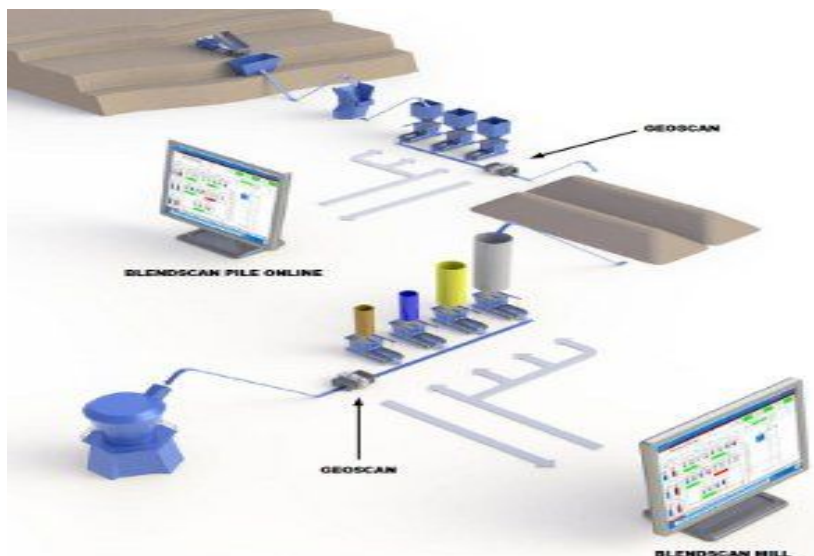


## آنالیز مواد از روی نوار نقاله در صنعت سیمان

تنظیم : عباس آهنگران

کارشناسی ارشد شیمی



**چکیده :** جهت نیل به بهترین کیفیت تولید و نیز دلایل خاص فرآیندی پروسسی ، لازم است مواد اولیه در مراحل مختلف بلحاظ کمی ، کیفی ، فیزیکی و شیمیائی آنالیز گردد. از آنجا که انجام آنالیزهای شیمیائی توسط انسان و به کمک تکنیک های معمول در آزمایشگاههای شیمیائی ، بعضاً زمان بر بوده و طی این مدت طولانی نمی توان خط تولید را متوقف نمود و منتظر ماند و نیز نمی توان با چشم بسته و بدون توجه به میانی ریاضی ، شیمی تنظیم مواد ، کار را ادامه داد ، لذا از دستگاههای نمونه گیری که قابل نصب در خروجی سنگ شکن و یا قسمتهای دیگر خط تولید هستند استفاده میشود . در این مقاله سعی شده است انواع سیستمهای آنالیز آنلاین بکار رفته را معرفی ، مزایا و کاربردهای تجربی آنها را بیان نماید .

واژه های کلیدی : آنالیز آنلاین ، سیستم نمونه گیر ، PGNAA

**مقدمه :** تولید کنندگان سیمان و مشتریان این محصول بر این باورند که برای تولید بتون مطلوب و ایده آل، لازم است سیمان از کلینکر بکینواخت تولید شود ، این مساله زمانی حاصل میشود که شیمی مخلوط مواد خام ثابت بماند. مواد اولیه مورد استفاده در شرکتهای مختلف سیمان دارای نوسان هستند جهت تنظیم اولیه مواد و کاهش نوسانات این شرکتهای نیازمند آنالیز مداوم ( online ) هستند . با آنالیز مداوم مواد اولیه ، امکان تولید يك مخلوط مواد خام مطلوب با حداقل نوسانات وجود دارد که براحتی قابل اندازه گیری خواهد شد .

**روشهای آنالیز مواد :** ۲ روشی که برای تجزیه کمی مواد در صنعت سیمان بکار میروند شامل :

۱. XRF : توسط نمونه گیری و با يك تاخیر زمانی بکار میرود . آنالیز غیر مداوم ( off-line )
۲. PGNAA : تکنیک اشعه گامای القایی نوترونی ، آنالیز مداوم ( online )

در هر دو تکنیک کالیبراسیون توسط نمونه های استاندارد انجام میگردد ، اما خصوصیات این دو روش کاملاً متفاوت است . استفاده از روش XRF نیازمند يك سیستم نمونه گیر میباشد ، این سیستم يك نمونه کوچکی از مواد خام را که معرف کل مجموعه میباشد تهیه مینماید . روش XRF دقت و صحت عالی دارد اما برای نمونه گیریهای وسیع دارای خطا و در تهیه نتایج دارای تاخیر میباشد . برعکس آن روش دوم جریان کل مواد را آنالیز میکند و شامل خطای نمونه گیری در طول زمان آنالیز نمیشد . در کارخانه های پیشرفته وجود دستگاههای آنالیزی که به سرعت نتایج را بدست می آورد و در کنترل کیفیت مداوم نقش دارند يك ضرورت است ، از دستگاههایی که در آنالیز مداوم مواد نقش دارند میتوان به ژئواسکن اشاره کرد .

**ژئواسکن :** این دستگاه توسط شرکت اسکنتک استرالیا طراحی شده است دارای دقت و صحت فوق العاده در اندازه گیری و برای اولین بار در شرکت سیمان برایتون آدلاید کشور استرالیا در سال ۱۹۹۶ نصب گردید ، سال ۲۰۰۶ آخری مدل این دستگاه که یو.سی.جي ۱۴۰۰ نام دارد در همین شرکت نصب گردید . ژئواسکن از تکنیک اشعه گاما القایی نوترونی استفاده می کند . اساس این تکنیک تولید نوترون ، تابانیدن آن به بستر مواد و اندازه گیری اشعه ساطع شده از آن است . این واکنش بسیار سریع امکان آنالیز مواد خام عبور داده شده از آنالیزور را در زمان واقعی و بصورت دقیقه به دقیقه را میسر می سازد . این دستگاه قادر است تعداد ۱۱ عنصر را آنالیز ، رطوبت و میزان مواد رانیز اندازه گیری نماید .

شکلهای زیر نمایی از این دستگاه را نشان می دهند .



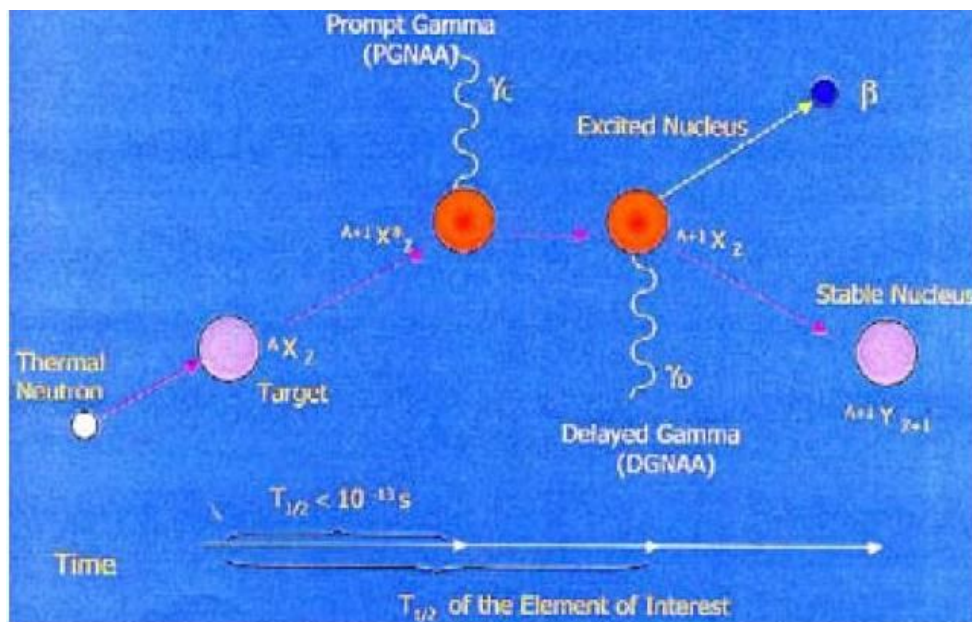
تصویر ۱ - ژئواسکن نصب شده در محل خروجی سنگ شکن



تصویر ۲ - یک مدل دیگر از ژئواسکن

در کارخانه های مختلف سیمان، نوسانات در کیفیت سیمان پرتلند ناشی از مینرالوژی مواد خام مورد استفاده است. برای اجتناب از شرایط ناپایدار کوره و به حداقل رساندن مصرف انرژی، ترکیب مواد اولیه باید یکنواخت باقی بماند. برای یکنواختی در ترکیب مواد خام بایستی انحراف استاندارد کمتر از ۳٪ برای فاز تری کلسیم سیلیکات و انحراف استاندارد کمتر از ۱/۲٪ برای ضریب اشباع آهک حفظ شود. در حال حاضر آنالیزورهایی که بر اساس تکنیک اشعه گامای القایی نوترونی کار میکنند بهترین گزینه میباشند. با نصب ژئواسکن در شرکت سیمان برایتون واقع در آدلاید، انحراف استاندارد کمتر از ۱/۱٪ برای ضریب اشباع آهک کلینکری تولیدی بدست آمده است.

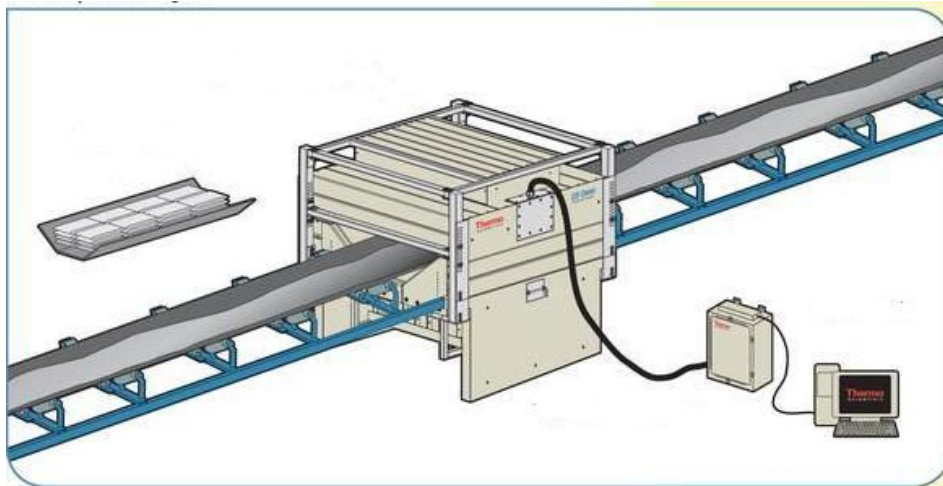
**تکنیک PGNA** ( Prompt Gamma Neutron Activation Analysis ) : در اثر شکافت هسته ای منبع کالیفورنیوم واقع در آنالیزور، نوترونها تولید میشوند. هنگام برخورد یک عنصر با نوترون قسمتی از انرژی نوترون بوسیله هسته عنصر جذب می شود هسته ها به یک تراز برانگیخته میروند و سریعاً از خود نشر گاما را ساطع مینمایند. انرژی اشعه های گاما نشر شده برای هر عنصر منحصر بفرد میباشد در پایان با اندازه گیری انتگرال سطح زیر منحنی طیف اشعه گاما، مقدار عناصر موجود در آنالیت بدست می آید. بر اساس ضرایب تبدیل استوکیومتری ترکیب عناصر برای اندازه گیری مقدار اکسیدهای موجود در مواد خام بکار برده میشود.



تصویر ۳ - اساس تکنیک PGNA

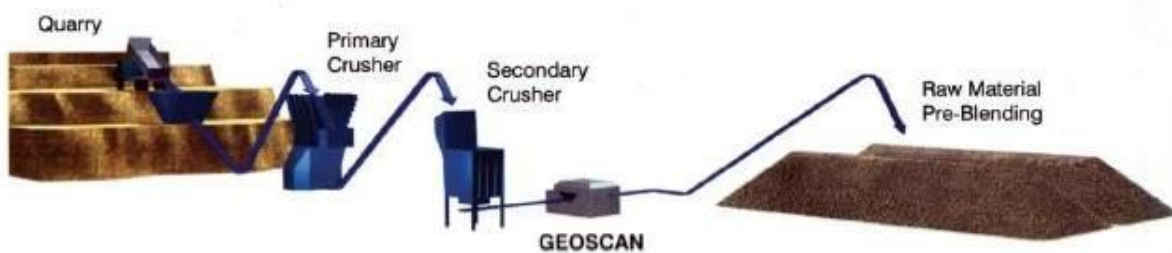
**کاربرد ژئواسکن** : این دستگاه عناصر مخلوط مواد خام را به صورت پیوسته اندازه گیری نموده و به صورت دقیقه به دقیقه نتایج را با بررسی نیازهای فرایند خط تولید آماده می نماید. از جمله کاربردهای این اطلاعات می توان سورت کردن مواد و تنظیم ترکیبات پابلهای سالن اختلاط مواد همچنین تعیین نسبت و درصد ترکیبات مواد خام به منظور تولید کلینکر با کیفیت ایده ال را نام برد. علاوه بر اندازه گیری درصد عناصر مواد، ضرایب و ایندکس پخت مواد نیز با سیستم سوپر اسکن تعیین می گردد که در بهینه سازی شرایط پخت و تنظیم وضعیت مشعل و کوره به منظور به دست آوردن ماکزیمم کیفیت استفاده میشود. کاربرد دیگر این دستگاه در زمینه های معدن و زغال سنگ میباشد.

این دستگاه متعلقات خاصی نداشته و مستقیماً بر روی تسمه نقاله نصب میگردد.

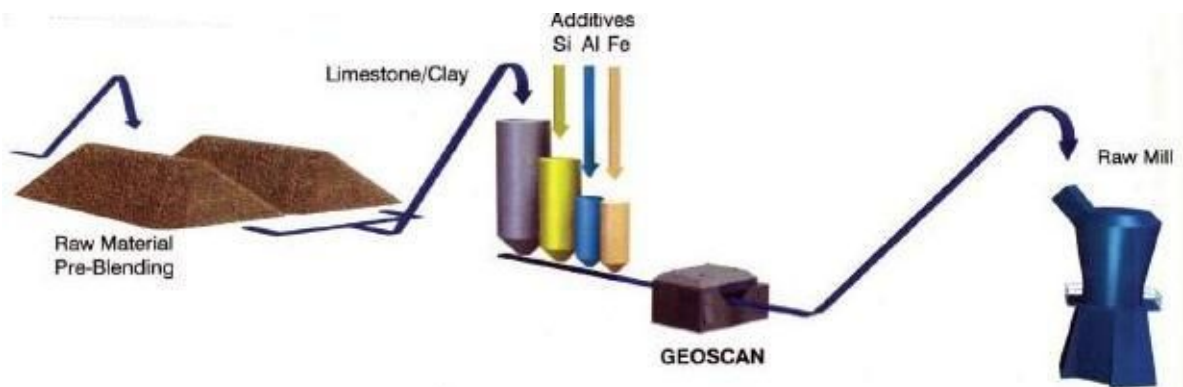


تصویر ۴ - سادگی نصب این دستگاه

ژئواسکن با به کارگیری آشکارسازهایی از نوع بیسوت ژرمینات که مجهز به ترانزیستورهای چند کاناله دیجیتال و نرم افزارهای منحصر به فرد است، توانسته است نتایجی با دقت بیشتر و کالیبراسیون پایدارتر را ارائه نماید. آشکارسازی انرژی طیف های مختلف اشعه گاما، بوسیله آشکارساز هوشمندی انجام می شود که بر روی نوار نقاله مواد و در بالای محل عبور بستر مواد نصب شده اند.



تصویر ۵ - نصب این دستگاه قبل از سالن اختلاط مواد جهت آنالیز پایل



تصویر ۶ - نصب این دستگاه قبل از آسیاب مواد جهت تنظیم بهتراکسیدهای مواد اولیه



**ژئواسکن – C مدل UCG :** عناصر مخلوط مواد اولیه را در زمان گذر از زیر آنالیز اندازه گیری کرده و نتیجه را در همان زمان اعلام مینماید . مواد اولیه به وسیله یک نوار نقاله از درون دستگاه آنالیز عبور می کنند . اصول فیزیکی مورد استفاده در آنالیز مواد به نحوی است که امکان محاسبه ترکیب شیمیایی واقعی تمام بستر مواد رافراهم می نماید . در این مدل پهنای نوار نقاله عبور داده شده از دستگاه از ۶۰۰ تا ۲۰۲۰ میلی متر تغییر می کند و سرعت جریان مواد نامحدود می باشد . حداکثر عمق بستر مواد تا ارتفاع ۲۸۰ میلی متر و در مدل UCG-L تا ارتفاع ۳۸۰ میلی متر قابل اندازه گیری میباشد . در شکل زیر این مدل نشان داده شده است .



تصویر ۷ - مدل UCG

در جدول زیر تمامی ویژگیهای ژئواسکن نشان داده شده است .

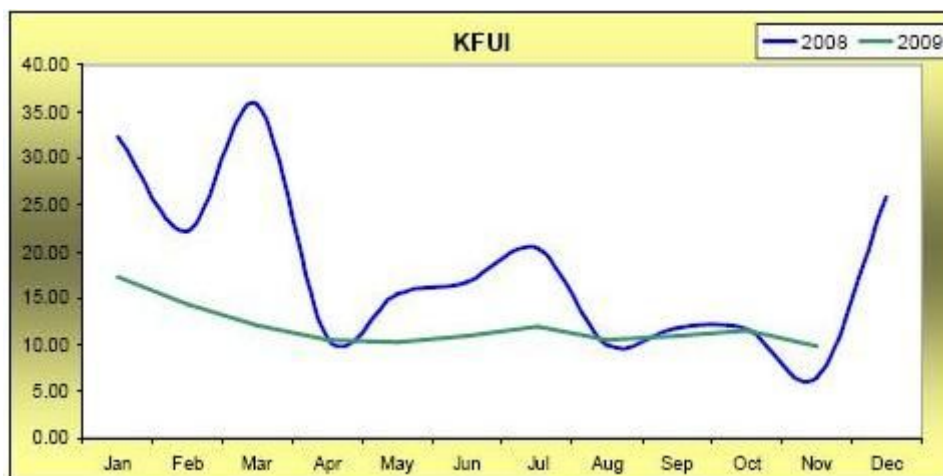
	GEOSCAN –C Model UCG	GEOSCAN-C Model UCG-L
Conveyor Width	600 to 1420mm	600 to 2020mm
Material Top Size	Typically 200mm	Typically 300mm
Bed Depth	Maximum 270mm	Maximum 370mm
Belt Load	Minimum 20 kg/m	
Optional Extra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microwave Moisture Measurement</li> <li>• Inbuilt Roof</li> <li>• Stockpile or Raw Mix proportioning software and hardware</li> <li>• Automatic Source Drive</li> </ul>	
Measurement Time	Typically 1 minute, user selectable	
Analysis Method	Prompt Gamma Neutron Activation Analysis	
Standards Elements Analysed	Calcium, Silicon, Aluminium, Iron, Potassium, Titanium, Manganese, Sulphur, Chlorine, Magnesium, Sodium, Phosphorus	
Quality Control Parameters	LOI, LSF, AM, SM, Eq, Alkali, C3S, C2S, C3A, C2F, C4AF, ...	
Other Applications	Coal and Minerals	

### مزیت‌های ژئواسکن – C مدل UCG :

۱. اشغال فضای بسیار کم
۲. خیلی سبک
۳. عدم تماس نوار نقاله با دیواره تونل
۴. دقت و کارایی بالای آشکارسازها
۵. آشکارسازهای چند پیکره
۶. ترانزیستورهای دیجیتال پیشرفته
۷. کالیبراسیون آسان

### بحث و نتیجه گیری :

یکی از پارامترهای مهم در مراکز کنترل کیفیت تولید کندهای سیمان ، یکنواختی خوراک کوره است . با ثابت ماندن این پارامتر کنترل کیفیت کلینکر بالاتر ، مصرف انرژی پایین تر ، گرفتگیهای کوره و سیکلونها به حداقل موارد و یا گاهی " صفر خواهد رسید . در این ارتباط ایندکس یکنواختی خوراک کوره ( K.F.U.I ) وجود دارد که میزانی از یکنواختی خوراک میباشد . کارخانه سیمان الرشیدییه یکی از شعبه های Lafarge در اردن می باشد که با جمع آوری داده های بهره برداری این ایندکس را قبل و بعد از نصب آنالیزور آنالین با هم مقایسه کرده است .



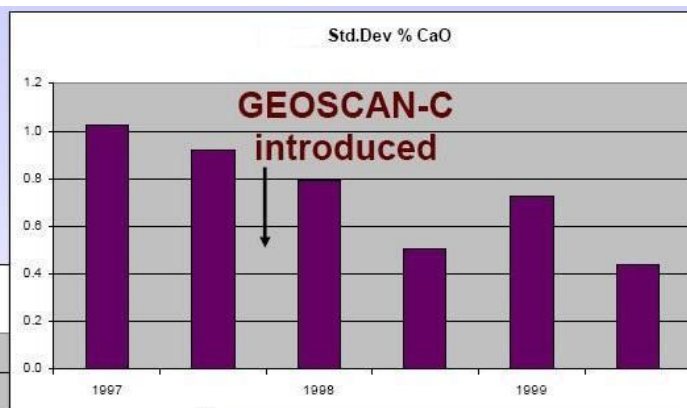
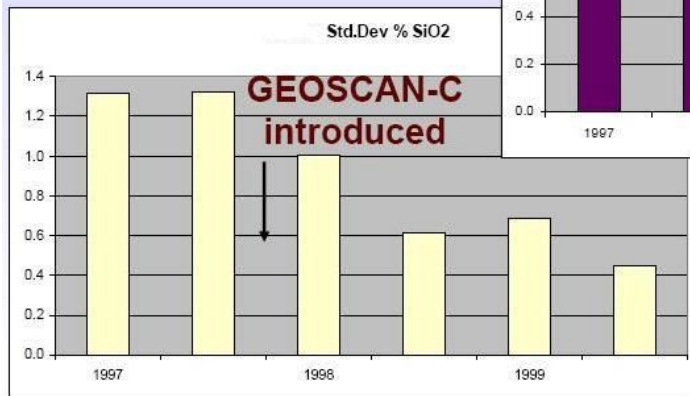
تصویر ۸ - نمودار Kiln feed uniformity index

منحنی آبی رنگ قبل از نصب آنالیزور آنالین ، منحنی سبز رنگ بعد از نصب آنرا نشان میدهد . مقدار استاندارد این ایندکس از طرف Lafarge  $KFUI \leq 14$  در نظر گرفته شده است .

همانطور که ملاحظه میشود بعد از نصب آنالیزور ، به این هدف رسیده شده است .

داده های زیر به حداقل رسیدن انحراف استاندارد آهک و سیلیس مواد خام مصرف شده در سالن اختلاط مواد را نشان میدهد . که ماحصل این هدف تولید کلینکر با کیفیت در کوره و نهایتاً تولید سیمان با کیفیت بالا میباشد .

**%CaO and %SiO<sub>2</sub>  
variability decreased  
significantly.**



**Cement quality  
variability decreased  
significantly.**

**پیشنهادها :**

۱. نصب این دستگاهها در کارخانه های جدید و طرحهای افزایش ظرفیت جهت کاهش مصرف انرژی و افزایش کیفیت محصولات
۲. آنالیز محصولات اصلی توسط طراحان و مهندسين داخلي جهت توليد و ساخت در داخل کشور برای حفظ استقلال صنعتي
۳. استفاده از نیروي متخصص در قسمت کنترل کیفیت

**منابع :**

1. Keeping Control , [www.worldcement](http://www.worldcement) , June 2007
2. Analysis and Developments of PGNAI Installation at Al-Rashadiya Lafarge Cement Plant in Jordan ; Tarek Q. Qasim, Tawfeq Al-Etaiwi, Mohammed Al-khasheb 2011
3. Real Time Analysis of Conveyed Materials for Process Control ; Henry Kurth , Mining Magazine Congress , 8-9 October 2009 , Canada
4. Technical Data on Nucleonic Gauges ; Industrial Applications and Chemistry Section International Atomic Energy Agency , July 2005