



دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

NICICO
مجتمع مس سرچشمه



مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر
Kashigar Mineral Processing Research Center



در دنیا چه خبر؟

بهبود آشکارسازی مواد بزرگ اندازه در سنگ شکن های
ژیراتوری در کارخانه Batu Hijau در اندونزی

مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر

www.kmpc.ir

Info@kmpc.ir

معدن مس و طلای Batu Hijau در اندونزی



- دومین معدن مس -
طلا روباز اندونزی
➤ تناژ: ۱۲۰۰۰۰ تن بر
روز



معادن روباز Batu Hijau



➤ عيار مس: ۴۹/۰ درصد

➤ عيار طلا: ۳۹/۰ گرم بر تن



کارخانه فرآوری مواد معدنی Batu Hijau



➤ عیار مس کنسانتره: ۳۲ درصد

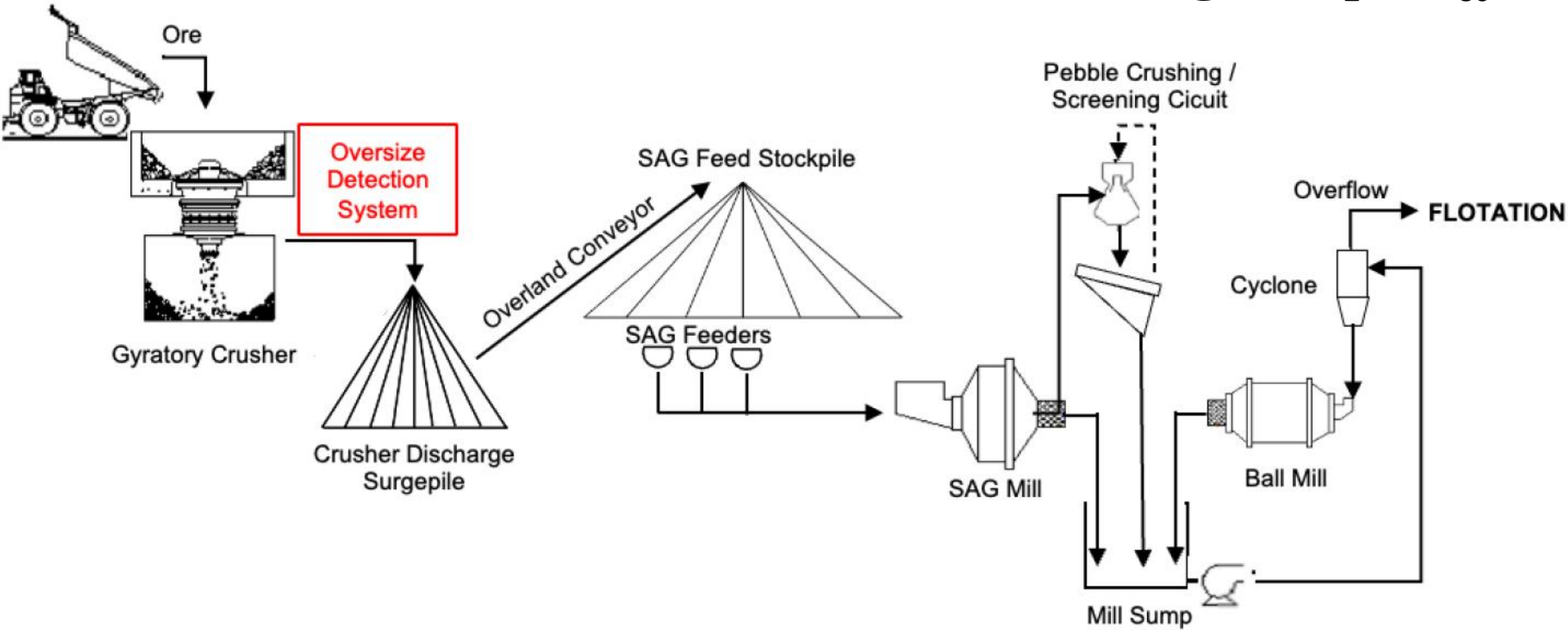
➤ بازیابی: ۸۹ درصد



مدار سنگ شکنی کارخانه Batu Hijau

➤ P_{80} سنگ شکن اولیه: ۶ cm

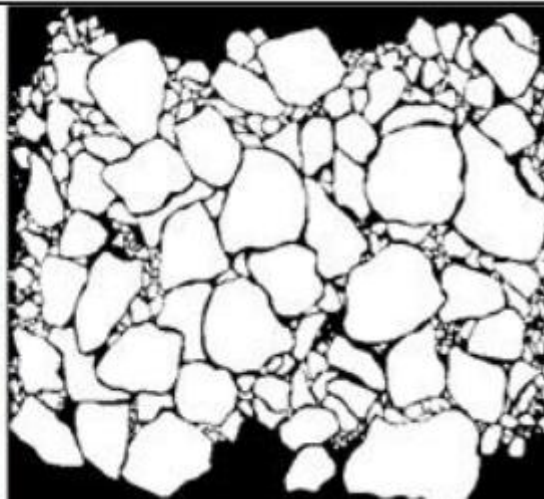
➤ P_{80} مدار آسیابانی: ۱۸۰-۲۵۰ μm



محدودیت های بکارگیری دوربین های دو بعدی برای تعیین ابعاد ذرات روی نوار نقاله



- بیش تخمینی ذرات درشت
- کم تخمینی ذرات ریز
- نیاز به کالیبراسیون
- نیاز به مدلی برای تشخیص مرز ذرات

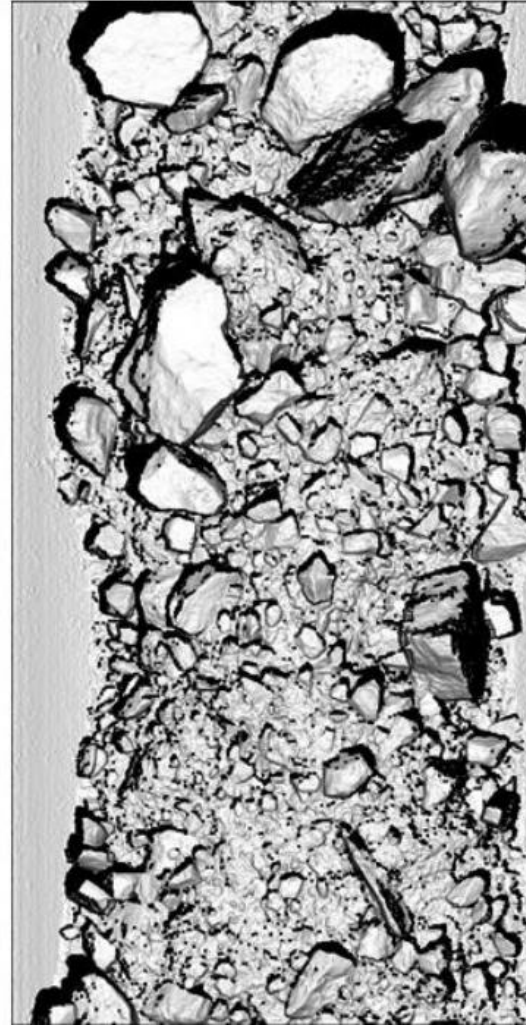


استفاده از داده های دوربین برای کنترل پیشخور آسیای نیمه خود شکن (IGO Nova، استرالیا)

دانه بندی درشت
(خوراک)



دانه بندی ریز
(خوراک)



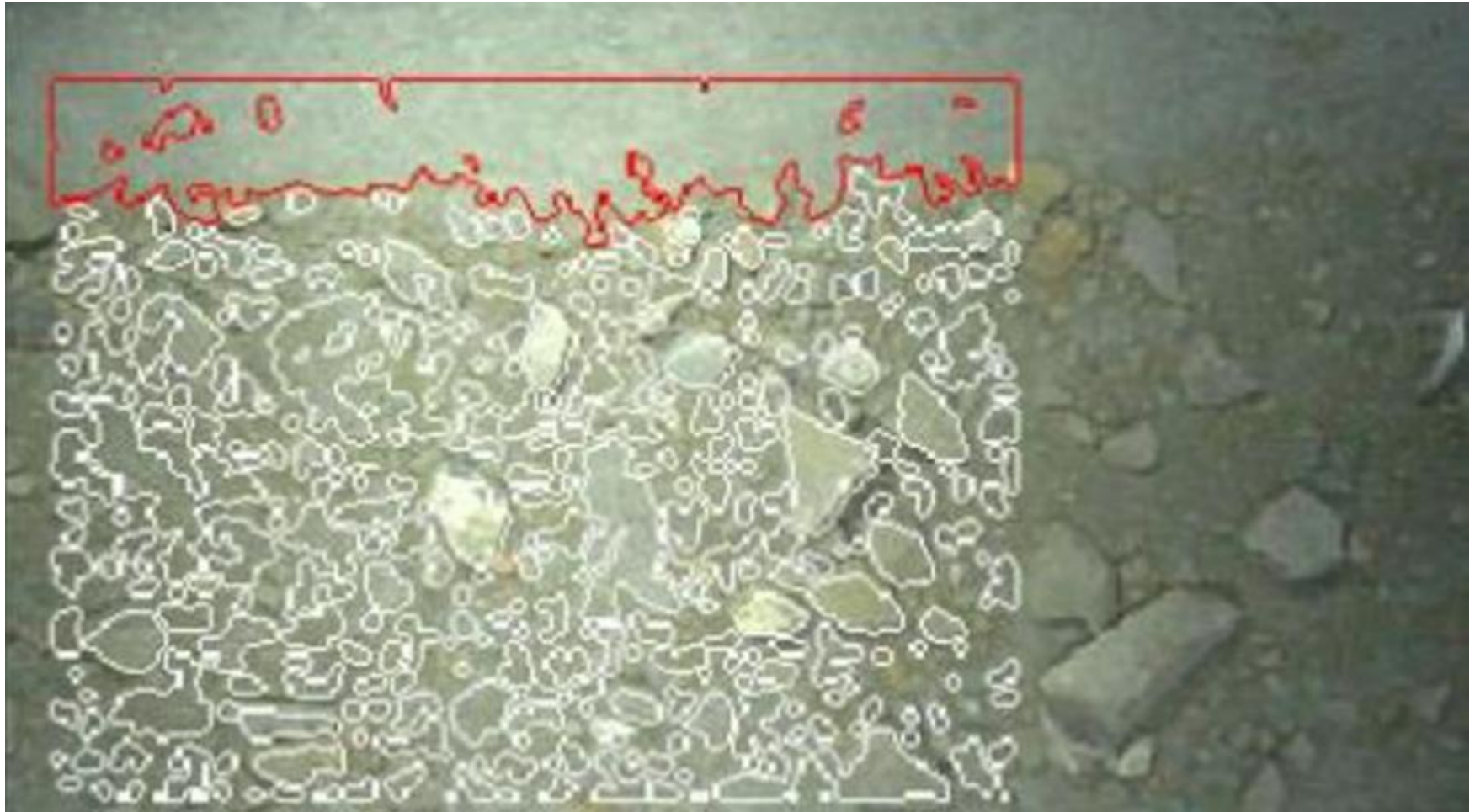
اهداف بکارگیری دوربین روی نوار خروجی از سنگ شکن اولیه

➤ تشخیص مواد بزرگ اندازه و مزاحم



هشدار مثبت اشتباه (Fault Positive)

➤ مواد بزرگ اندازه به اشتباه تشخیص داده شده از حاشیه نوار



هشدار مثبت اشتباه (Fault Positive)

➤ مواد بزرگ اندازه به اشتباه تشخیص داده شده سنگ های به هم پیوسته



هشدار منفی اشتباه (Fault Negative)

دلایل عدم تشخیص مواد بزرگ اندازه
۱- نزدیک بودن رنگ جسم به رنگ زمینه

➤ ۲۸ مورد گرفتگی با مجموع ۳۵ ساعت توقف



عامل گرفتگی ناو
ورودی آسیای
نیمه خودشکن



هشدار منفی اشتباه (Fault Negative)

دلایل عدم تشخیص مواد بزرگ اندازه
۲- یک جسم ولی با طرح های سطحی مختلف

➤ ۱۹ مورد گرفتگی با مجموع ۶ ساعت توقف



ایجاد گرفتگی خوراک دهنده
آسیای نیمه خود شکن با مواد
بزرگ اندازه



کار آبی تشخیص بزرگ اندازه با دور بین دو بعدی

توقف (ساعت)	تعداد مورد	تشخیص
۴۱/۵	۴۸۱	هشدار مثبت اشتباه (توقف نوار)
۱۸/۴	۶۸	هشدار مثبت صحیح (توقف نوار)
۳۵/۹	۹۴	توقف دستی نوار
۴۱/۲	۴۷	تعداد گرفتگی ورودی آسیای نیمه خودشکن



➤ ۸۸٪ تشخیص مثبت اشتباه
و سهم ۳۰ درصدی در کل
توقفات ذرات بزرگ اندازه



میزان گرفتگی با مواد بزرگ و تاثیر آن بر درآمد کارخانه Batu Hijau (سال ۲۰۲۲-۲۰۲۳)

➤ میزان توقف: ۴۱ ساعت

➤ تاخیر در درآمد سالانه: ۸/۱ میلیون دلار



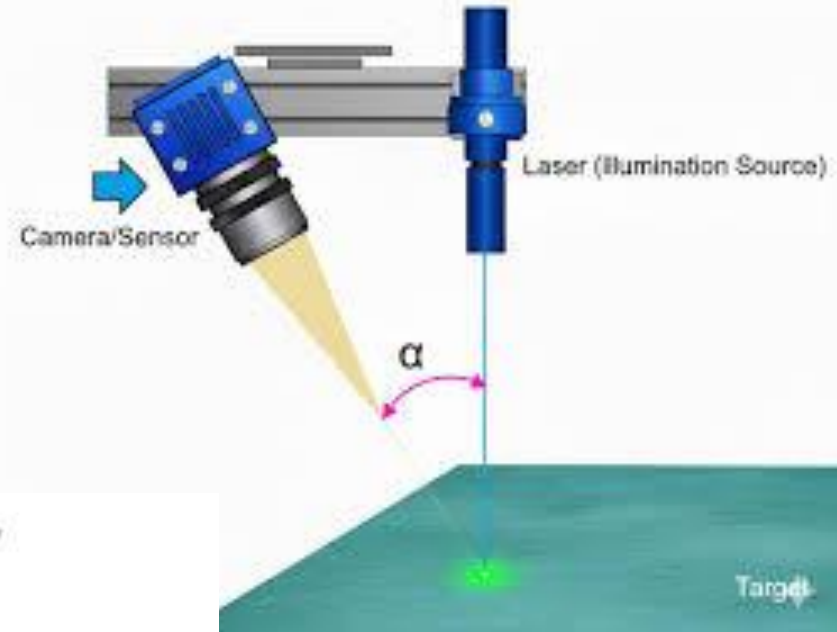
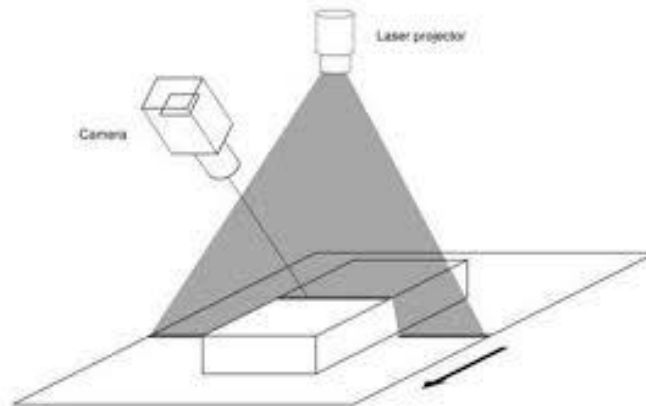
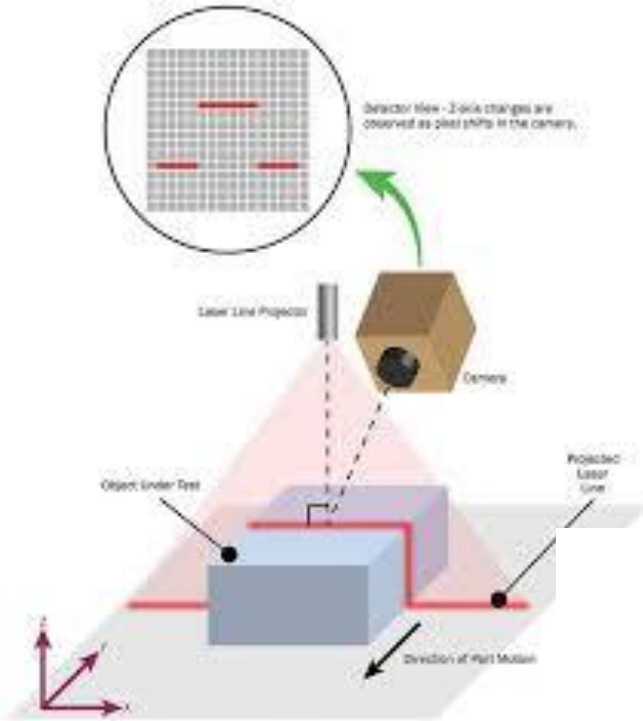
سوال

چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

- در بعضی از کارخانه‌ها برای جدا کردن مواد مزاحم فلزی، آشکارساز را قبل از جداکننده مغناطیسی نوار متقاطع نصب می‌کنند.
- سه شاخص ارزیابی کارآیی سیستم‌های تشخیص قطعات بزرگ اندازه عبارتند از: مثبت صحیح، مثبت اشتباه و منفی اشتباه
- دو دلیل هشدار منفی اشتباه در دوربین‌های دو بعدی: نزدیک بودن رنگ جسم به رنگ زمینه و وجود طرح‌های مختلف روی سطح
- دوربین‌های دو بعدی نیاز به کالیبراسیون و مدل تشخیص مرز ذرات دارند.



بکارگیری ترکیب لیزر و دوربین برای تشخیص سه بعدی اجسام (3-Dimensional Particle Measurement ; 3DPM)



بکارگیری سیستم اندازه گیری سه بعدی ذرات (3-Dimensional Particle Measurement ; 3DPM)

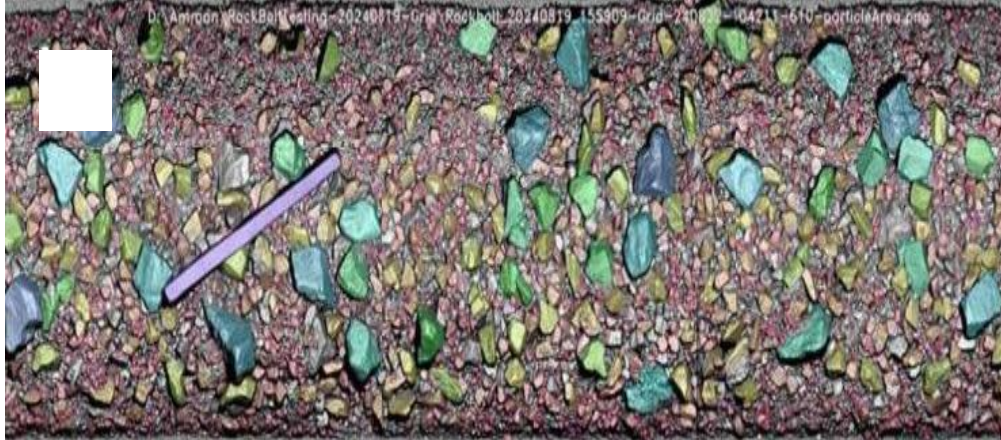
- عدم نیاز به مدل و کالیبراسیون
- عدم حساسیت به رنگ و ساختار روی ذرات
- تشخیص ابعاد ذرات نیمه مدفون



خط لیزری روی نوار در سیستم اندازه گیری سه بعدی ابعاد ذرات



اعتبارسنجی نتایج: عکس واقعی و تصویر سه بعدی



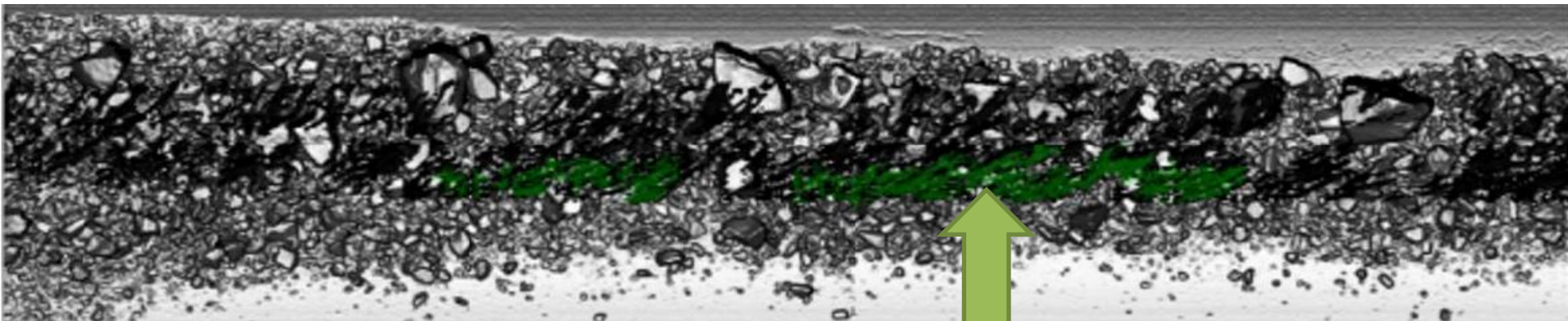
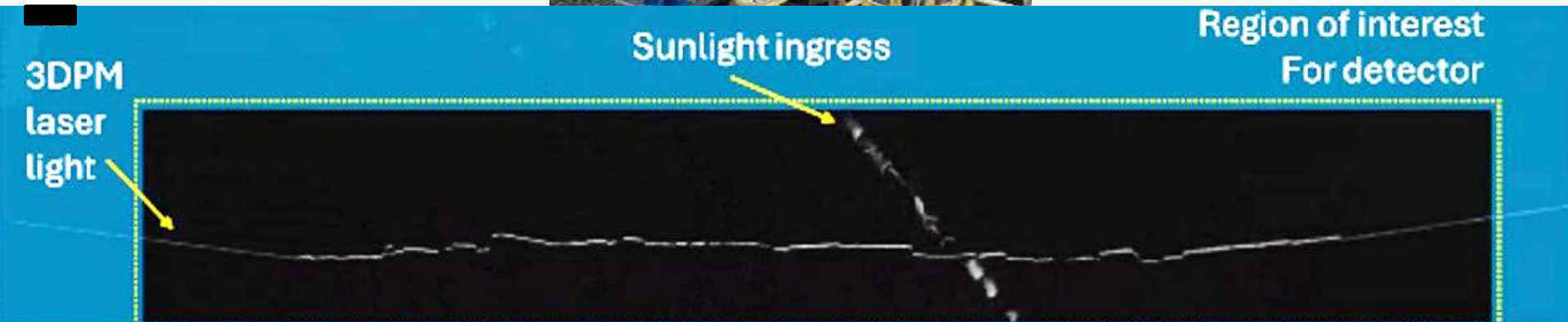
- بکارگیری دو دوربین سه بعدی (3DPM) روی خروجی نوارهای از دو سنگ شکن اولیه
- سرعت بسیار بالا، دقت تشخیص خوب، زمان توقف کمتر و کارآیی بالاتر
- میزان خطا: کمتر از ۲ درصد



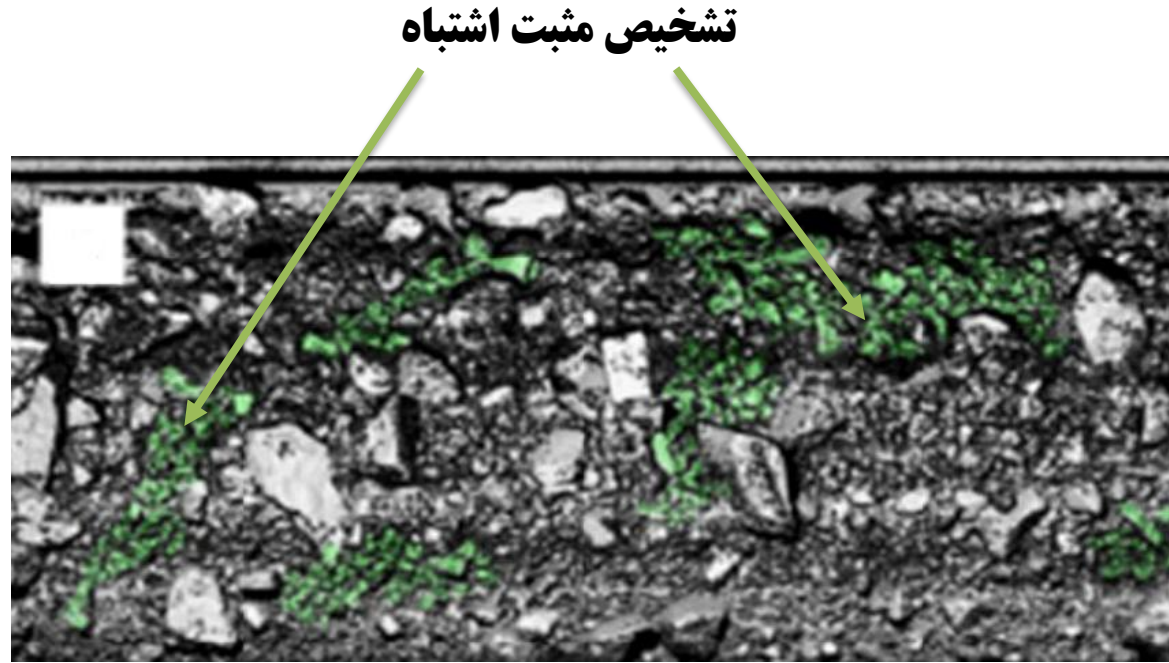
تلاقی نور لیزر و نور آفتاب و صادر شدن هشدار مثبت اشتباه



نصب پوشش
مناسب برای حل
مشکل



تضعیف نور لیزر به واسطه وجود بخار آب و تشخیص مثبت اشتباه



پاشش آب بعد از سنگ شکن برای کاهش گرد و غبار



پاشش آب برای
جلوگیری از ایجاد
گرد و غبار



گرفتگی دید دوربین
با گرد و غبار

تقسیم بندی مواد بزرگ اندازه

۱- مواد نازک و بلند: سیم، پیچ سنگ، سنگ های کتابی، کابل،
لوله خرطومی و میله های فلزی



۲- مواد غیر عادی: لوله های پلی اتیلن، قطعات لاستیکی،
مخروط های ایمنی، موانع سد راه

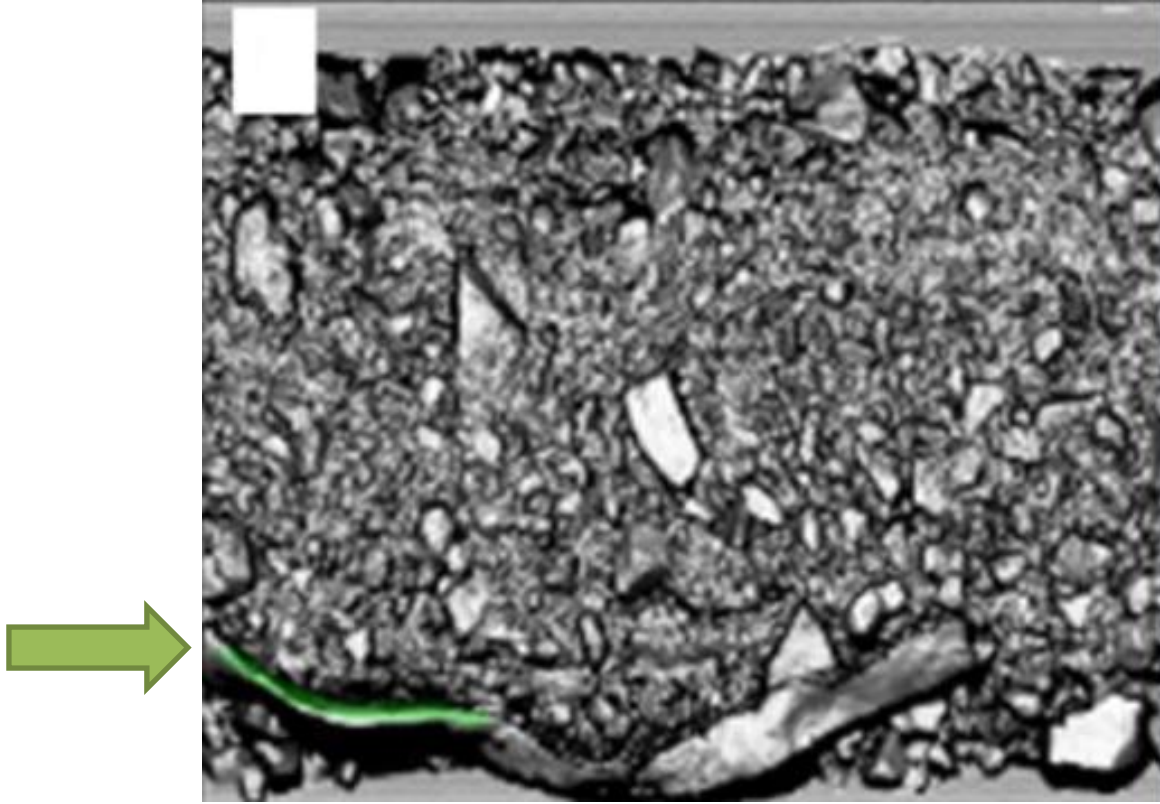


الگوریتم تشخیص پیچ سنگ

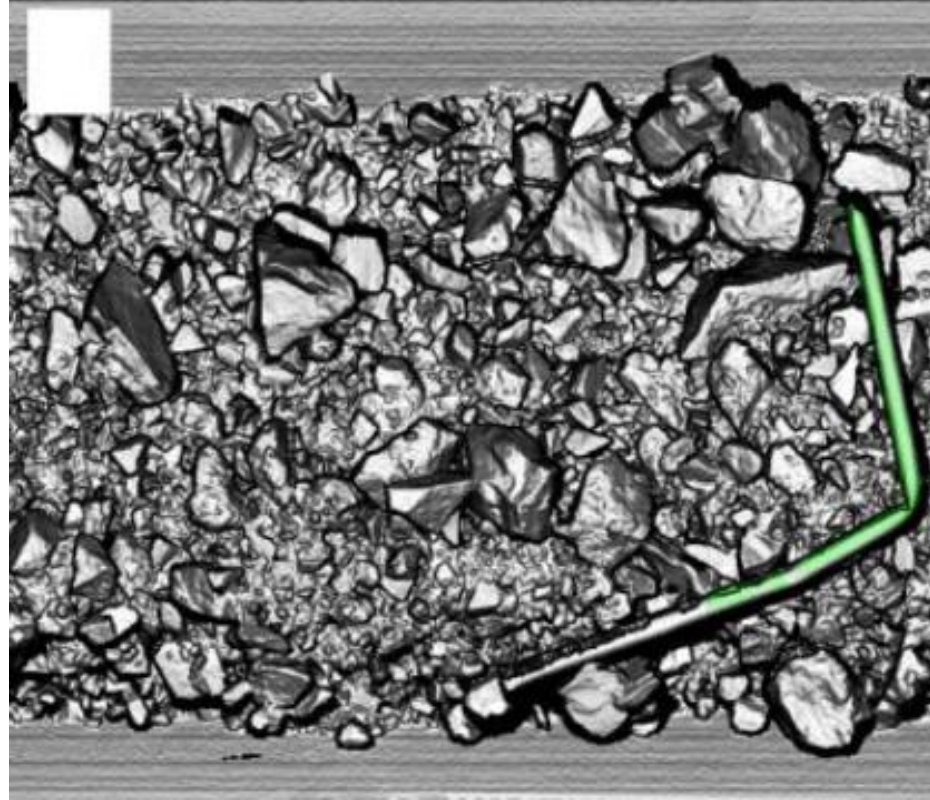
حداکثر اندازه (mm)	ضریب ارتفاع	عرض پیچ سنگ (mm)
۵۵۰	۱	۲۰



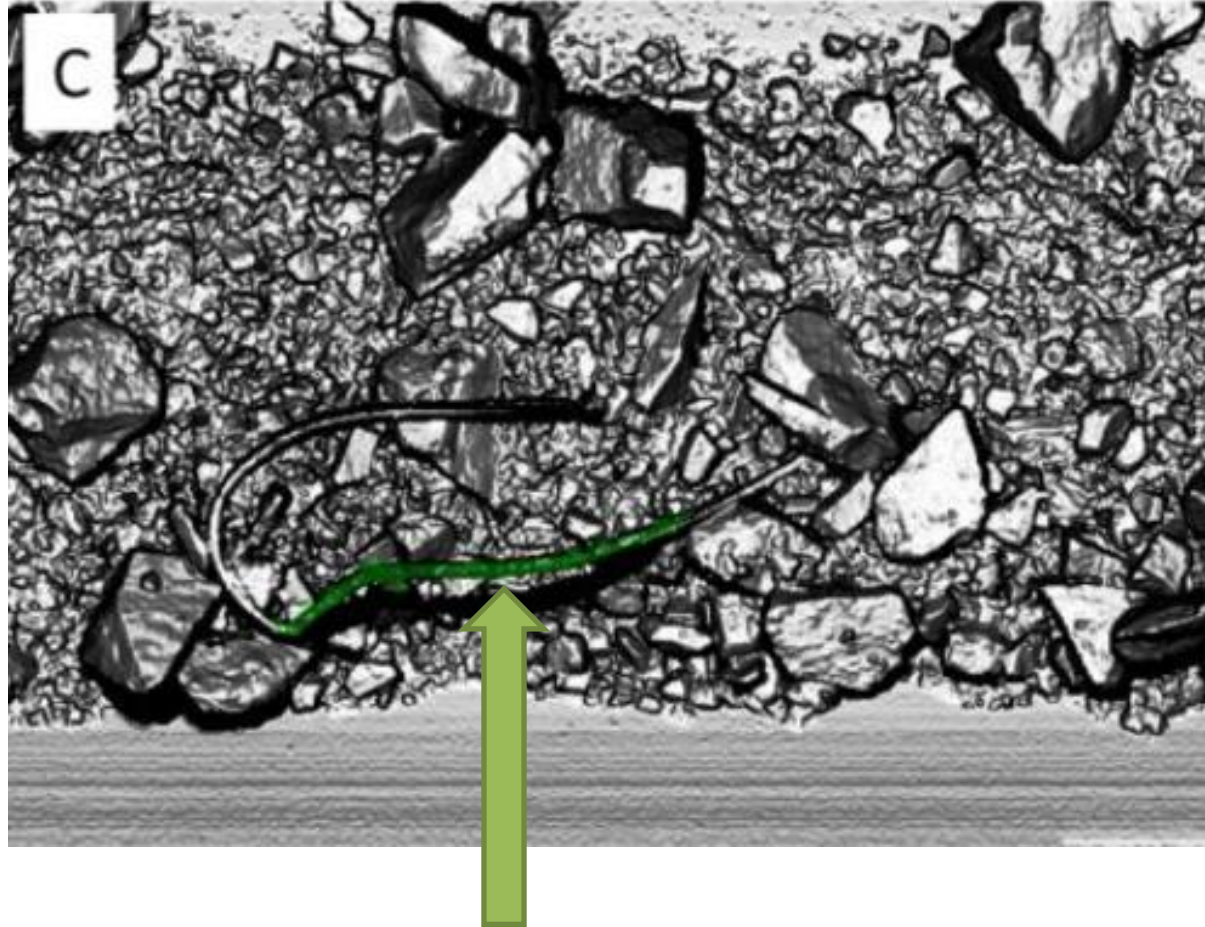
تشخیص لوله لاستیکی



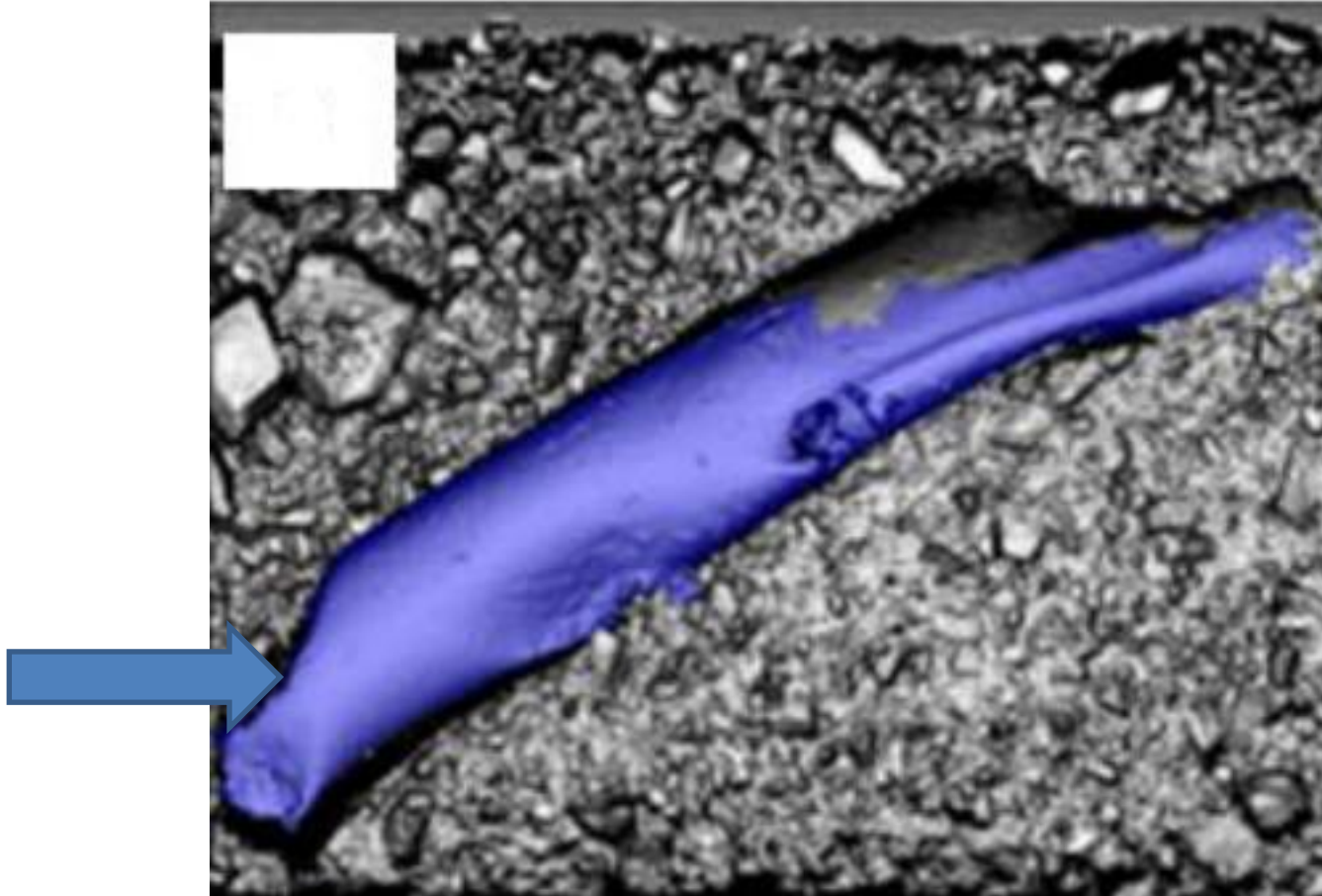
تشخیص لوله



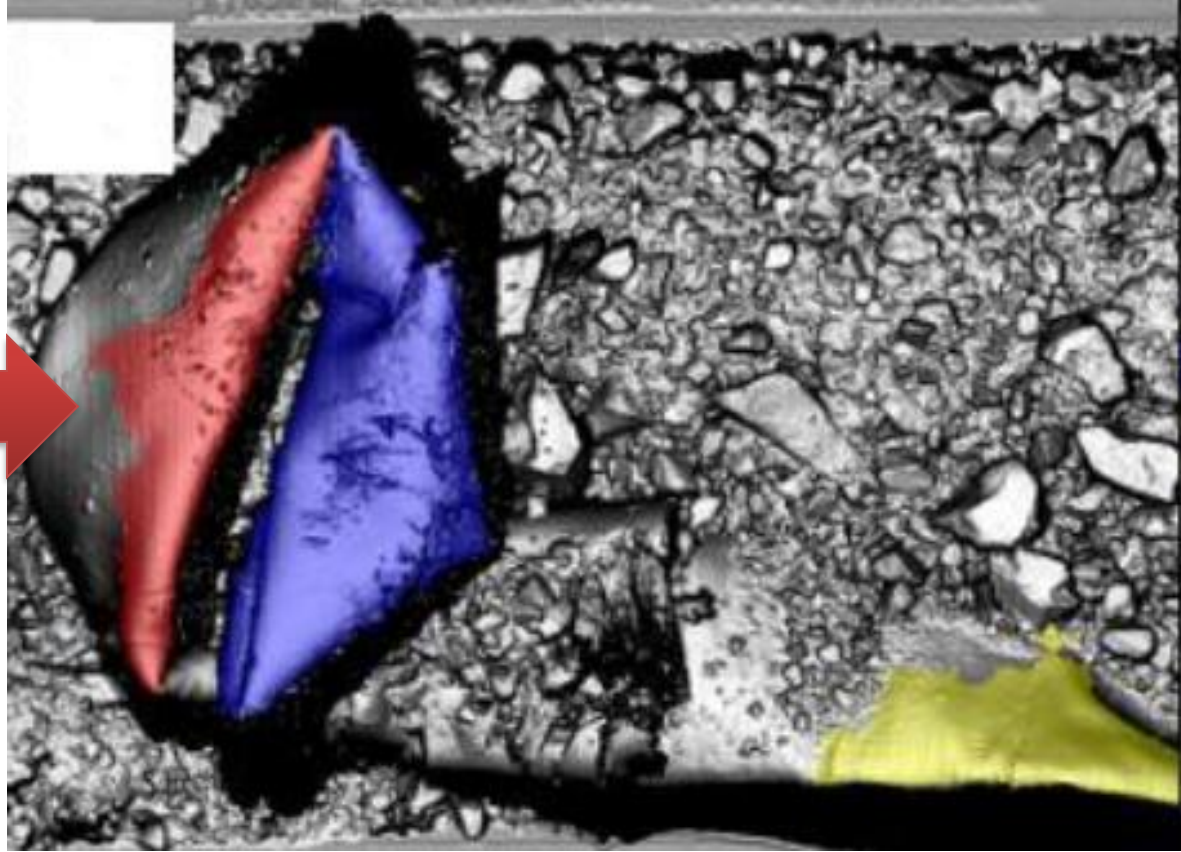
تشخیص سیم



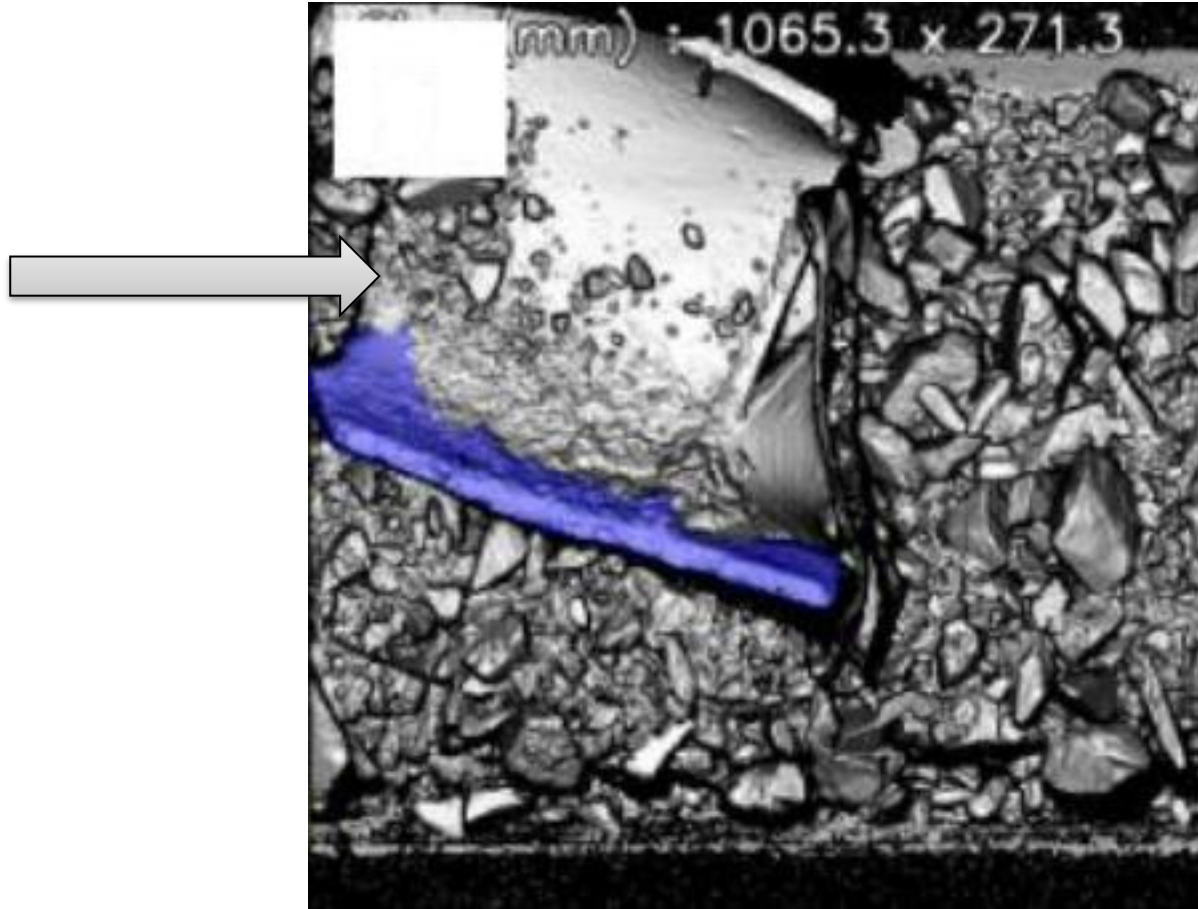
تشخیص لوله پلاستیکی



تشخیص لوله نیمه مدفون



تشخیص مانع (راه بند)



نتایج بررسی کارکرد تشخیص اشیاء بزرگ اندازه در طی یک سال

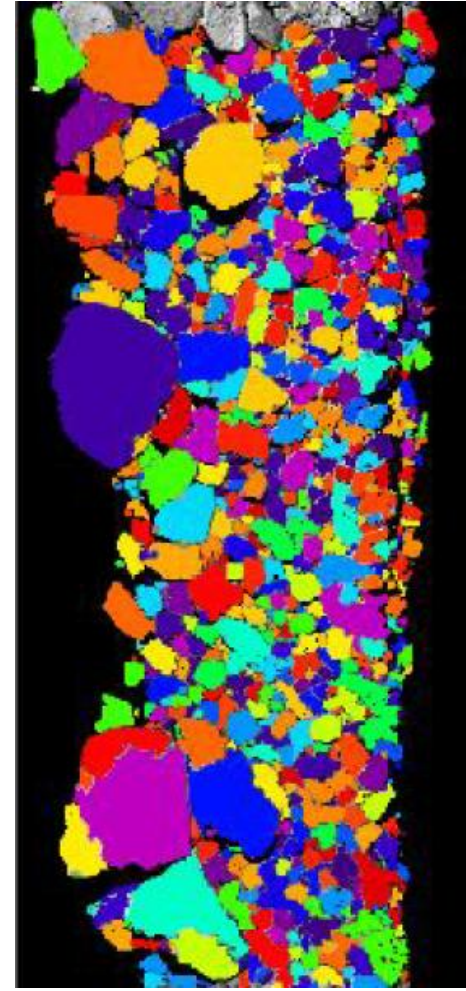
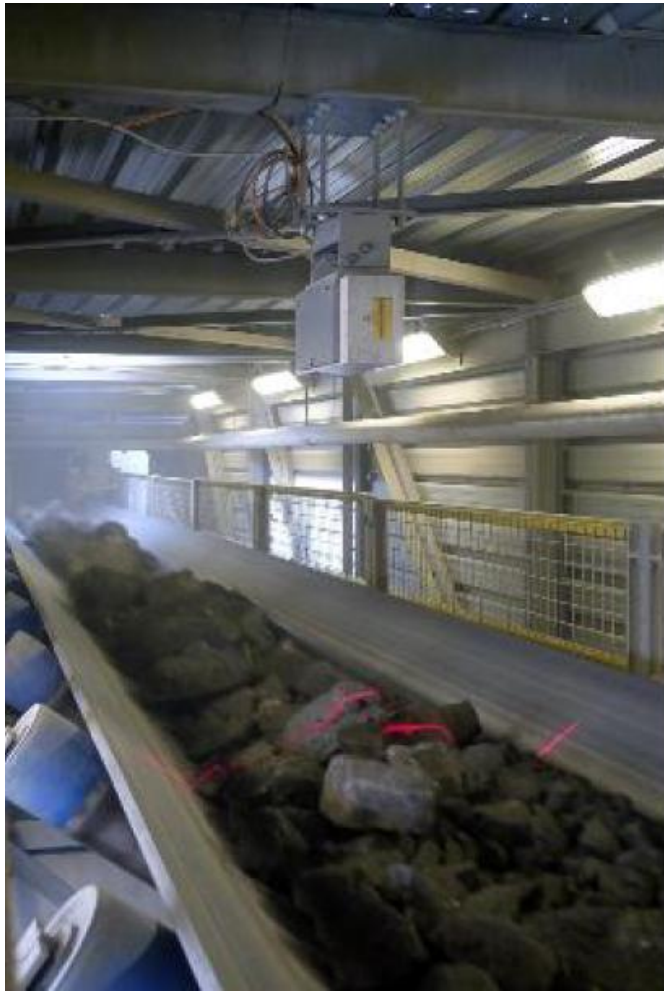
توقف (ساعت)	تعداد مورد	تشخیص
۸/۸	۱۰۵	هشدار مثبت اشتباه (توقف نوار)
۹۸/۲	۴۶۰	هشدار مثبت صحیح (توقف نوار)
۲۹/۲	۹۹	توقف دستی نوار
۴/۱	۹	تعداد گرفتگی ورودی آسیای نیمه خودشکن



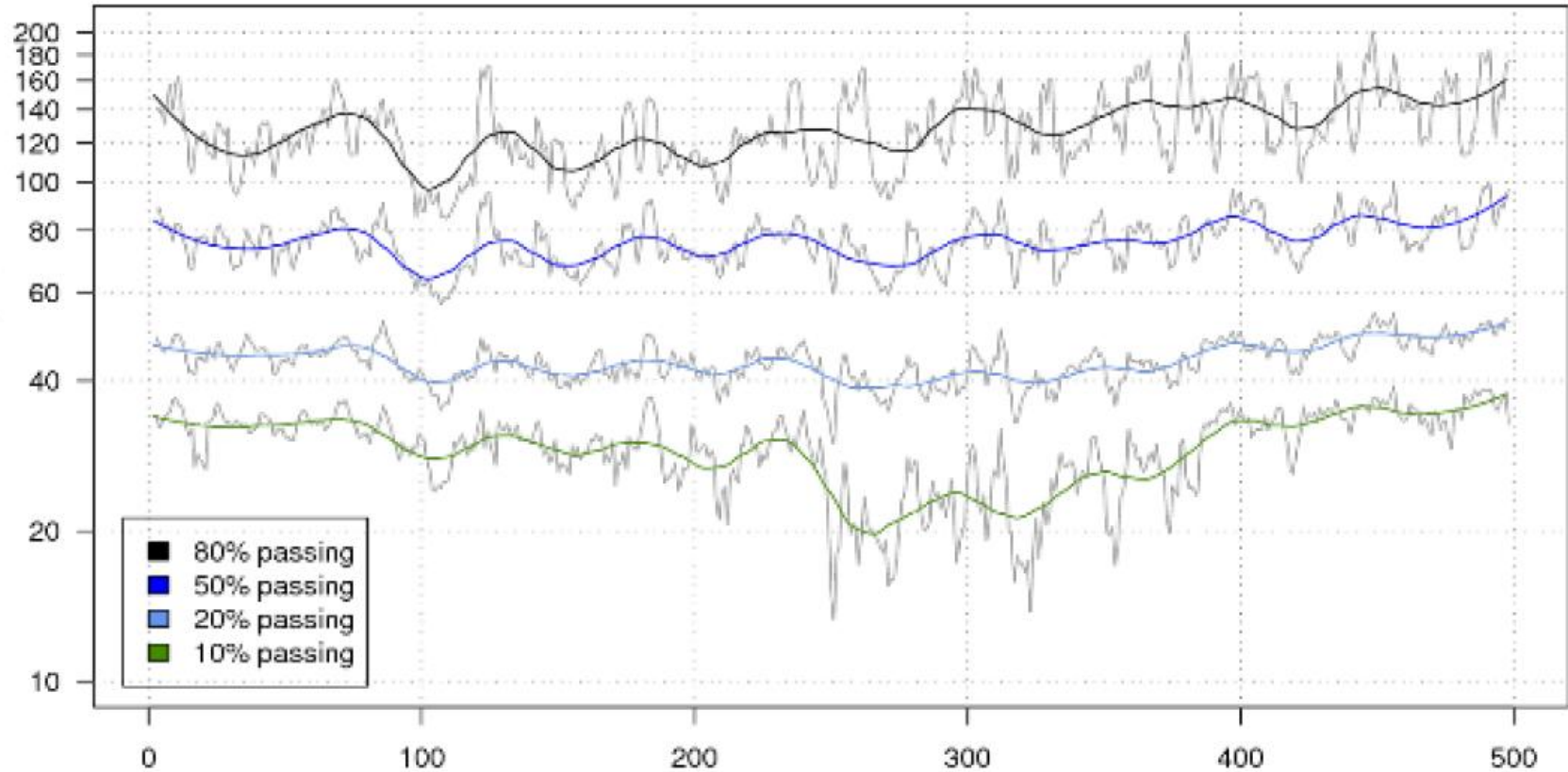
➤ ۲۳٪ تشخیص مثبت اشتباه
و سهم ۶ درصدی در کل
توقفات ذرات بزرگ اندازه



سیستم اندازه گیری ابعاد ذرات سه بعدی (لیزر+دوربین)؛ تشخیص مرز بین دانه ها



اندازه گیری ۵۰۰ ذره در خروجی سنگ شکن اولیه و نمایش d_{80} ، d_{10} ، d_{20} و d_{50}



سوال

چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

- نسل اول (جداکننده مغناطیسی + آشکارساز)، نسل دوم (دوربین دو بعدی)، نسل سوم (لیزر + دوربین) و نسل چهارم (بینایی بصری؛ دوربین + هوش مصنوعی) در طول زمان در کارخانه ها بکار گرفته شده اند.
- سرعت تشخیص دوربین سه بعدی $2/5$ برابر دوربین های دو بعدی است.
- گرفتگی و خرابی تجهیزات، تأثیر مستقیم و تاخیر در کسب درآمد تأثیر غیر مستقیم است.
- دوربین های سه بعدی به دلیل عدم تشخیص رنگ، باعث بیش تخمینی ذرات درشت و کم تخمینی ذرات ریز می شود.

