

## بررسی اثرات زیست محیطی ناشی از لجن واحدهای آنودایزینگ آلومینیوم

### واریه راهکارهای مناسب

سید مصطفی خضری<sup>۱</sup>

پریسا غفوری<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۵/۳/۹

تاریخ دریافت: ۸۴/۱۱/۱۲

#### چکیده

کارخانه های آبکاری آنودایزینگ آلومینیوم حجم زیادی لجن تولید می کنند، که به دلیل ترکیبات سمی موجود در آن از جمله آلومینیوم اثرات سوء زیست محیطی بر منابع آب ، خاک ، گیاهان ، جانوران به وجود آورده و حتی موجب بیماری هایی چون آلزایمر در انسان می گردد. هدف از انجام این تحقیق یافتن کاربردهایی برای استفاده از لجن صنایع آنودایزینگ آلومینیوم است به طوری که باعث جلوگیری از آلودگی محیط زیست از یک سو و یافتن صرفه های اقتصادی از سویی دیگر شود. به همین منظور آجرهایی با ترکیب های متفاوت لجن و خاک رس و ماسه ساخته شد و مورد آزمایش های مختلف تطابق استاندارد قرار گرفت. آجرهای ساخته شده با ترکیب ۴۰٪ لجن بهترین ویژگی و نزدیک ترین کیفیت به کیفیت آجرهای معمولی مصارف داخلی را از خود نشان داد. این آجرها از آجرهای واقعی هم حجمشان سبکتر بوده و قیمت فروش بالاتری دارد . به همین دلیل استفاده از لجن در تهیه مصالح ساختمانی خصوصا آجر و همچنین آجرهای نسوز به دلیل وجود ترکیبات نسوز در لجن صرفه های اقتصادی مناسبی در پی دارد و همچنین از رها سازی و ورود لجن به محیط جلوگیری می کند.

واژه های کلیدی: آنودایزینگ آلومینیوم، ارزیابی، اثرات زیست محیطی، کیک لجن ، آجر، آجر نسوز

۱- استادیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

۲- دانشکده محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات\* (مسئول مکاتبات)

## مقدمه

موجود در لجن از جمله آلومینیوم و آهن برآب، خاک، گیاهان و آب زیان اثر سوء داشته در مواردی کشنده خواهد بود. رها سازی لجن آنودایزینگ در محیط و احیاناً دفن آن می تواند موجب آلودگی خاک شود و از این طریق باعث آلودگی گیاهان و محصولات زراعی شده و از سوی دیگر به وسیله آبشویی موجبات انتقال آلودگی به آب های زیرزمینی و منابع آب سطحی را به وجود آورد. در مناطق جنگلی، اسیدی شدن خاک سبب انتقال آلومینیوم و آهن در پروفیل عمودی خاک شده و با توجه به سمی بودن این عناصر در تارهای کشنده این گیاهان سبب پژمردگی آنان می گردد. همچنین این عناصر بر سلامتی انسان ها نیز اثر سوء داشته و بیماریزایی آن ها در مواردی چون آلزایمر اثبات شده است.

از سوی دیگر یکی از مهم ترین مسائل اقتصادی در اکثر قریب به اتفاق کارخانه های آنودایزینگ آلومینیوم وجود لجن با حجم بالا می باشد که یکی از هزینه های تحمیلی محسوب می گردد. هدف از انجام این تحقیق یافتن کاربردهایی برای استفاده از کیک لجن واحدهای آنودایزینگ آلومینیوم است به طوری که باعث جلوگیری از رها سازی آن در محیط و کاهش آلوده سازی منابع آب و خاک و در نتیجه حفاظت محیط زیست شود. از سوی دیگر فروش محصولات بازیابی شده سود مناسبی را نصیب این کارخانجات نماید. لجن حاصل از تصفیه پساب آنودایزینگ حاوی مقادیر زیادی سیلیس و آلومینیوم است. از سوی دیگر رس ها که در تهیه آجر و مصالح ساختمانی بکار می روند، مواد مرکبی هستند که اساساً از سیلیس و آلومینیوم با مقادیر متفاوتی از اکسیدهای فلزی و دیگر عناصر ساخته شده اند (۲) به همین دلیل استفاده از لجن در تهیه مصالح ساختمانی به دلیل شباهت فرمول لجن به این مواد قابل کاربرد است. و استفاده از لجن در تهیه آجر به عنوان یک روش پیشنهادی علاوه بر منافع مالی برای صاحبان صنایع اثرات مخرب زیست محیطی لجن را کاهش می دهد.

افزایش جمعیت توأم با توسعه صنعتی و اقتصادی دنیا در قرن اخیر مشکلات زیادی را برای زندگی بشر به وجود آورده که از آن جمله می توان به آلودگی محیط زیست اشاره کرد. آلودگی در ابعاد مختلف خود نه تنها امکان زندگی در محیطی سالم را برای بشر محدود نموده بلکه با تغییرات عمیقی که در وضعیت آب و هوا پدید آورده، استمرار موجودیت روی کره زمین را زیر سؤال برده است (۱).

اکثریت قریب به اتفاق پساب های صنعتی بر حیات طبیعی آب های جاری اثر می گذارند. هنگامی که این تاثیر به حدی باشد که دیگر نتوان از آب های جاری جهت کاربرد مورد نظر استفاده نمود گفته می شود که آلودگی ایجاد شده است (۲). براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی سطح بهداشت پایین و عدم کیفیت آب آشامیدنی سالم باعث بروز ۸۰٪ انواع بیماری ها در جهان است. با استفاده از روش های مناسب تصفیه فاضلاب ها، نه تنها می توان بهداشت جامعه را بهبود بخشید، بلکه با بازیابی پساب تصفیه شده و مصرف مجدد آن قسمتی از بی بی آبی ها نیز قابل جبران می گردد. اصولاً یکی از ارکان مهم توسعه پایدار در بخش صنعت جلوگیری از آلودگی های ناشی از فعالیت های صنعتی (به خصوص فاضلاب های صنعتی) و تصفیه فاضلاب ها با روش های مناسب جهت بهبود کیفیت پساب خروجی درحد استانداردهای قابل قبول برای استفاده مجدد و بازیافت آب است (۱).

با وجود تصفیه فاضلاب های صنعتی، در انتهای فرآیند اغلب اوقات حجم زیادی لجن تولید می شود که غلیظ شده و سمی تر از خود فاضلاب می باشد و مشکلات ناشی از دفع آن به قوت خود باقی است. کارخانه های آبکاری آنودایزینگ آلومینیوم در انتهای فرآیند تصفیه پساب حجم متنابهی لجن تولید می کنند که اگر بطرق متداول دفع شود، مشکلات زیست محیطی بسیاری به وجود می آورد (۳) این لجن حاوی عناصر و ترکیبات زیادی از جمله آلومینیوم، سیلیس، نیکل، گوگرد و اکسید کلسیم و ترکیبات دیگری است که بعضی از آن ها سمی و خطرناک هستند. همچنین فلزات سنگین

## روش کار

برای تهیه لجن آنودایزینگ چند کارخانه تولید پروفیل آلومینیوم که فرآیند آنودایزینگ و تصفیه پساب در آن ها صورت می گیرد انتخاب شد. سپس از کارخانه های تولید پروفیل آلومینیوم آبسکون واقع در آمل و کارخانه ایران پویا (جنرال استیل) در تهران بازدید به عمل آمده و از لجن حاصل از تصفیه پساب نمونه برداری صورت گرفت. برای ساخت نمونه های عملی آجر، قالب هایی در ابعاد  $۳*۷*۱۵$  سانتی متر از جنس چوب تهیه شد. در مرحله بعد نمونه های آجر با ترکیب ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰٪ لجن با خاک رس و ماسه، ساخته شد. یک نمونه نیز برای مقایسه فقط از خاک رس و ماسه تهیه گردید. نمونه ها در کوره آجر پزی دستی با حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد ساخته شدند. برای تهیه آجرهای نسوز نیز ۵۰٪ لجن با خاک نسوز ترکیب و در حرارت ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد پخته شدند.

آجرهای پخته شده برای تعیین کیفیت و مقایسه با استانداردهای موجود مورد آزمایش های مختلف پیچیدگی، جذب آب، مقاومت شوره زدگی و املاح محلول مطابق با روش رایج شده موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار گرفتند (۴). یک آزمایش نیز در مورد میزان تراوش فلزات سنگین (آلومینیوم و آهن) در داخل آب از آجرهای ساخته شده، انجام شد تا قابلیت کاربرد این آجرها را به عنوان آجر نما در تماس با باران در مواقع بارندگی را نشان دهد. و نتایج این آزمایش با استاندارد خروجی فاضلاب های سازمان محیط زیست مقایسه شد (۵). نمودارهای نتایج آزمایشات با استفاده از نرم افزار رسم گردید. نمودارهای ۱ تا ۵ پارامترهای مختلف اندازه گیری شده آجرها را نشان می دهد.

## نتایج

پس از انجام آزمایشات مختلف براساس روش رایج شده استاندارد شماره ۷ مربوط به آجر رسی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نتایج زیر به دست آمد.

## بحث و تفسیر نتایج

## - ابعاد

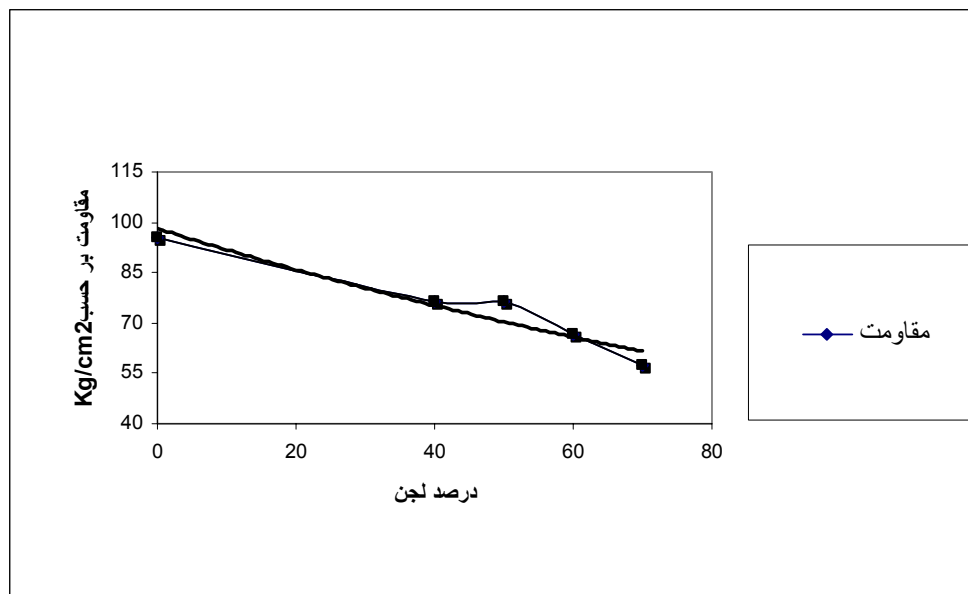
همه آجرها به صورت شبیه سازی از نمونه واقعی و در ابعاد می باشند که ۷۰٪ اندازه واقعی هستند. سایر ویژگی های آجرها با توجه به این ابعاد در نظر گرفته شده است.

## - تحذب و تقعر

میانگین میزان تحذب و تقعر آجرهای ساخته شده که به وسیله خط کش و گوه با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شد، ۱/۵ و ۲ میلی متر می باشد که از این نظر با ویژگی های آجر نما (درجه دو) و آجر معمولی برای مصارف داخلی مطابقت می کند.

## - مقاومت فشاری

مقاومت فشاری به وسیله دستگاه تست فشار دستی با دقت ۱۰ تن مورد آزمایش قرار گرفتند. همان طور که در نمودار ۱ آمده است با افزایش میزان درصد لجن در آجرهای ساخته شده مقاومت فشاری کم شده است. میزان مقاومت فشاری آجرهای ۱، ۲، ۳ و ۴ با ترکیب صفر، ۴۰، ۵۰ و ۶۰٪ لجن در حد استاندارد آجر معمولی برای مصارف داخلی بوده و برای این مصرف قابلیت کاربرد دارند. اما مقاومت هیچ یک از آجرها در حد مقاومت آجر نما نیست. نمودار ۱ مقاومت فشاری آجرهای ترکیبی ساخته شده را نشان می دهد.

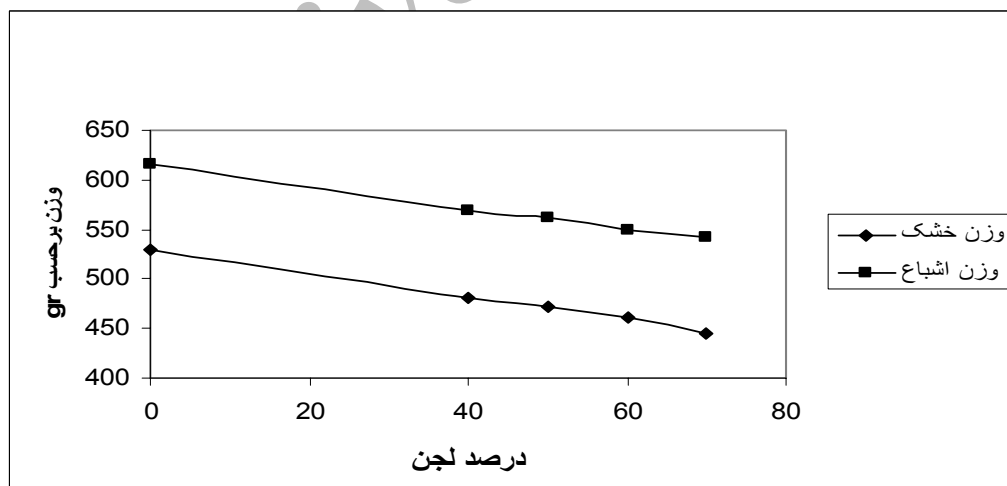


نمودار ۱- مقاومت فشاری آجرهای ترکیبی ساخته شده

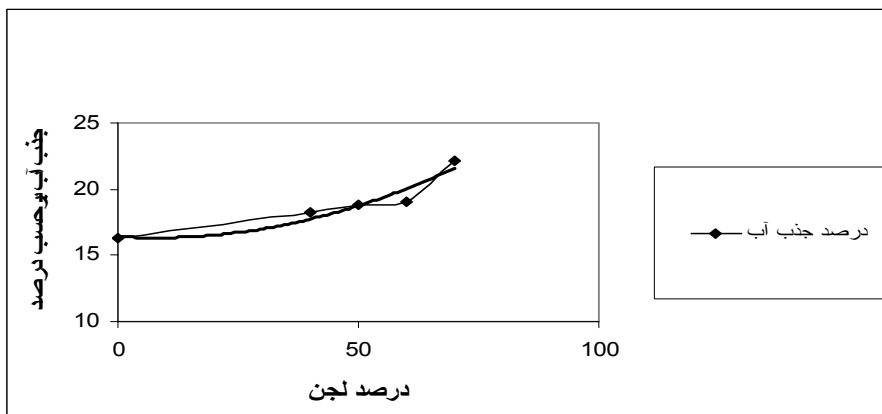
#### - جذب آب

معمولی، قابلیت کاربرد داشته و محدودیت جذب آب ندارند. همچنین آجرها، با افزایش لجن در ترکیبشان تا ۶۰٪ از نظر جذب آب با استاندارد آجرنمای درجه یک و دو، مطابقت دارند.

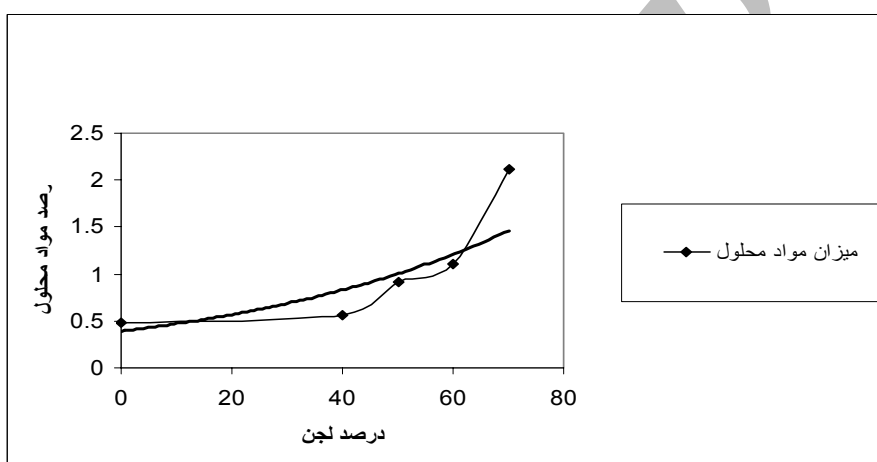
نمودار ۲، وزن خشک، اشباع و نمودار ۳٪ جذب آب آجرها را که در ترازوی مناسب با دقت یکدهم وزن شده اند، نشان می دهد. همه آجرهای ساخته شده از نظر استاندارد آجر



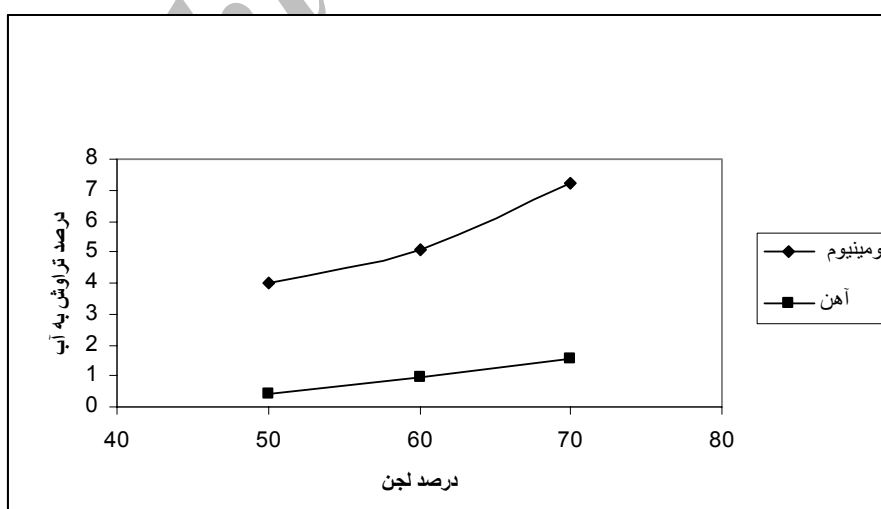
نمودار ۲- وزن خشک و اشباع آجرهای ساخته شده



نمودار ۳- درصد جذب آب



نمودار ۴- میزان مواد محلول آجرهای ساخته شده



نمودار ۵- میزان تراوش عناصر سمی به آب

با افزایش میزان لجن در آجرها، شوره زدگی روند صعودی پیدا کرده است. آجرهای با ترکیب صفر، ۴، ۵۰ و ۶۰٪ لجن شوره زدگی کم تا متوسط دارند و مطابق با استاندارد شوره

شوره زدگی - میزان شوره زدگی نمونه ها براساس تعاریف ارایه شده استاندارد طبقه بندی شد.

میدهند و نزدیک ترین کیفیت به آجرهای معمولی مصارف تو کار را دارا هستند.

آجرهای ساخته شده با لجن آنودایزینگ نسبت به آجرهای هم حجمشان بسیار سبکتر هستند. این مساله در مورد آجرهای نسوز به دلیل خاصیت نسوزندگی آلومینا و سیلیس موجود در لجن و قیمت بالاتر محصولات نسوز بسیار چشمگیرتر است. لذا تولید آجر از لجن آنودایزینگ علاوه بر کاهش اثرات مخرب زیست محیطی لجن بسیار مقرون به صرفه اقتصادی است .

زدگی آجرنما و معمولی می باشند ولی آجر با ۷۰٪ لجن دارای شوره زدگی زیاد و خارج از محدوده استاندارد می باشد.

#### - استخراج مواد محلول (TDS)

از نظر کاربرد به عنوان آجر مصارف داخلی، هیچ یک از آجرها محدودیتی ندارند و همگی با ویژگی های آجر معمولی مطابقت می کنند. از نظر استاندارد آجرنما، فقط آجرهای دارای ترکیب صفر و ۴۰٪ لجن مطابق با استاندارد بوده و بقیه خارج از استاندارد می باشند.

#### - تراوش آلومینیوم و آهن از آجرها به آب

این آزمایش به منظور تعیین میزان مواد سمی خارج شده از آجرها در هنگام بارندگی و رطوبت، انجام گرفت. از نظر خروج آلومینیوم براساس استاندارد خروجی فاضلاب های سازمان محیط زیست آجر دارای ۷۰٪ لجن بالاتر از حد استاندارد و آجرهای دارای ۶۰ و ۵۰٪ لجن در حد استاندارد می باشند. به دلیل سیر نزولی نتایج، آجرهای با درصد کمتر لجن مورد آزمایش قرار نگرفتند. این آزمایش به وسیله دستگاه جذب اتمی انجام شد. از نظر تراوش آهن، میزان آهن تراوش شده همه آجرها کمتر از حد مجاز استاندارد آهن بود و لذا از این نظر ساخت آجر از لجن هیچ محدودیتی ایجاد نمی کند.

#### آجرهای دیر گداز

این آجرها با ترکیب ۵۰٪ لجن و خاک نسوز ساخته شدند. و قادر به تحمل حرارت ۱۳۰۰ درجه سانتی گراد هستند و به عنوان آجر شومینه قابلیت کاربرد دارند.

#### نتیجه گیری کلی

آجر شماره ۵ با ترکیب ۷۰٪ لجن در اکثر پارامترها خارج از محدوده استاندارد است. آجر دارای ۶۰٪ لجن نیز در محدوده استاندارد می باشد. ولی آجرهای دارای ۴۰ و ۵۰٪ لجن بهترین ویژگی ها را در نتایج به دست آمده از خود نشان

#### منابع

۱. توکلی، ن، ۱۳۷۷، بررسی تصفیه پذیری پساب واحد آنودایز آلومینیوم، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات .
۲. شاه نظری، م، معتمد، ع.، ۱۳۷۵، مصالح ساختمانی، انتشارات اسکار .
۳. عرفان منش، م.، افیونی، م، ۱۳۷۹، آلودگی محیط زیست، آب، خاک، هوا، انتشارات ارکان اصفهان .
۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۴، استاندارد آجررسی - ویژگی و روش آزمون، تجدید نظر دوم، چاپ چهارم .
۵. معاونت تحقیقاتی سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۱، استاندارد خروجی فاضلاب ها، انتشارات دفتر آموزش زیست محیطی .

6. E .P. Safari no, 1995, Health psychology, John wiley and sons Inc .
7. J.W. Patterson, 1985, Industrial Wastewater treatment technology, second edition, Butter worth's publishers.