

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی

## انتخاب پارچه فیلتر مناسب مدار فیلتراسیون کارخانه زغالشویی زرنند

رضا کازرانی نژاد<sup>۱</sup>، محمد جاوری<sup>۲</sup> و صمد بنیسی<sup>۳</sup>

۱- مدیر تحقیق و توسعه شرکت معادن زغالسنگ کرمان، rkazerani@gmail.com

۲- پژوهشگر مرکز تحقیق و توسعه شرکت معادن زغالسنگ کرمان، javeri@gmail.com

۳- دانشیار بخش مهندسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان، banisi@mail.uk.ac.ir

### چکیده

جداسازی جامد از مایع یکی از فرآیندهای مهم در کانه‌آرایی است. در صنعت فرآوری زغالسنگ نیز فیلتر کردن پالپ کنسانتره فلوتاسیون، نقش مهمی در کارایی به واسطه کنترل میزان رطوبت محصول نهایی دارد. در کارخانه زغالشویی زرنند، کنسانتره مدار فلوتاسیون با نرخ جریان ۵۰ تن بر ساعت با درصد جامد (۲۵-۲۰)٪ وارد مدار فیلتراسیون می‌شود و پس از آگیری با رطوبت (۲۵-۲۰)٪ به خشک‌کن یا محوطه هواخشک‌کنی منتقل می‌شود. از آنجاییکه واسطه بکارگرفته شده برای فیلتر کردن در کارایی عملیات بسیار مؤثر است، انتخاب پارچه فیلتر مناسب نه تنها باعث افزایش کارایی عملیات می‌شود، بلکه صرفه‌جویی اقتصادی نیز می‌تواند به همراه داشته باشد. پارچه فیلترهای فعلی مورد استفاده در کارخانه، کیکی با ضخامت ۵ تا ۸ میلی‌متر تولید می‌کند که مقدار ناچیزی است علاوه بر این قدرت رهایی خوبی برای کیک فراهم نمی‌کند. در این تحقیق از دو نوع واسطه فیلتر کردن با بافت‌های اطلسی و مورب از جنس پلی‌پروپیلن و پلی‌آمید ۱۲ استفاده شد. طراحی آزمایش به گونه‌ای بود که در یک دستگاه فیلتر شامل ۸ عدد دیسک، در سه دیسک آن سه نوع پارچه متفاوت نصب گردید و بطور همزمان نمونه‌برداری از کیک هر یک بعمل آمد. جهت کاهش خطای آزمایش ۳۰ نمونه از هر پارچه گرفته شد. ضخامت کیک برای دو نوع پارچه با بافت اطلسی و مورب به ترتیب ۲/۲۰ و ۶/۱۷ میلی‌متر بدست آمد ولی برای پارچه موجود ضخامت ۵/۶ میلی‌متر بود. انحراف معیار ضخامت کیک پارچه‌های جدید یک سوم انحراف معیار کیک پارچه‌های قدیمی بود که نشان از یکنواختی کار آنهاست. تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ برای رطوبت کیک حاصل از سه نوع پارچه مشاهده نشد. با توجه به نتایج رضایت‌بخش پیشنهاد گردید که پارچه‌های قدیمی با پارچه‌های جدید جایگزین شوند.

کلمات کلیدی: پارچه فیلتر، زغالشویی، کارخانه زغالشویی زرنند

## Selection of Filter Cloth for the Filtration Circuit of the Zarand Coal Washing Plant

R. Kazerani-nejad, M. Javeri and S. Banisi

### Abstract

Solid-liquid separation is an important stage in mineral processing plants. At the Zarand coal washing plant, the concentrate with the flow rate of 50 t/h with the solids content of 20-25 % is filtered and the concentrate with 14-16% moisture is sent to the dryers. The thickness of cake in the current filter cloth is between 5 to 8 mm which is not high and the cake also is not released easily. In this research, two filter cloths namely satin and twill weave types were tested. Both filter cloth were made of polypropylene and polyamide-12. In a filtration unit with eight disks in each three disks one type of filter cloth were installed (i.e., two new types and one current type). Total numbers of 30 samples were taken simultaneously. The average cake thickness for satin, twill weave types, and the current cloth was 20.2, 17.6 and 6.5 mm, respectively. There was not a significant difference in the cake moisture content of three filter cloth tested (95% confidence level). Considering the promising results of this study it was recommended to replace the old filter cloth with new ones.

**Keywords:** Filter cloth, Coal filtration, Satin and twill weave cloth

## ۱- مقدمه

یکی از مهمترین مراحل شستشوی زغال، کنترل درصد آب طی مراحل شستشو و آگیری از محصولات مختلف زغال (کنسانتره و باطله) است. بطور مثال عملکرد نامناسب مدار فیلتراسیون کنسانتره، ممکن است باعث بروز مشکلاتی از قبیل زیاد بودن رطوبت کنسانتره یا از دست دادن مقدار زیادی از کنسانتره همراه آب خروجی از فیلتر شود. تاثیر منفی رطوبت موجود در محصول زغال شسته شده، به اندازه تاثیر منفی خاکستر همراه آن است و برای خریداران اهمیت ویژه‌ای دارد. کاهش ارزش حرارتی زغال، افزایش هزینه‌های حمل و نقل، مشکلات اساسی در حمل و نقل، مصرف بی‌رویه زغال در فرآیند کک‌سازی، کاهش بازیابی وزنی کک و کاهش بازدهی کوره‌های کک‌سازی، ناشی از وجود رطوبت بیش از حد در زغال شسته شده است [۱]. لذا قبل از بارگیری باید رطوبت زغال با روش‌های مختلف کاهش یابد. از مهمترین روش‌های آگیری ذرات ریز (زیر نیم میلیمتر) استفاده از سانتریفیوژهای جامی یا فیلترها می‌باشد. فیلترها قادرند رطوبت بار ورودی با درصد جامد ۲۰ تا ۳۵ درصد را به ۱۸ تا ۲۸ درصد در خروجی برسانند.

با توجه به اینکه در کارخانه زغالشویی زرد، کنسانتره فلوتاسیون بطور متوسط دارای ذرات با ابعاد ۸۰٪ زیر نیم میلیمتر می‌باشد، لذا روش مناسب آگیری استفاده از فیلتر می‌باشد و بر همین اساس ۱۶ عدد فیلتر خلا دیسکی در کارخانه تعبیه شده است. از مزایای فیلترهای دیسکی اشغال کم فضا و پایین بودن هزینه بازی هر مترمربع ناحیه فیلتراسیون در مقایسه با سایر دستگاه‌های فیلتر خلا می‌باشد. فیلترهای کارخانه زغالشویی زرد از هشت صفحه دیسکی که هر کدام دارای ۱۲ قطاع می‌باشند، تشکیل شده است. دیسک‌ها حول محور افقی دوران می‌کنند و تا عمق مشخصی داخل پالپ می‌شوند. مکانیزم کار این وسایل مشابه فیلترهای استوانه‌ای است. بخش داخلی دیسک متشکل از قسمت‌های مجزایی است که از آنها لوله‌هایی منشعب شده‌اند که در یک طرف دیسک پیرامون محور به دریچه‌هایی منتهی می‌شوند که توسط یک شیر گردان می‌توانند به سیستم خلاء و یا فشار وصل شوند. با فرورفتن هر بخش در پالپ، کیک فیلتر در دو طرف آن تشکیل می‌شود. پس از خروج از پالپ به تدریج رطوبت کیک کاهش می‌یابد و سرانجام در انتهای مسیر قبل از فرورفتن مجدد داخل پالپ به سیستم فشار متصل می‌گردد و در نتیجه کیک از دو طرف هر دیسک جدا می‌شود. در جدول ۱ مشخصات فنی فیلترهای کارخانه زغالشویی زرد آورده شده است [۲].

انتخاب صحیح پارچه فیلتر در فیلتراسیون پیوسته از اهمیت خاصی برخوردار است. نوع پارچه فیلتر بر ظرفیت و میزان رطوبت کیک فیلتر و زلال بودن آب خروجی از فیلتر تاثیر می‌گذارد. با انتخاب صحیح پارچه فیلتر می‌توان امکان انسداد منافذ پارچه را به حداقل رساند. این امر مستقیماً بر روی ظرفیت فیلتر و رطوبت کیک بدست آمده تاثیر می‌گذارد. همچنین می‌توان میزان مواد جامد موجود در آب خارج شده را نیز به حداقل رساند. عواملی مانند نوع سوسپانسیون، نوع دستگاه فیلتر، شرایط فرایند، خواص شیمیایی و حرارتی، عملکرد فیلتر، سرعت فیلتر، رهایی کیک، قابلیت تمیز شدن و ملاحظات اقتصادی بر انتخاب پارچه فیلتر مناسب برای جدایش جامد/ مایع مؤثر هستند. همچنین عواملی مانند جنس نخ، نوع نخ، قطر نخ، بافت پارچه و پرداخت پارچه بر کیفیت پارچه فیلتر برای جدایش جامد/ مایع مؤثر هستند [۳]. مثلاً در هر صنعتی از یک نوع نخ استفاده می‌شود که در جدول ۲ نشان داده شده است. در زغالشویی از پارچه‌های بافته شده از نخ‌های تکرشته‌ای استفاده می‌شود. ولی پارچه فعلی مورد استفاده از نخ‌های در هم پیچیده بافته شده است. در شکل ۱ تصاویر میکروسکوپی نخ‌های تکرشته‌ای، چندرشته‌ای و نخ‌های درهم پیچیده آورده شده است. در این تحقیق از دو نوع پارچه فیلتر جدید با نام‌های تجاری 05-1005-W-135 و 04-2001-K-083 استفاده شد و عملکرد آنها با عملکرد پارچه فیلتر فعلی مورد استفاده در کارخانه زغالشویی زرد مورد مقایسه قرار گرفت. مشخصات این پارچه‌ها در جدول ۳ آورده شده است. شکل ۲ نیز نشان دهنده تصویر میکروسکوپی بافت دو نوع پارچه جدید است.

جدول ۱- مشخصات فنی فیلترهای کارخانه زغالسویی زرند [۴]

مشخصات فنی	مدل D6-68 (اکراین ۸۰)
سطح مؤثر فیلتراسیون	۸۰ مترمربع
قطر دیسک	۲/۸ متر
تعداد دیسک ها	۸ عدد
تعداد قطاع هر دیسک	۱۲ عدد
سرعت دوران	۱/۳ و ۲/۸ دور بر دقیقه
فشار هوا (مکش)	۶۰۰ میلیمتر جیوه
فشار هوا (خشک کردن)	۵۰۰ میلیمتر جیوه
فشار هوا (دمش)	۰/۲۵ تا ۰/۵ اتمسفر
قدرت موتور الکتریکی جریان مستقیم	۲/۳ کیلو وات
ولتاژ	۳۴۰ ولت
دورموتور	۱۷۵۰ دور بر دقیقه
ابعاد دستگاه	طول: ۶۰۰۰ میلیمتر عرض: ۳۲۴۰ میلیمتر ارتفاع: ۲۹۵۰ میلیمتر
وزن	۲۴/۸۲۵ تن

جدول ۲- مناسبترین و رایجترین پارچه‌های مورد استفاده در صنایع مختلف [۵]

نام صنعت	پارچه‌های تک‌رشته‌ای <sup>۱</sup>	پارچه‌های تکراررشته‌ای/چند رشته‌ای <sup>۲</sup>	پارچه‌های چندرشته‌ای <sup>۳</sup>	پارچه با الیاف درهم <sup>۴</sup>	پارچه نم‌دی <sup>۵</sup>
آومینا	*	*	*		
کانه‌های فلزی	*	*	*		*
زغالسنگ	*				
زئولیت	*	*	*	*	*
ویتامینها	*		*	*	
فسفات	*				
رنگ و لاک	*	*			
اکسیدهای فلزی	*	*	*	*	*
آب هرز	*		*		
کاغذ	*				

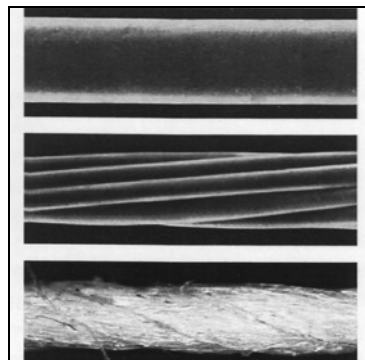
1- Monofilaments Fabrics

2- Monofilaments/Multifilaments Fabrics

3- Multifilaments Fabrics

4- Staple Fiber Fabrics

5- Needle Felt



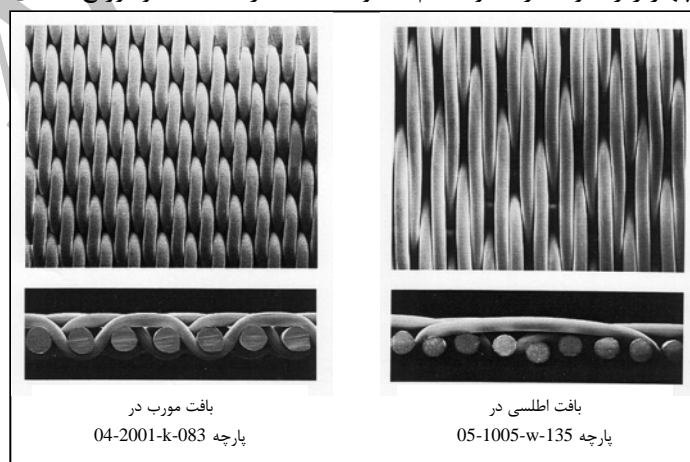
شکل ۱- تصاویر میکروسکوپی نخ‌های تک‌رشته‌ای، چند رشته‌ای و درهم به ترتیب از بالا به پایین

جدول ۳- مشخصات پارچه فیلترهای جدید مورد آزمایش

نوع پارچه	05-1005-w-135	04-2001-k-083
الگوی بافت	اطلسی	مورب
قابلیت عبور هوا ( $l/m^2/s$ )	۳۰۰۰	۱۰۲۵
وزن ( $g/m^2$ )	۳۰۰	۳۱۰
ضخامت ( $\mu m$ )	۷۵۰	۶۳۰

## ۲- روش کار

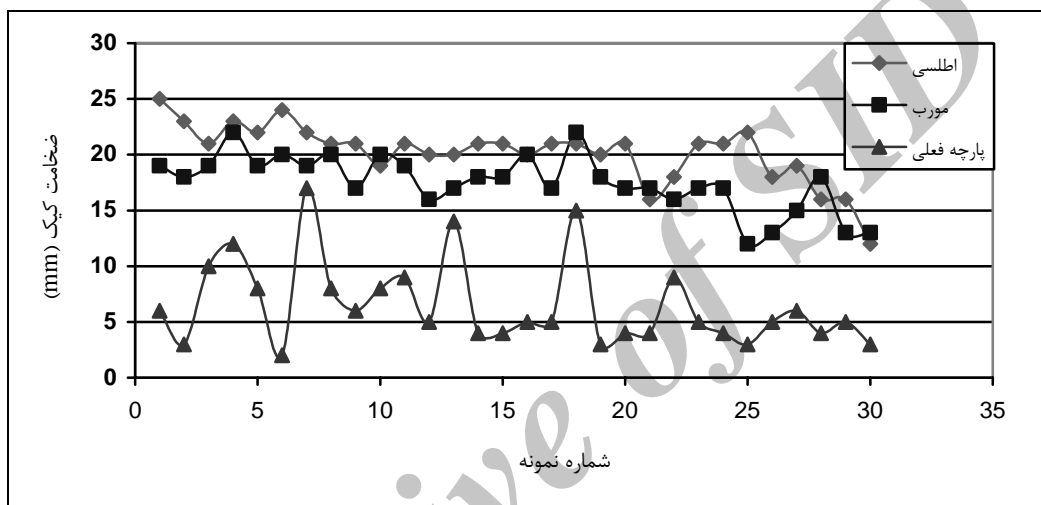
برای مقایسه عملکرد دو نوع پارچه جدید و مقایسه آن با پارچه فعلی مورد استفاده در کارخانه، سه دیسک متوالی از یک دستگاه فیلتر از خط یک کارخانه انتخاب گردید. از هر نوع پارچه، دو عدد کیسه دوخته شد. در سه دیسک متوالی، بر روی هر دیسک، دو کیسه از یک پارچه فیلتر بر روی دو قطاع متوالی نصب شد. علت اینکه سه دیسک متوالی انتخاب شدند این بود که بتوان با چشم نیز کیفیت کیک‌های تشکیل شده بر روی سه نوع پارچه را مشاهده کرد. در این حالت پارچه‌های مورد آزمایش همزمان وارد پالپ شده و همزمان از آن خارج می‌شدند. بعد از پایدار شدن عملیات در کارخانه با تنظیم دستگاه فیلتر بر روی حالت کُند ( $1/16$  دور بر دقیقه)، نمونه‌برداری از کیک روی پارچه‌ها انجام شد. محل نمونه‌برداری وسط هر قطاع بود. با توجه به اینکه دستگاه‌های فیلتر کارخانه فاقد همزن هستند، لذا در مخزن این دستگاه‌ها، گرا دیان درصد جامد وجود دارد. لذا در محیط قطاع‌ها ضخامت کیک خیلی زیاد و در مرکز قطاع‌ها ضخامت کیک خیلی کم است. مزیت پوشاندن دو قطاع متوالی از هر دیسک با یک نوع پارچه این است که اگر به هر نحوی امکان نمونه‌برداری از قطاع اول نبود، نمونه از قطاع بعدی گرفته شود. همزمان سه نفر نمونه‌برداری از کیک را انجام دادند. یک نفر مسئول نمونه‌برداری از دیسک اول (پارچه نوع اول)، یک نفر مسئول نمونه‌برداری از دیسک دوم (پارچه نوع دوم) و یک نفر مسئول نمونه‌برداری از دیسک سوم (پارچه نوع سوم). به محض گرفتن نمونه نماینده از قطاع، ضخامت کیک با استفاده از خط‌کش قرائت و یادداشت گردید و مقداری از نمونه داخل کیسه نایلونی مربوطه برای تهیه نمونه نماینده برای انجام آنالیزهای بعدی مانند رطوبت سنجی و آنالیز سرنده ریخته می‌شد. از آنجا که اندازه‌گیری ضخامت کیک کاری پرهزینه و وقت‌گیر نیست، از لحاظ آماری برای آنکه بتوان نتایج را از نمونه به جامعه تعمیم داد، برای هر پارچه فیلتر تعداد ۳۰ نمونه گرفته و ضخامت آنها اندازه‌گیری شد. در طول انجام این آزمایش از خوراک ورودی به دستگاه فیلتر نیز چهار زیر نمونه گرفته و با هم مخلوط شد تا درصد جامد و توزیع ابعادی آن مشخص شود.



شکل ۲- تصویر میکروسکوپی الگوی بافت پارچه‌های جدید مورد آزمایش [۵]

## ۳- ارایه یافته‌ها و تحلیل نتایج

درصد جامد خوراک ورودی به دستگاه فیلتر مورد آزمایش ۲۰٪ بدست آمد. در شکل ۳ نمودار ضخامت کیک بر روی سه نوع پارچه برای ۳۰ نمونه اخذ شده آورده شده است. همانطور که از شکل به وضوح پیداست ضخامت کیک تشکیل شده بر روی پارچه‌های ۱۳۵ و ۱۸۳ به مراتب بیشتر از پارچه فعلی است. همچنین نوسانات ضخامت کیک روی این پارچه‌ها به مراتب کمتر از نوسانات ضخامت کیک پارچه مورد استفاده در کارخانه است. میانگین، انحراف معیار و رطوبت کیک تشکیل شده بر روی سه نوع پارچه در جدول ۴ آورده شده است. بررسی نتایج (جدول ۴) نشان داد که اگرچه اختلاف معنی داری بین رطوبت کیک‌های حاصله از سه نوع پارچه وجود ندارد ولی ضخامت کیک پارچه ۱۳۵، حدود سه برابر ضخامت کیک پارچه فعلی مورد استفاده است. در شکل ۲ یک روند کاهشی برای ضخامت کیک برای هر سه نوع پارچه دیده می‌شود. این پدیده اتفاقی نیست بلکه به خاطر کاهش بار ورودی به فیلتر مورد آزمایش در طول زمان نمونه‌برداری است.



شکل ۳- ضخامت کیک بر روی سه نوع پارچه برای ۳۰ نمونه اخذ شده

جدول ۴- میانگین، انحراف معیار و رطوبت کیک تشکیل شده بر روی سه نوع پارچه

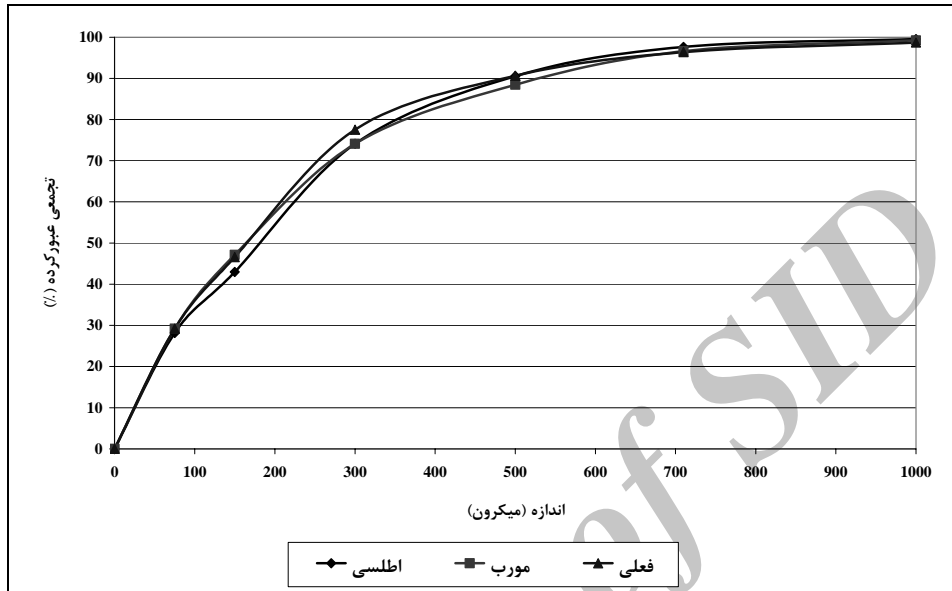
کارخانه	بافت مورب	بافت اطلسی	نوع پارچه
۶/۵	۱۷/۵	۲۰/۲	میانگین ضخامت کیک (mm)
۳/۸	۲/۵	۲/۶	انحراف معیار ضخامت کیک (mm)
۲۳/۹	۲۳/۰	۲۳/۴	رطوبت کیک (%)

در شکل ۴- نمودار تجزیه سرندی کیک‌های حاصل از سه نوع پارچه مورد آزمایش مشاهده می‌شود. همانطور که از شکل پیداست تفاوت معنی‌داری در دانه‌بندی سه نوع کیک مشاهده نمی‌شود. بالاخص اینکه درصد مواد کوچکتر از ۷۵ میکرون که معمولاً مقداری از آنها به آب فیلتر راه پیدا می‌کند، برای کیک‌های سه نوع پارچه، تقریباً مساوی است.

## ۴- نتیجه‌گیری

- ضخامت کیک در زمان استفاده از پارچه فیلتر جدید پلی‌پروپیلن با بافت اطلسی نسبت به پارچه فیلتر فعلی به بیش از سه برابر (۲۰/۲ میلیمتر) رسید.
- در سطح اطمینان ۹۵٪ تفاوت معنی‌داری بین رطوبت کیک حاصله از پارچه فیلترهای جدید و قبلی مشاهده نشد.

- میزان ساییدگی پارچه‌های جدید به مراتب کمتر از پارچه فیلترهای قدیمی مورد استفاده بود که این امر باعث افزایش طول عمر آنها می‌شود. عمر پارچه‌های جدید ۱۷۰۰ ساعت است در حالیکه پارچه‌های قدیمی بطور متوسط ۵۰۰ ساعت عمر می‌کنند.
- با توجه به قیمت پارچه فیلترهای جدید و قدیمی و مزایای حاصل از پارچه فیلترهای جدید، جایگزینی پارچه فیلترهای قدیمی با نوع بافت اطلسی پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴- نمودار تجزیه سرنندی کیک‌های حاصل از سه نوع پارچه

#### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از کلیه پرسنل کارخانه زغالشویی زرنند تقدیر و تشکر می‌شود.

#### ۵- مراجع

- [۱] رضایی، بهرام؛ ۱۳۸۰، تکنولوژی زغالشویی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران
- [۲] قاضی، ریحانه؛ ۱۳۸۲، آشنایی با نحوه عملکرد فیلترهای مکشی (خلاء)، پروژه کارشناسی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- [۳] ایرانمنش، احد؛ ۱۳۸۳، بررسی راه‌های افزایش کارایی مدار فیلتراسیون کارخانه زغالشویی زرنند، پروژه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[4] Kharkov; 1970; *Technical Project for Construction of the Washing Plant No. 1 (IRAN), Explanatory Report*

[5] SEFAR Co.; 2007; "Monofilament Filter Fabrics"; <http://www.sefar.com/cms/newtechlistpdf.nsf>

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه

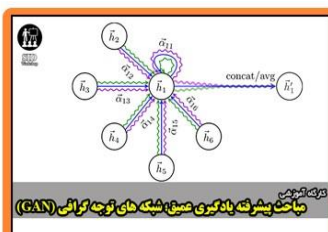


فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی