پلی‌آلومینیوم کلراید؛
نسل برتر منعقدکننده‌ها

پلی‌آلومینیوم کلراید (Polyaluminum chloride, PAC) یک ماده منعقدکننده (Coagulant) و لخته‌ساز (Flocculant) جدید و البته قدرتمند در فرآیندهای تصفیه آب و پساب است. استفاده از این ماده به‌طور چشم‌گیری در طیف وسیعی از فرآیندهای تصفیه آب آشامیدنی، فاضلاب‌ها و انواع پساب‌های صنعتی و شیمیایی روبه افزایش است؛ تا جایی که در بسیاری از صنایع به‌عنوان یک ماده کارآمدتر نسبت به منعقدکننده‌های قدیمی‌تر مانند آلومینیوم سولفات (Aluminum sulfate, Alum)، کلرید آهن (Ferric chloride) و سولفات آهن (Ferric sulfate) استفاده می‌شود. علاوه بر کشورهای پیشرفته‌ای همچون آمریکا، کانادا، چین، ایتالیا، فرانسه و انگلستان، در سال‌های اخیر این ماده در ایران نیز توانسته است در بسیاری از صنایع جای خود را به‌عنوان یک منعقدکننده محبوب باز کند.

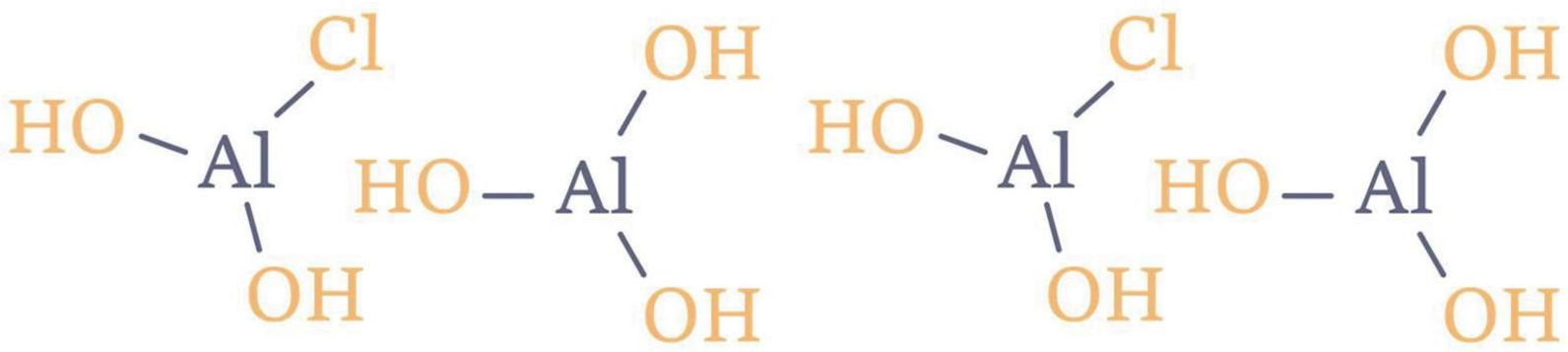
پلی‌آلومینیوم کلرایدها از سری ترکیبات پلیمریِ معدنی و قابل‌حل در آب با دانسیته بار بالا و از پیش خنثی‌شده هستند که براساس درصد آلومینا، درجه پلیمریزاسیون و میزان قلیائیت دسته‌بندی می‌شوند. این محصول با فرمول تجربی زیر تعریف می‌شود:

$$Al_2(OH)_nCl_{6_n}$$

پلی‌آلومینیوم کلروسولفات (Polyaluminum Chlorosulfate, PACS) یک محصول پرکاربرد دیگر از خانواده پلی‌آلومینیوم کلرایدها با فرمول تجربی زیر است:

$$Al_2(OH)_n\,Cl_{(6_n_2k)}(SO)_K$$

وارد شدن سولفات به ساختار PAC و تولید محصول PACS، موجب افزایش توانایی منعقدکننده در واکنش با آلودگی‌ها و ذرات معلق در آب یا پساب شده، اندازه لخته های تشکیل شده درشت تر و در نتیجه میزان و سرعت ته‌نشینی و حذف ذرات از آب یا پساب بیشتر می شود.



مزایای پلی آلومینیوم کلراید مایع

- عدم ایجاد رنگ ثانویه و بو در پساب تصفیه شده
- قیمت اقتصادی تر نسبت به نمونه های وارداتی
- ضمانت کیفیت محصول (تا ۱۲ ماه)
- تأمین پایدار و در دسترس بودن
- عدم تولید گرد و غبار و ضایعات
- کاربری آسان بدلیل مایع بودن
- انحلال کامل در آب

شاخصه‌های تعیین کیفیت پلی‌آلومینیوم کلراید

کیفیت و عملکرد پلی‌آلومینیوم کلراید با دو مشخصه اصلی یعنی درصد آلومینا (Al_2O_3) و درصد قلیائیت (Basicity) مشخص می‌شود. هرچه درصد آلومینای PAC بالاتر باشد دانسیته بار بیشتری در محیط آبی وجود دارد؛ که این امر موجب تشکیل توده ذرات بیشتری می‌شود. همچنین هرچه پارامتر درصد قلیائیت عدد بالاتری باشد، توده‌ها و اصطلاحاً فلاک‌های (Floc) بزرگ‌تری تشکیل شده و در نتیجه فرآیند انعقاد/لخته‌سازی ذرات با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

مقایسه پلی‌آلومینیوم کلراید (PAC) با آلومینیوم سولفات (Alum) و کلرید آهن ($FeCl_3$)

تعریف	آلومینیوم سولفات	پلی آلومینیوم کلراید	کلرید آهن
میزان مصرف	متوسط و زیاد	کم	متوسط و کم
کاهش pH آب	زیاد	کم	زیاد
شوری سیستم	بالا	کم	بالا
کاهش COD و BOD	کم	زیاد	زیاد
تشکیل گچ	بله	خیر	خیر
تشکیل لجن سولفات	بله	خیر	خیر
خوردگی قطعات فلزی	زیاد	بسیار کم	زیاد
رنگی کردن لجن تولیدی	خیر	خیر	بله

مقایسه پلی‌آلومینیوم کلراید مایع و جامد

پلی‌آلومینیوم کلراید مایع	پلی‌آلومینیوم کلراید جامد
✓ عدم نیاز به مخزن میکسر محلول سازی	✗ نیاز به مخزن میکسر برای محلول سازی
✓ قابلیت تزریق مستقیم از مخزن ذخیره‌سازی	✗ درصد رسوبات نامحلول بیشتر در محیط آب
✓ عدم تولید گردوغبار و ضایعات	✗ تولید گرد و غبار در حین تخلیه آن به مخزن میکسر
✓ عدم نیاز به اپراتور	✗ نیاز به تعداد اپراتور بیشتر
✓ قیمت پایین‌تر نسبت به پک جامد	✗ قیمت بالاتر (تا بیش از ۲/۵ برابر) نسبت به محصول مایع
✓ عدم تشکیل رسوبات نامحلول در محیط آبی	✗ جذب خیلی سریع رطوبت محیط (در اکثر گریدهای تولیدی)
✗ طول عمر مفید تا بیش از ۱۲ ماه	✓ قابلیت بسته‌بندی و حمل‌ونقل آسان‌تر
✗ نیاز به مخازن یا ظروف حمل‌ونقل و نگهداری	✓ طول عمر مفید تا بیش از ۲۴ ماه

کاربردهای پلی‌آلومینیوم کلراید

در صنایع تصفیه آب و انواع پساب‌های صنعتی و شیمیایی، به‌عنوان منعقدکننده برای تصفیه و زلال‌سازی:

- آب آشامیدنی و شهری
- فاضلاب‌های انسانی و شهری
- پساب واحدهای نساجی و رنگرزی
- پساب کارتن، کاغذ و مقواسازی و صنایع سلولزی
- پساب صنایع چرم سازی
- پساب صنایع غذایی، لبنی، نوشیدنی و روغن کشی
- پساب صنایع فولاد و نیروگاهی
- شیرابه زباله‌های شهری
- پساب صنایع کشتارگاهی، دامداری و فرآوری گوشت
- پساب صنایع شوینده، آرایشی و بهداشتی
- پساب صنایع شن و ماسه شویی
- پساب صنایع کاشی و سرامیک
- پساب صنایع رنگ و رزین
- حذف فلزات سنگین و ترکیبات یونی خطرناک

در صنایع تولید کاغذ و خمیر کاغذ با هدف تولید کاغذ با استحکام و کیفیت بالاتر

در محصولات مراقبت شخصی برای ساخت دئودورانت‌ها و ضدتعریق‌ها

در صنایع سیمان و بتن؛ به‌عنوان سفت سفت‌کننده و قوام دهنده بتن

در صنایع پتروشیمی و صنایع چرم و پارچه‌سازی به‌عنوان کاتالیست

در صنایع شوینده و پاک‌کننده‌ها به‌عنوان افزودنی جهت افزایش کیفیت و عملکرد مواد شوینده

محصولات

AvoPAC 17MB (پلی‌آلومینیوم کلراید مایع با ۱۷ درصد آلومینا و قلیائیت متوسط)

پلی‌آلومینیوم کلراید مایع ۱۷ درصد با نام تجاری AvoPAC 17MB از دسته محصولات پک مایع با قلیائیت متوسط و میزان آلومینای ۱۶/۵-۱۷/۵ درصد است. محصول AvoPAC 17MB یک منعقدکننده بر پایه آلومینیوم با دانسیته بار زیاد است که این مشخصه منجر به میزان مصرف کمتر این ماده در فرآیند انعقاد و همچنین کاهش حجم لجن تولیدی می‌شود. مناسب‌ترین کاربرد این ماده برای تصفیه آب شهری، تصفیه فاضلاب شهری و شیرابه زباله و انواع پساب‌های صنعتی و همچنین در فرآیندهای تولید کاغذ و مقواسازی و صنایع سلولزی است.

AvoPAC 9HB (پلی‌آلومینیوم کلراید مایع قلیائیت بالا با ۹/۵-۹ درصد آلومینا)

پلی‌آلومینیوم کلراید مایع قلیائیت بالا با نام تجاری AvoPAC 9HB، جدیدترین گرید از محصولات تولیدی پلی آلومینیوم کلراید مایع به دلیل آزادسازی یون آلومینیوم آزاد بسیار کم ، بهترین گزینه برای تصفیه و زلال سازی آب‌های پساب‌های معدنی و تصفیه آب یا پساب های تصفیه شده ورودی به سامانه های آب شیرین کن صنعتی سامانه‌های آب‌شیرین‌کن صنعتی (Reverse osmosis, RO) است. قدرت انعقاد و لخته سازی این محصول خیلی بالا است که موجب تسریع در فرآیند تصفیه و جداسازی مواد معلق در آب یا پساب می شود.

AvoPAC 13LB (پلی‌آلومینیوم کلراید مایع با ۱۳ درصد آلومینا و قلیائیت پایین)

پلی آلومینیوم کلراید مایع ۱۳ درصد با نام تجاری AvoPAC 13LB از دسته محصولات پک مایع با قلیائیت پایین و میزان آلومینای ۱۲/۵-۱۳/۵ درصد است. مناسب‌ترین کاربرد این ماده برای تصفیه آب و پساب‌هایی با میزان pH بالا (pH>10) مانند پساب برخی از کارخانجات نساجی و رنگرزی است.

AvoPAC 10MB (پلی‌آلومینیوم کلراید مایع با ۱۰ درصد آلومینا و قلیائیت متوسط)

پلی آلومینیوم کلراید مایع ۱۰ درصد با نام تجاری AvoPAC 10MB از دسته محصولات پک مایع با قلیائیت متوسط و میزان آلومینای ۹/۵-۱۰/۵ درصد است. این گرید از محصول پلی آلومینیوم کلراید مایع به عنوان اقتصادی ترین گزینه برای تصفیه پساب‌هایی که نیاز به تصفیه کامل ندارند یا تصفیه پساب‌هایی که میزان حساسیت کمتری دارند، پیشنهاد می شود.

مشخصات پلی‌آلومینیوم کلراید ۱۷ درصد (AvoPAC 17MB)

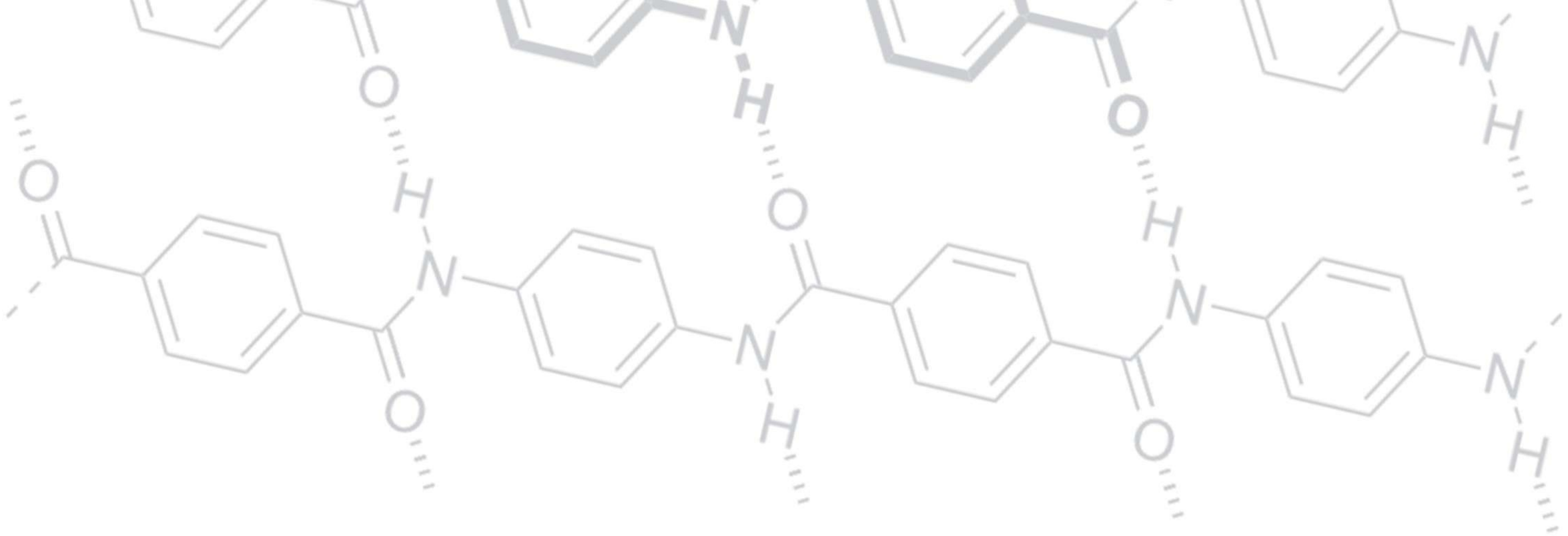
Cas number	۹- ۴۱- ۱۳۲۷
شکل ظاهری	مایع زرد کم‌رنگ
فرمول شیمیایی	$Al_2(OH)_n Cl_{6-n}$
درصد وزنی آلومینا AL_2O_3	۱۶/۵ - ۱۷/۵
درصد وزنی یون کلر	۱۹/۵ - ۲۱/۳۰
درصد وزنی یون سولفات	۰
دانسیته در ۲۰ °C	۱/۳۴ - ۱/۳۷
درصد قلیائیت	۳۸ - ۴۵
درصد مواد نامحلول در آب	ناچیز
کدورت (NTU)	<۲۰
اسیدیته (pH) محلول ۵ درصد وزنی	۳ - ۴/۵
ویسکوزیته در ۲۰ °C (mPA.s)	۱۰ - ۵۰
نقطه انجماد (°C)	-۲۰

مشخصات پلی‌آلومینیوم کلرایید قلیائیت بالا (AvoPAC 9HB)

Cas number	۹-۴۱ - ۱۳۲۷
شکل ظاهری	مایع بی‌رنگ مایل به زرد
فرمول شیمیایی	$Al_2(OH)_n Cl_{(6-n-2k)}(SO_4)_k$
درصد وزنی آلومینا Al_2O_3	۹ – ۹/۵
درصد وزنی یون کلر	۱۰/۱۴ – ۱۱/۲۸
درصد وزنی یون سولفات	۱/۱۰ – ۱/۵۰
دانسیته در ۲۰ °C	۱/۲۰ - ۱/۲۵
درصد قلیائیت	۶۴ – ۷۲
درصد مواد نامحلول در آب	خیلی ناچیز
کدورت (NTU)	< ۲۰
pH محلول ۵ درصد وزنی	۳/۵ – ۵/۰
ویسکوزیته در ۲۰ °C (mPA.s)	۱۰ – ۳۰
نقطه انجماد (°C)	-۱۰

مشخصات پلی‌آلومینیوم کلراید ۱۳ درصد (AvoPAC 13LB)

Cas number	۱۳۲۷-۴۱-۹
شکل ظاهری	مایع زرد پررنگ
فرمول شیمیایی	$Al_2(OH)_n Cl_{6-n}$
درصد وزنی آلومینا Al_2O_3	۱۲/۵ – ۱۳/۵
درصد وزنی یون کلر	۲۴/۰۴ – ۲۴/۵۴
درصد وزنی یون سولفات	۰
دانسیته در ۲۰ °C	۱/۲۸ – ۱/۳۳
درصد قلیائیت	۱۰ – ۲۰
درصد مواد نامحلول در آب	ناچیز
کدورت (NTU)	< ۵
pH محلول ۵ درصد وزنی	۲/۵ – ۴/۰
ویسکوزیته در ۲۰ °C (mPA.s)	۱۰ – ۳۰
نقطه انجماد (°C)	-۲۰



مشخصات پلی‌آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد (AvoPAC 10MB)

Cas number	۱۳۲۷-۴۱-۹
شکل ظاهری	مایع زرد کمرنگ
فرمول شیمیایی	$Al_2(OH)_n Cl_{6_n}$
درصد وزنی آلومینا Al_2O_3	۹٫۵ – ۱۰٫۵
درصد وزنی یون کلر	۲۳٫۰۰ – ۲۴٫۵۰
درصد وزنی یون سولفات	۰
دانسیته در ۲۰ °C	۱٫۲۵ – ۱٫۳۰
درصد قلیائیت	۳۵ – ۴۰
درصد مواد نامحلول در آب	ناچیز
کدورت (NTU)	< ۱۰
pH محلول ۵ درصد وزنی	۳٫۲ – ۴٫۵
ویسکوزیته در ۲۰ °C (mPA.s)	۱۲ – ۲۵
نقطه انجماد (°C)	-۱۵

AvoPAC 30MB (پلی آلومینیوم کلراید پودری)

پلی آلومینیوم کلراید پودری ۳۰ درصد با نام تجاری AvoPAC 30MB با میزان آلومینا بیش از ۲۸ درصد به عنوان یک منعقدکننده شناخته شده و متداول با خلوص زیاد و بالاترین میزان کیفیت نسبت به نمونه های مشابه صنعتی است. فرآیند تولید AvoPAC 30MB با پیشرفته ترین فنآوری خشک کردن (Spray Dryer) از محصول پک مایع ۱۷ درصد با نام تجاری AvoPAC 17MB انجام می شود.

این محصول به دلیل خنثی سازی قوی ذرات کلوئیدی و قابلیت جذب انتخابی مواد محلول مناسب ترین گزینه برای تصفیه آب شهری، پساب های صنعتی و شیمیایی و فرآیندهای تولید در صنایع کاغذسازی، مقواسازی و صنایع سلولزی است.

مشخصات پلی آلومینیوم کلراید پودری 30 درصد (AvoPAC 30MB)

Cas number	۹ - ۴۱ - ۱۳۲۷
شکل ظاهری	پودر سفید مایل به شیری
فرمول شیمیایی	$Al_2(OH)_nCl_{6-n}$
درصد وزنی آلومینا Al_2O_3	۳۰± ۲
درصد وزنی یون کلر	< ۳۷/۵ ٪
درصد وزنی یون سولفات	ناچیز
درصد قلیائیت	۴۵ – ۸۰ ٪
درصد مواد نامحلول در آب	<۱/۵ ٪
اسیدیته (pH) محلول ۱ درصد وزنی	۵ – ۳/۵
بسته بندی	کیسه ۲۵ کیلوگرمی دو لایه
پایداری	بیش از ۲۴ ماه

خدمات

تعیین بهترین گرید ماده منعقدکننده پلی‌آلومینیوم کلراید متناسب با مشخصات آب یا پساب

تعیین دُز بهینه پلی‌آلومینیوم کلراید

تعیین بهترین ماده کمک منعقدکننده متناسب با مشخصات آب یا پساب

انجام محاسبات فنی- اقتصادی متناسب با میزان مصرف دُز بهینه از پلی‌آلومینیوم کلراید

بازدید از تصفیه خانه و ارائه مشاوره برای اصلاح سیستم موجود یا طراحی تصفیه خانه جدید

بسته بندی محصولات

- گالن ۲۵ کیلوگرمی
- بشکه ۲۸۰ کیلوگرمی
- مخازن ۱۰۰۰ لیتری حفاظدار (IBC)
- مخازن ۵، ۱۰ و ۱۵ تنی
- تانکرهای ۲۵ تنی



مخازن ۱۰۰۰ لیتری حفاظدار (IBC)



گالن ۲۵ کیلوگرمی



تانکرهای ۲۵ تنی



مخازن ۵، ۱۰ و ۱۵ تنی



بشکه ۲۸۰ کیلوگرمی