۵۰ کیلوگرمی مقاوم PP	منعقدکننده مقرون‌به‌صرفه تصفیه فاضلاب‌های صنعتی سنگین، دباغی و چرم‌سازی، و خنثی‌سازی لجن

نکات ایمنی، بسته‌بندی و انبارداری صنعتی (MSDS)

بسته‌بندی و شرایط انبارداری:

- کیسه‌های ۲۵ و ۵۰ کیلوگرمی دولایه پروپیلن لمینت‌شده با نایلون داخلی محافظ رطوبت هوا.
- نگهداری روی پالت در انبار مسقف، خشک، دارای تهویه مناسب و با فاصله از منابع رطوبت و نم.
- پایداری انبارداری: **۲۴ ماه** در بسته‌بندی پلمپ اولیه کارخانه بدون تغییر کیفیت فیزیکی.

احتیاطات کارگاهی و بهداشت فردی:

سولفات آلومینیوم ماهیت اسیدی دارد و غبار آن می‌تواند باعث تحریک مجاری تنفسی و چشم گردد. استفاده از عینک ایمنی، ماسک فیلتردار و دستکش محافظ لاستیکی حین جابجایی و انحلال اکیداً توصیه می‌شود. در صورت پاشش به چشم، بلافاصله موضع را با آب فراوان جاری شستشو دهید.

مشاوره تخصصی، استعلام قیمت به‌روز و ثبت سفارش در بازرگانی ساباط

کارشناسان مهندسی فرآیند بازرگانی ساباط آماده ارائه مشاوره فنی در محاسبه دقیق استوکیومتری تزریق، بهینه‌سازی دوزینگ سولفات آلومینیوم و تامین مطمئن محموله‌ها در گریدهای نباتی و پودری برای تصفیه‌خانه‌ها و صنایع سراسر کشور می‌باشند. جهت استعلام موجودی انبار، اطلاع از قیمت‌های به‌روز تناژ و خرد، دریافت مشخصات فنی و صدور پیش‌فاکتور رسمی با ما در تماس باشید.

021-44994255 | 09198957861 (مشاوره) | bazargani-sabat.ir