

نشریه سیمان و افزودنی‌ها



CEMENT & ADDITIVES MAGAZINE

سال هشتم، شماره ۲۰، اردیبهشت و خرداد ماه ۱۴۰۳، ۱۸۰,۰۰۰ تومان

متمایز از هر آنچه که دیده‌اید

نرم‌افزار نگهداری و تعمیرات
و سیستم تولید



EM, PM, CM, ES, GN, HP

- ◆ بازرسی، توقفات، تعمیرات اساسی
- ◆ مبتنی بر وب و موبایل به همراه:
- ◆ گزارشات متنوع نموداری
- ◆ تحلیل و داشبورد تخصصی BI
- ◆ پیاده‌سازی شده در صنایع گوناگون از جمله سیمان

☎ ۰۲۱ - ۵۸۷۱۶

www.rumak.ir

Electro Towzin co.Ltd

Weighing & Automation



تنها سازنده پکر در خاورمیانه



ROTARY PACKER SYSTEM

Features :
Name:Rotary Packer
Capacity:100-120 t/h
Bag Size:25-50 Kg
Digital Weighing System
Station No:8 pcs
Accuracy: ±1%
Accuracy With
Check Weighing:±250gr
Tank Capacity:4m³
Bin Level Controller
Software Calibration
Internal Diagnostic
Color:PUR 7032, Ep3012
Made In Iran
Options:
Check Weighing
Conveyor
Feeder



Features :
Name:Fix Packer
Capacity:30-60 t/h
Bag Size:25-50 Kg
Digital Weighing System
Station No:2-4 pcs
Accuracy: ±1%
Accuracy With
Check Weighing:±250gr
Tank Capacity:2m³
Bin Level Controller
Software Calibration
Internal Diagnostic
Color:PUR 7032, Ep3012
Made In Iran
Options:
Check Weighing
Conveyor
Feeder

FIX PACKER SYSTEM

شرکت مهندسی الکتروتوزین آریا

تنها سازنده موفق در زمینه انواع دستگاه پکر ثابت و روتاری

- ساخت و طراحی انواع دپارتمان بارگیرخانه کارخانجات سیمان، گچ
- ساخت انواع سرنده و بیره (الک)
- انواع الواتور
- نوار نقاله
- ایر اسلاید
- فلوکنترل
- اسکرو، کانوایر
- مخازن نیمه سنگین فلزی
- بگ فیلتز
- سیکلون

دفتر مرکزی و کارخانه:

تهران، اتوبان ساوه، خروجی صبا شهر به سمت آدران، شهرک صنعتی

شهید زواره ای، خیابان یازدهم، پلاک ۳۸

تلفن: ۰۲۱ ۵۶۵۸۵۴۴۰ ۰۲۱ ۲۲۶ ۴۴ ۴۴۱-۲

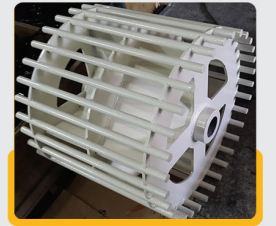
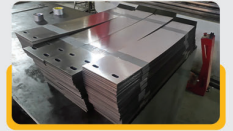
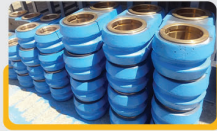
Our Location in the Google Map & Earths: **Electro Towzin**

info@electro-towzin.com
WWW.ELECTRO-TOWZIN.COM

ata

آرمان تجهیز آینده (مسئولیت محدود)

طراحی، سازنده و تامین کننده،
قطعات و تجهیزات صنایع سیمان، فولاد و پتروشیمی



🌐 www.armanta.ir

✉ info@armanta.ir

تلفکس: ۵۶۹۰۷۴۰۹ - ۰۲۱

عباسی: ۶۱۰۲۰۹۹ - ۰۹۰۱

شاملو: ۵۶۱۰۸۹۵ - ۰۹۱۲

تهران، شهرک صنعتی چهاردانگه
بلوار ۲۱ ماهر، میدان تجارت
ساختمان TSW، طبقه اول واحد ۷
کد پستی: ۳۳۱۹۱۴۲۲۶

BEUMER bucket elevators



- › Belt bucket elevators for raw meal and cement lifting for heights up to 200 m
- › HD belt bucket elevators for mill recirculation with lumps up to 120 mm



شرکت کنترل دینامیک پارس

با مسئولیت محدود

نماینده ABB در ایران



- مهندسی فروش
- مهندسی سیستم جایگزین
- راه اندازی و آموزش
- سرویس و تعمیرات



- Drive: ACS880 - ACS 580 - ACQ 580 - ACS 310 - ACS 380
- Soft Starter: PSTX - PSE - PSR
- Electro Motor LV: (AC) - MV (AC)
- Spare Part: AC Drive - DC Drive - Soft Starter
- تامین درایو و رکتیفایرهای ACS 800 - ACS 880
- تامین قطعات، راه اندازی و تعمیرات MV Drive سری ACS 1000
- Brake Resistor

@CDPCO

Controldynamicpars.com

www.codypars.com

www.ABB.ir

تهران - خیابان سعدی شمالی، پلاک ۴۴۶

تلفن: ۰۲۱ - ۳۳۱۱۱۲۹۵ - ۳۳۱۱۳۳۵۱

فکس: ۳۳۱۱۲۸۵۰

ایمیل: info@codypars.com

**اولین و برترین تولید کننده انواع گلوله بالمیل و
 قطعات ریخته گری ضدسایش و نسوز
 جهت صنایع سیمان، معدن و فولاد**



**سال افتخار، سربلندی و خوشنامی
 در صنعت ریخته گری کشور دستاورد خانواده ایران ذوب**



دفتر مرکزی: اصفهان، خیابان دانشگاه، کوچه ۱۳ (شهید خوشاب) پلاک ۲۸
 کد پستی: ۸۱۷۳۹ - ۶۴۹۳۲
 صندوق پستی: ۳۴۵ - ۸۱۶۵۵
 تلفن تماس: ۰۳۱ - ۳۶۲۶۰۸۹۳ - ۷
 فکس: ۰۳۱ - ۳۶۲۶۱۱۱۳
 کارخانه: اصفهان، اتوبان ذوب آهن، جاده سیمان سپاهان، شهرک صنعتی اشترجان، پلاک ۵۷
 تلفن تماس: ۰۳۱ - ۳۷۶۰۹۰۴۱ - ۹
 فکس: ۰۳۱ - ۳۷۶۰۹۰۴۰

www.baffco.com

فناورے فردا

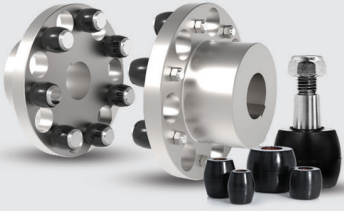
• به اندیشی و فناوری فردا



FLUID COUPLING



DISK COUPLING



PINBUSH COUPLING

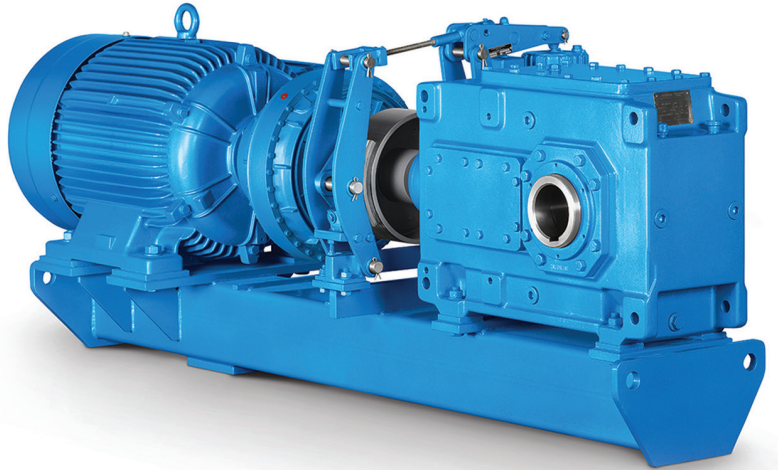


DRIVE, PLC
AND ELECTRICAL COMPONENTS

- خدمات مهندسی، مشاوره و تامین تجهیزات انتقال قدرت
- خدمات مهندسی و تامین تجهیزات الکتریکال
- تولید قطعات انتقال قدرت



CONVEYOR DRIVE



بزرگراه ستاری، تقاطع بزرگراه حکیم، کوچہ عزتی پور، پلاک ۶، واحد ۱۰

شماره تماس: ۴۴۰۰۴۱۰۰ - ۰۲۱ ایمیل: info@baffco.com

ریخته های نسوز مهر

تولید کننده انواع قطعات از فولاد و
چدن آلیاژی برای کارخانه جات سیمان، معادن
و کارخانه جات فولاد، نفت، گاز و پتروشیمی



تهران، خیابان ستارخان، باقرخان غربی، پلاک ۸۳، واحد ۱۲

تلفن: ۰۲۱۶۶۵۶۱۶۶۶ - ۰۲۱۶۶۵۶۱۷۹۳ شماره تماس: ۰۹۱۲۸۶۹۱۹۱۶

وبسایت: NASOOZMEHR.COM

ایمیل: INFO@NASOOZMEHR.COM

صنایع ریخته‌گری سپاهان فولاد آتشگاه (SFA)

SEPAHAN FOOLAD ATASHGAH CASTING INDUSTRIES

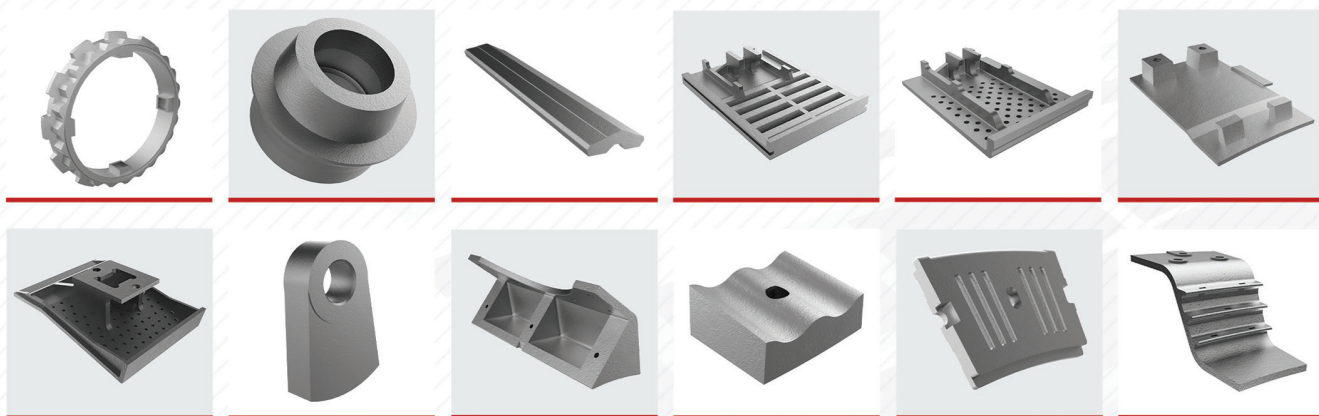
معرفی صنایع ریخته‌گری سپاهان فولاد آتشگاه (SFA)

شرکت صنایع ریخته‌گری سپاهان فولاد آتشگاه در سال ۱۳۶۸ با هدف ریخته‌گری انواع فولادها و چدن‌ها بصورت سهامی خاص تاسیس شده است که با بیش از سه دهه فعالیت مستمر اکنون جز شرکت‌های برتر ریخته‌گری محسوب می‌شود.

شرکت صنایع ریخته‌گری سپاهان فولاد آتشگاه با در اختیار داشتن ۷ عدد کوره با مجموع ذوب همزمان ۲۰۰۰۰ کیلوگرم در فضایی به مساحت ۲۵۰۰۰ متر مربع، ظرفیت تولید سالانه ۲۵۰۰۰ تن قطعه ریخته‌گری را دارد.

این شرکت به منظور بهبود مستمر و ارتقاء کیفی محصولات، جهت کسب رضایت هرچه بیشتر مشتریان از نیروهای متخصص جوان و همچنین تجهیزات و دانش فنی روز بهره گرفته و تا به حال توانسته است با بسیاری از شرکت‌های معتبر داخلی و خارجی در زمینه تولید انواع قطعات مصرفی در صنایع مختلف همچون معدن، فولاد، سیمان و مس همکاری نماید.

شرکت صنایع ریخته‌گری سپاهان فولاد آتشگاه با اتکا به توانایی خود و با پشتوانه سرمایه‌سازمانی و رویکرد راهبردی مدیریت در حفظ و توسعه این سرمایه‌ها، فردایی روشن و موفق را نوید می‌دهد.



اصفهان، شهرک صنعتی نجف آباد ۲، میدان صنعت، بلوار دکتر حسابی، نبش فرعی ۲۸

+983142696500-4

+983142696505

www.sfa-foundry.com

Sfa.sepahan@gmail.com

ارائه خدمات متنوع به صنعت سیمان

تراز گرم (لیزری) کوره
ماشین‌کاری و اصلاح سطوح رینگ و غلتک



آورین صنعت آسیا

شرکت آورین صنعت سیمان (ASA) با تکیه بر
آموخته‌های علمی و تجارب اجرایی گروهی
از بهترین متخصصین صنعت سیمان بنا شده است.
بنیانگذاران شرکت ASA از مهندسين سابق شرکت
اف ال اسمیت دانمارک می باشند که پس از
سال‌ها آموزش و کسب تجربه در کنار برجسته‌ترین
مهندس و کارشناسان شرکت FLS
هم اینک آماده ارائه خدمات مهندسی
و تامین تجهیزات و قطعات یدکی برای
کارخانجات سیمان می باشند.

3M

SIEMENS

Rexroth
Bosch Group

Atlas Copco

EH
Endress+Hauser
People for Process Automation

ABB

EATON
Powering Business Worldwide

Schneider
Electric



info@asa-engineering.com

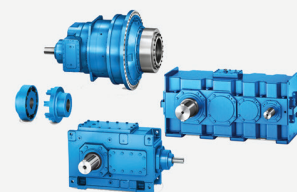
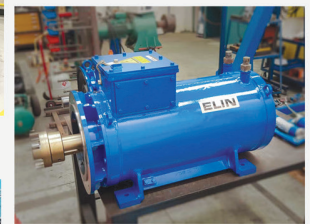


+98 21 88704382 09155111995 09126227736

تامین قطعات یدکی اورجینال

از برندهای معتبر جهانی همراه با ارائه
گواهی مبدأ Certificate of Origin

تامین دستگاه تخریب آبر



طراحی
نصب و راه اندازی
بگ هاوس و تبدیل
الکتروفیلتر به بگ هاوس
با همکاری شرکت های اروپایی



www.asa-engineering.com

شرکت مهندسی پایاب صنعت یکتا

نماینده رسمی و انحصاری خدمات پس از فروش

سیستم های اتوماسیون **LS ELECTRIC**

LS IS

برد پاور LS SMPS Drive

برد کنترل LS Control Board

برد فن LS SMP FAN Board

صفحه نمایشگر (کی پد) Keypad

فیوز فست Fast Fuse

پل دیود و ترنستور و IGBT

فروش و تأمین کلیه قطعات بدنه کی اینورترهای LS



آدرس: تهران - خ کریم خان زند - خ عضدی جنوبی

کوچه پازند - پلاک ۱ - طبقه ۳ - واحد ۴

تلفن تماس: ۸۸۳۰۸۸۷۱ - ۸۸۴۹۰۷۱۰ - ۰۲۱

۸۸۴۹۰۵۱۴ - ۸۸۴۹۰۷۰۳

پست الکترونیکی: info@payab - sanat.ir

وب سایت: www.payab - sanat.ir





آورین صنعت آسیا

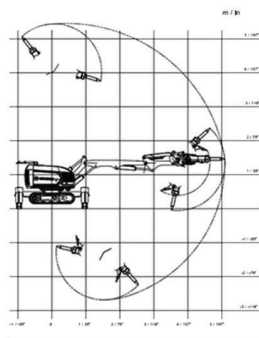
نماینده رسمی و تامین کننده روبات
کنترل از راه دور جهت تخریب آجرهای کوره



مزایای عمده استفاده از روبات

- ایمنی بیشتر در تخریب آجر و جلوگیری از بروز خطرات جانی برای نفرات دخیل در تخریب آجرهای کوره
- امکان شروع سریعتر عملیات تخریب به محض کاهش نسبی دمای داخل کوره
- تسریع در تخریب آجر و در نتیجه تسریع در آجرچینی مجدد کوره و کاهش قابل ملاحظه زمان توقف کوره
- دارای سیستم کنترل از راه دور با برد ۳۰۰ متر
- دارای گارانتی و سهولت تامین قطعات یدکی

Technical Specification



Rotation speed: 0-8rpm
 Maximum walking speed: 2.1 km/h;
 Maximum climbing ability: 30°
 Hydraulic system capacity: 85 L;
 Hydraulic pump type: load sensing variable piston pump
 System pressure: 18 MPa;
 Motor Brand: SIEMENS
 Maximum flow rate of hydraulic pump: 85 l/min;
 Power: 27.5 kW
 Control device: portable remote control
 Control signal mode: digital control mode wire control
 Wireless remote control range: up to 300 m
 Total weight: 2100 kg;
 Minimum width 1080 mm;
 Minimum height 1530 mm;
 Maximum working range 5450 mm;
 Maximum working range 1450 mm;



MOSAMMAM

شرکت صنایع متالورژی مصمم

تولید کننده انواع گلوله های آسیای تر و خشک ، ریخته گری انواع قطعات سبک و سنگین



شرکت صنایع متالورژی مصمم اصفهان

به عنوان اولین شرکت دانش بنیان کشور در زمینه طراحی و تولید گلوله، زره و دیافراگم آسیا به روش ریخته گری با بهره گیری از تجربیات و نیروی کار توانمند و با پایبندی بر تحقیق و پژوهش مصمم است تمامی توان خود را برای حرکت در مسیر توسعه کشور و گسترش بازارهای داخلی و صادراتی این محصول به کار بندد.

کارخانه: اصفهان، اتوبان ذوب آهن، شهرک صنعتی اشترجان، خیابان دوازدهم

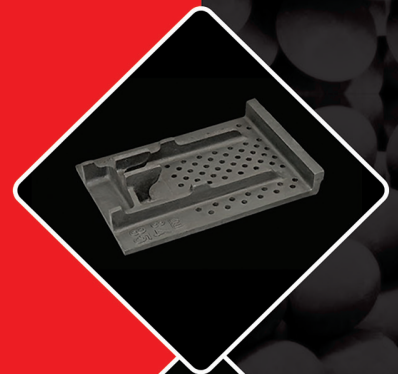
کد پستی: ۸۴۶۵۱-۹۶۹۷۹ تلفن: ۰۶-۰۳۱-۳۷۶۰۷۵۰۱ فکس: ۰۳۱-۳۷۶۰۷۵۰۰

0913 657 5020

www.mosammam.com

@mosammamc

info@mosammam.com



صنایع متالورژی مصمم در یک نگاه

اهداف

- آغاز فعالیت ذوب و ریخته‌گری در سال ۱۳۸۱ در راستای:
- برنامه‌ریزی جهت ارتقاء تکنولوژی صنعت ریخته‌گری در ایران
- افزایش صادرات محصولات در جهت جلوگیری از خروج ارز و خودکفایی
- کمک به صنایع داخلی جهت تسهیل دسترسی به نیازهای گلوله و قطعات

تولید

- انواع گلوله و سیلیس از جنس چدن سفید و کروم‌دار در سایزهای:
- گلوله: ۱۰-۱۵-۱۷.۵-۲۵-۳۰-۳۵-۴۰-۴۵-۵۰-۶۰-۷۰-۸۰-۹۰-۱۰۰-۱۲۵ میلیمتر
- سیلیس: ۱۰×۱۰-۱۲×۱۲-۱۴×۱۴-۱۶×۱۶-۱۹×۱۹-۲۲×۲۲-۲۵×۲۵-۳۰×۳۰-۴۵×۴۵ میلیمتر
- ریخته‌گری قطعات سنگین برای استفاده در صنایع سیمان و نیروگاه‌ها، معادن و فولادها
- ریخته‌گری قطعات سبک و قطعات ضدسایش در صنایع سیمان و معادن مانند لاینر، دیافراگم و فولادهای نسوز

استانداردهای داخلی: ISO و CE اروپا

- آزمایشگاه و کنترل کیفیت در بخش‌های آنالیز شیمیایی به روش کوانتومتری و تست‌های جانبی
- کسب گواهینامه‌های استاندارد ISO 45001, 2018 - ISO 14001, 2015 - ISO 9001, 2015
- کسب گواهینامه آزمایشگاه همکار از سوی سازمان ملی استاندارد ایران مطابق با ISO 17025
- اخذ گواهینامه CE اروپا

افتخارات

- برترین صادرکننده دانش بنیان کشور در سال ۱۳۹۸ از سوی معاونت علمی و فن‌آوری ریاست جمهوری
- ابداع چدن‌های ضدسایش کم آلیاژ
- تدوین دانش فنی تولید گلوله‌های آسیا ۳۰ درصد کروم در ایران
- خروج از انحصار شرکت‌های خارجی در تامین گلوله‌های آسیا در صنعت سیمان، معدن و فولاد
- مدیریت تدوین نرم‌افزار محاسبه نرخ سایش در آسیاب‌های گلوله‌ای
- مبتکر تولید گلوله آسیاب برای اولین بار در ایران توسط مهندس اجلائی به‌عنوان پدر گلوله در ایران و چهره‌ماندگار صنعت
- بهره‌بردن از دانش فنی و تجربه بیش از ۲۰۰ نفر نیروی انسانی کارآزموده و متخصص
- ثبت شرکت به‌عنوان دانش بنیان از سال ۱۳۹۵

بازرگانی

- گارانتی و خدمات پس از فروش و ارائه مشاوره حضوری در سایت شما در تمام محصولات
- همکاری در زنجیره تامین با تمام شرکت‌های معتبر در صنعت سیمان، فولاد و معادن و بتن سبک

راه‌های تماس با شرکت صنایع متالورژی مصمم

تلفن: ۰۳۱-۳۷۶۰۷۵۰۱-۶ فکس: ۰۳۱-۳۷۶۰۷۵۰۰

تلفن شبکه‌های اجتماعی (ایتا، واتساپ و تلگرام) ۰۹۱۳۶۵۷۵۰۲۰

آدرس: اصفهان. شهرک صنعتی اشترجان، خیابان ۱۲. کدپستی ۸۴۶۵۱۹۶۹۷۹

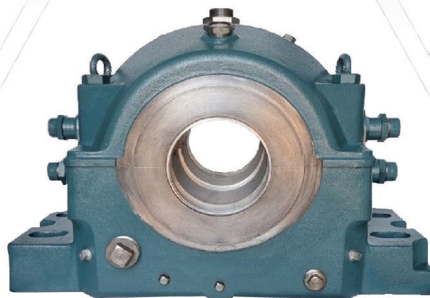
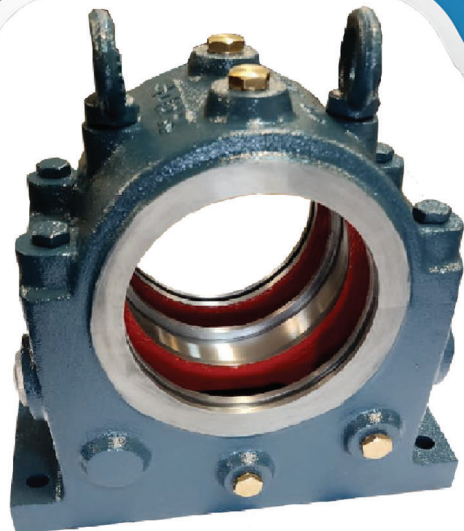
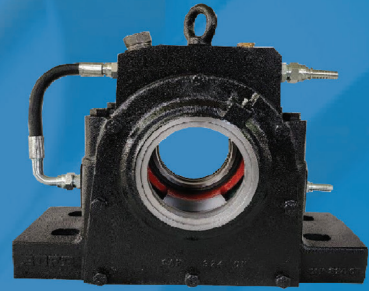
www.mosammam.com

mosammamco@yahoo.com

کارخانه یاتاقان سازی

SDFR

PLUMMER BLOCK HOUSINGS FACTORY



کیفیت
+
قیمت مناسب
+
زمان تحویل کوتاه
+
خدمات پس از فروش
=
SDFR

آدرس: تهران، شهرک صنعتی عباس آباد، خیابان دلگشا،
خیابان مولوی، خیابان ۸/۷، پلاک ۳۰۱ و ۳۰۲

۰۲۱ - ۳۶۴۲۴۱۱۶ - ۷ ۳۶۴۲۶۶۱۷
۰۲۱ - ۳۶۴۲۶۶۱۵



www.sdfr-f.com
info@sdfr-f.com



پارس پلاتین PARS PLATIN

Precious Metal Laboratory Apparatus Manufactured From platinum, platinum Group Metal
platinum Alloys, Gold and Silver

تولید تجهیزات و قطعات آزمایشگاهی از فلزات قیمتی

(پلاتین، رودیوم، ایریدیوم، طلا و نقره)

و تولیداتی از قبیل کروزه های پلاتینی، دیشهای پلاتینی، تیگلهای، الکتروود پلاتینی،

مفتولهای پلاتینی، پلیتهای پلاتینی و ...

تلفن دفتر مرکزی : ۷۷۶۵۷۲۴۳ و ۴۴ : همراه : ۰۹۱۲۱۱۳۲۲۶۱





**Lubrication reduces friction.
Knowledge reduces costs.**

برای مقابله با چالشها، شما به یک همراه قدرتمند نیازمندید

KLÜBER
LUBRICATION

www.klueber.com/cement

مانا شگرد پایا
نماینده‌گی انحصاری کلوبر لوبریکیشن در ایران
تلفن: ۴۴۸۲۸۷۶۳-۴۴۸۲۸۸۵۶-۴۴۸۲۷۳۸۰
موبایل: ۰۹۱۲۳۰۶۰۸۰۰
ایمیل: info@maanaaco.com



مشاور عالی هیات علمی و تحریریه

دکتر سید مجید حسینی نوید

سردبیر

دکتر سید مجید حسینی نوید

مدیر داخلی

شهره نوری

۰۹۱۲۱۰۷۱۳۱۰

دبیر تحریریه

مهندس مهدی قائدی

هیات علمی

مهندس مهدی قائدی

مهندس علی اکبر کفاش بازاری

دکتر رضوان بهفر

تحریریه

سمیه نوری (منصوری)

با تشکر از همکاری

فاضل قنبر نعمانی، سارا محمدی، حمیدرضا کرمی، مرتضی نیکخواه، سعید نوروزی، افشین اعظمی، رضوان بهفر، آزاده زائری امیرانی، احمد محمودی گزیک، محمدباقر احمدی، علی اکبر کفاش بازاری، امین معصومی، سید علیرضا آشفته، مریم عباسی، علیرضا طاهری زاده، محمد شعبانی، علیرضا رحمتی، مهدی ساکی، مجید لک، حامد شایسته نام، ابوالفضل کریم آبادی، محمود حاجی پورحلوایی، هدی حاجی پورحلوایی، الهام صائمی، علی اکبر فلاح، سید مجید حسینی نوید

- مطالب لزوماً نظر نشریه سیمان و افزودنی‌ها نیست.
- نشریه در اصلاح، کوتاه کردن، ویرایش مقالات، مطالب رسیده آزاد است.
- نقل مطالب با ذکر منابع آزاد است.

صاحب امتیاز

مریم رشیدخانی

مدیر مسئول

مریم رشیدخانی

گرافیک و صفحه آرایی

سمیرا نوری

بازرگانی و تبلیغات

سمانه نوری (فرخی)

۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳

۰۹۱۲۱۰۷۱۳۱۰

دفتر اجرایی

تهران، خیابان سمیه، حدفاصل بهار و مفتاح جنوبی،

کوچه خوانساری، شماره ۶، واحد ۲۱

تلفن: ۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳

فکس: ۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳

cementarticle@gmail.com

noori_cement@yahoo.com

لیتوگرافی و چاپ:

آئین چاپ تابان

۵۵۴۳۲۳۵۸-۵۵۴۳۴۵۳۱

www.aeinchaptaban.com

میدان قزوین، خیابان قزوین، خیابان مخصوص، شماره ۲۲۱



سخن‌سردبیر

هوش مصنوعی و آینده مدیریت هوش مصنوعی ۳

مقاله سیمان

بررسی میکروسکوپی اثر افزایش کوارتز مواد خام بر فرآیند تولید کلینکر ۴

تاثیر افزایش ضریب اشباع آهک کلینکر ۹

عیب‌یابی لقی در شفت فن آسیب غلطکی خط ۲ با روش آنالیز ارتعاشات ۱۳

بهبود محصول دانش بنیان سیمان چاه نفت با استفاده از نانو مواد ۱۹

چگونگی تشکیل NOx در کوره‌های دوار سیمان و تکنیک‌های کنترل آن (بخش دوم) ۲۳

حفاظت کاتدی خط لوله گاز کارخانه سیمان خاش عیب‌یابی و نگهداری و تعمیرات ۲۷

بررسی استفاده از انرژی‌های جدید در صنعت سیمان ۳۱

تحول هوش مصنوعی در مدیریت نسوز کوره ۴۱

ارائه راهکارهای عملیاتی در بهبود مراحل سه گانه مدیریت بحران ۴۳

تحلیل آماری با Minitab تبدیل توانی باکس-کاکس (قسمت اول) ۵۱

بررسی الزامات ساخت و اجرای بتن در هوای سرد مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی و مطالعه بر روی پارامترهای موثر بر گیرش بتن در هوای سرد ۵۵

بررسی سنسورها و ترانسمیترهای دمای مورد استفاده در صنعت سیمان (بخش دوم) ۶۱

مروری بر سیمان LC3 ۷۲

منابع غیر مفید مواد اولیه ۷۷

توزیع رواناب سطحی به سفره آب زیرزمینی (با هدف سازگاری صنعت و محیط‌زیست) ۸۱

گزارش موسسه منابع آب جهانی درباره بحران تنش آب در جهان ۸۷

اخبار

اخبار ۹۴

سخن سردبیر

هوش مصنوعی و آینده مدیریت

هوش مصنوعی، ترجمه عبارت Artificial Intelligence است که اختصاراً به (AI) معروف شده و چند سالی است که در دنیا بر سر زبان‌ها افتاده است. این که هوش مصنوعی و تاریخچه آن چیست در حوصله این اندک نوشتار نمی‌گنجد، اما به عنوان یک دستاورد پیشرفته فناوری، قابلیت‌های بی‌نظیری دارد که برخی از آن‌ها در حوزه مدیریت، تجزیه و تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی روندها، بهینه‌سازی فرایندها و تصمیم‌گیری است.

تصمیم‌گیری به عنوان یکی از ارکان اصلی و حیاتی وظایف مدیریت همواره مدیران را در معرض چالش‌های جدی قرار می‌دهد که گاهی کوچک‌ترین انحرافی در آن موجب خسارت‌های سنگین و جبران‌ناپذیر می‌شود که شواهد آن را بسیار دیده‌ایم. تصمیم‌گیری همواره براساس اطلاعات موجود و در دسترس، پیش‌بینی روندهای آتی و براساس اطلاعات و الگوهای گذشته اتخاذ می‌شود و نبود اطلاعات کافی و بروز یا وجود اطلاعات بیش از حد و غیرمرتبط با حوزه تصمیم‌گیری همواره موجب ضعف و ناکارآمدی تصمیمات سازمانی و نهایتاً شکست برنامه‌ها و پروژه‌ها می‌شود.

در دنیای کسب و کارهای امروزی، هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری نوین، قابلیت‌پویایی و انعطاف‌پذیری بالایی را در فرایندهای تصمیم‌گیری سازمانی فراهم نموده است.

با توجه به این که تصمیم‌گیری‌های سازمانی، به دلیل پیچیدگی و تعدد عوامل موثر بر آن، اغلب با چالش‌هایی مواجه هستند، بکارگیری هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار قدرتمند، می‌تواند در بهبود فرایند تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری سازمانی و ارتقای عملکرد مدیران سازمانی موثر باشد. مدیران با به کارگیری این ابزارها می‌توانند به تحلیل حجم وسیعی از داده‌ها، شناسایی الگوها، اخذ تصمیمات سریع و آگاهانه و دقیق و انعطاف‌پذیری و بهینه‌سازی عملکرد سازمانی دست یابند.

اساس کار هوش مصنوعی بر مبنای داده‌های منطقی و الگوریتم‌هایی است که به او آموخته شده و یا خودش از طریق یادگیری ماشینی می‌آموزد و البته فاقد احساسات است، لذا فاقد خطاهای شناختی، سوگیری و تعصبات احساسی در عملکرد و تصمیم‌گیری است. البته در زمینه تحقیقاتی، کار زیادی برای انتقال درک عاطفی به هوش مصنوعی انجام می‌شود.

یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق از بارزترین آن‌ها است. سناریو پردازی اقتضایی یا Contingency Scenario Planning در هوش مصنوعی برای تطبیق سریع برنامه‌های احتمالی و ایجاد انعطاف‌پذیری در مواجهه با خطرات در حال تغییر در سازمان‌ها، از جمله این پژوهش‌ها است. با توجه به در حال توسعه بودن این فناوری و سرعت خود یادگیرندگی آن، امید است این ابزار ساخته‌اندیشه بشر، در آینده نزدیک ضعف‌ها و خطاهای خود را ترمیم کند و همواره انسان را در مسیر رسیدن به آینده‌ای بهتر یاری کند. در حال حاضر نیز بسیاری از این ابزارها، در قالب نرم‌افزار و سخت‌افزار در حوزه‌های مدیریت منابع انسانی، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، تحلیل کسب و کار با هوش تجاری، پایش انطباق استراتژی کسب و کار با عملکرد سازمانی از طریق داشبوردهای مدیریتی و مدیریت فروش تا سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، Decision Support System معروف به (DSS) برای مدیران را فراهم نموده‌اند.

دکتر سید مجید حسینی نوید

بررسی میکروسکوپی اثر افزایش کوارتز مواد خام بر فرآیند تولید کلینکر

■ فاضل قنبر نعمانی، سارا محمدی، حمیدرضا کرمی

● چکیده

هدف از نگارش این مقاله بررسی اثر افزایش ذرات کوارتز بر روی قابلیت پخت پذیری مواد خام است. در این کار پژوهشی با بررسی مواد خام با درصدهای مختلف کوارتز رفتار مواد به لحاظ پخت پذیری به صورت آزمایشگاهی بررسی شده است. در این راستا آزمایش‌های پخت پذیری و آنالیزهای شیمیایی جهت تعیین درصد عناصر مواد خام به کار گرفته شد و باقیمانده نمونه روی الک ۴۵ میکرون توسط میکروسکوپ عبوری مورد ارزیابی قرار گرفت. از تحلیل نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها مشخص می‌شود که افزایش درصد محتوای کوارتز در مواد خام، افزایش درصد آهک آزاد در کلینکر تولیدی را به دنبال دارد. این مورد سبب به هم ریختن شرایط کیفی کلینکر و نیز سخت شدن شرایط پخت خواهد شد. به طور کلی تعیین میزان مجاز کوارتز ممکن است در کارخانه‌های مختلف متفاوت باشد، اما نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد حداکثر کوارتز در نمونه مواد خام تا ۲ درصد در سیستم پخت قابل تحمل است.

کلمات کلیدی: کوارتز، آهک آزاد، مواد خام سیمان، انرژی، پخت پذیری، کلینکر.

◀ مقدمه

به صورت مستمر رصد شود.

سیمان پرتلند معمولی از چهار ماده خام اصلی کربنات‌ها، آلومینوسیلیکات‌ها، ترکیبات آهن و آلومینیوم (اکسیدها) به همراه سایر مواد جزئی تشکیل شده است [۱]. جهت کنترل کیفیت از مدول‌های مختلفی بهره گرفته می‌شود که عمده‌ی آن‌ها عبارتند از مدول اشباع آهک LSF، مدول سیلیس SR، مدول آلومین AR:

$$LSF = \frac{100CaO}{2.8SiO_2 + 1.18Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3}$$

$$SR = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

$$AR = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

سیمان ماده‌ای چسباننده است که از ترکیب مصالح آهکی، رس، سیلیس و اکسیدهای معدنی، در دمای حدود ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد تولید می‌شود [۱]. برای این منظور مواد اولیه پس از استخراج از معادن به سمت سنگ شکن هدایت می‌شوند تا خردایش اولیه صورت پذیرد. مواد خروجی در سالن اختلاط ضمن مخلوط شدن ذخیره می‌گردند و سپس جهت خردایش بیشتر راهی آسیاب مواد می‌شوند. مواد خروجی از آسیاب جهت اختلاط بیشتر در سیلوهای مواد خام ذخیره می‌گردند. در تمامی مراحل، لازم است تارگت‌های کیفی اعم از آنالیز عنصری، مدول‌های کیفی، دانه‌بندی مواد و ...

*دپارتمان کنترل کیفیت، سیمان مدلل

کنترل کوارتز و شناسایی جبهه‌های استخراج مواد اولیه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. مطالعاتی نیز در زمینه پخت پذیری منابع دارای کوارتز در دسترس است [۵].

در این کار پژوهشی با توجه به اهمیت موضوع تأثیر محتوای کوارتز بر شرایط کیفی و نیز پخت پذیری مواد در فرآیند تشکیل کلینکر، آماده سازی و مطالعات چند نمونه مواد خام با میزان درصد کوارتزهای متفاوت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به شکل آنالیزهای شیمیایی، تفسیر میکروسکوپی و تحلیل آنتالپی پخت ارائه شده است.

◀ مواد و روش‌ها

عوامل گوناگونی بر قابلیت پخت پذیری مواد خام در صنعت سیمان هستند که درصد کوارتز یکی از موارد تأثیر گذار در سیستم پخت است که معمولاً کمتر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای بررسی تأثیر کوارتز روی پخت پذیری مواد خام بررسی‌های آزمایشگاهی مختلفی انجام شده است. در این مطالعه، با در نظر گرفتن یک نمونه خوراک کوره کارخانه سیمان مدلل به عنوان مبنا و سپس افزودن مقادیر مختلف کوارتز روی نمونه مذکور رفتار میکروسکوپی و شیمیایی مواد حاصله بررسی شده است. میزان کوارتز به ترتیب با افزودن ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲ درصد از منبع کوارتز بالا به مواد خام تنظیم شد. منبع کوارتز بالا از ماسه استاندارد Normsand تأمین شد. نحوه کامپوننت سازی بر اساس موازنه جرم جزئی و کلی صورت گرفته است. به این شکل که جهت تعدیل اثر افزودن منبع کوارتز بالا و انجام مطالعه در تارگت LSF نسبتاً ثابت مواد خام در محدوده 1±93 مقادیر مورد نیاز افزودنی‌ها شامل سنگ آهن و سنگ آهک به مواد اضافه شد.

پس از آماده سازی، نمونه‌ها در کوره آزمایشگاهی پخته شده و سپس آنالیز شیمیایی آن‌ها انجام می‌شود. ابتدا مواد خام خوراک کوره در کوره آزمایشگاهی کربولایت Gero RHF 1600 به مدت ۱ ساعت و در دمای ۱۳۵۰ درجه سانتیگراد پخته شد تا کلینکر آزمایشگاهی تولید شود. سپس آنالیز شیمیایی بر اساس استاندارد 1692ISIRI [۶] روی آن انجام و درصد آهک آزاد نمونه‌ها با استفاده از دستگاه آزمایشگاهی ToniLIME اندازه گیری می‌شود.

در نهایت مطالعات میکروسکوپی بر اساس دستورالعمل‌های موجود در منابع بر روی مواد خام انجام شد [۴]. در این راستا جهت آماده سازی نمونه‌ها، ذرات بر روی الک ۴۵ میکرون Restch با اسید کلریدریک ۲۰ درصد Merck شستشو داده می‌شود. آنچه روی الک باقی می‌ماند کوارتزها ذرات بزرگتر از ۴۵ میکرون هستند که در اسید نامحلول هستند که درصدهای مربوطه در این پژوهش توسط مطالعات میکروسکوپی، به وسیله میکروسکوپ نوری عبوری NIKON E200 تشخیص داده می‌شوند.

◀ نتایج و تحلیل‌ها

در این بخش نتایج آنالیزهای شیمیایی، مطالعات میکروسکوپی و تحلیل انرژی بر روی نمونه‌های مختلف ارائه شده است که در ادامه قابل بررسی است.

هم چنین برای محاسبات مربوط به فازهای کلینکر از روابط کاربردی بوگ کمک گرفته شده است.

$$C3S = 4.071Cao - 7.602SiO_2 - 6.718Al_2O_3 - 1.43Fe_2O_3$$

$$C2S = 2.867SiO_2 - 0.7544C3S$$

$$C3A = 2.65Al_2O_3 - 1.692Fe_2O_3$$

یکی از مواردی که ممکن است به صورت سنتی در کنترل‌های کیفی مورد توجه نباشد میزان بالای کوارتز در مواد اولیه است. در واقع درصد بالای کوارتز به طور قابل توجهی بر کیفیت خردایش مواد در آسیاب مواد، کیفیت کار کوره‌های تولید کلینکر و مقاومت‌های فیزیکی سیمان نهایی تولید شده تأثیر می‌گذارد. وجود کوارتز برای واکنش، نیاز به آسیاب بسیار ریز و زمان پخت طولانی دارد که جملگی باعث افزایش هزینه تولید، هدر رفت انرژی، استهلاک بالای تجهیزات و کیفیت متزلزل محصولات می‌شود.

پیوند Si-O با ایجاد یک ساختار بلوری جامد، کوارتز را سخت و شکننده می‌کند، بنابراین بر روند تولید سیمان تأثیر منفی می‌گذارد.

ترکیب مواد در صنعت سیمان بسیار حیاتی هستند از این رو بهینه سازی مواد خام در مرحله آماده سازی از اهمیت بالایی برخوردار است. خاک رس منبع آلومینوسیلیکات است و از نظر خواص فیزیکی، کانی شناسی و شیمیایی بسیار متفاوت است. کوارتز بالا در خاک رس برای استفاده به عنوان جزء خام مناسب نیست و باعث بروز مشکلاتی می‌شود [۲].

سیلیس و کوارتز دو ماده معدنی مختلف هستند که هر دو از SiO_2 تشکیل شده‌اند اما در ماهیت متفاوت عمل می‌کنند. اصلی‌ترین تفاوت آن‌ها در شکل ظاهری است. سیلیس ماده‌ای پودری، سفت و شکست پذیر است و به طور معمول در خاک، سنگ‌ها و مواد معدنی دیگر یافت می‌شود. کوارتز به شکل بلورهای شفاف یا شبه شفاف است و در طبیعت به صورت کانی فراوانی دارد [۳].

به طور کلی به نظر می‌رسد افزایش مدول SR در اثر افزایش مقدار سیلیس باعث کاهش سهم فاز مذاب در کوره می‌شود و کاهش آن بهبود دانه بندی کلینکر و راندمان خنک کن را به دنبال دارد [۱]. کلینکر پس از خنک شدن به صورت بلورهای ریز بلیت ثانوی ظاهر و از فاز مذاب خارج می‌شوند و کاهش دانه‌های درشت کوارتز از تشکیل آشیانه‌های بلیت کاسته و قابلیت سایش کلینکر را بهبود می‌بخشد [۴].

مقادیر مختلف کوارتز ممکن است بر سیستم خردایش آسیاب‌های مواد نیز اثر سوء بگذارد و ضمن افزایش مصرف انرژی لازم جهت خردایش سبب سایش غلطک‌ها یا گلوله‌های آسیاب شود. امروزه سعی بر آن است که با به کارگیری روکش‌های سرامیکی و کامپوزیت در سطح خارجی قطعات سایشی در سنگ‌شکن‌ها ضمن کنترل هزینه، عمر بیشتری برای کارکرد قطعات تضمین شود. این موضوع بیشتر در نواحی ساحلی با پیشرفت برداشت از معدن و آلوده شدن مواد به ماسه‌های ساحلی آلوده به کوارتز و یا در سایت‌های بیابانی با آلوده شدن ذخایر به مواد ساینده سیلیسی چرت، بیشتر اهمیت پیدا می‌کند [۱].

از آنجا که وجود کوارتز و کلسیت در خوراک کوره باعث به هم خوردن شرایط پخت و تولید محصولات با کیفیت کمتر می‌شود، بنابراین

جدل ۱. نتایج آنالیز شیمیایی و میکروسکوپی نمونه‌های مختلف

نمونه	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	LSF	SM	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	آهک آزاد	Quartz%
1	6/21	70/4	70/5	36/65	88/1	72/93	08/2	9/61	26/15	81/2	12/1	60/0
2	6/21	32/4	84/5	88/64	85/1	53/93	13/2	6/62	73/14	57/1	35/1	72/0
3	84/21	22/4	66/5	42/65	04/2	71/93	21/2	9/63	44/14	61/1	53/1	97/0
4	74/21	32/4	04/6	63/65	02/2	89/93	10/2	2/64	87/13	23/1	63/1	60/1
5	21/22	00/4	05/6	10/66	03/2	32/93	21/2	74/64	83/14	38/0	12/2	97/1

بنابراین اگر بتوان مقدار آهک آزاد را کاهش داد مقدار فاز آلایت بالاتر رفته در نتیجه پارامتر مقاومت سیمان نیز افزایش خواهد یافت.

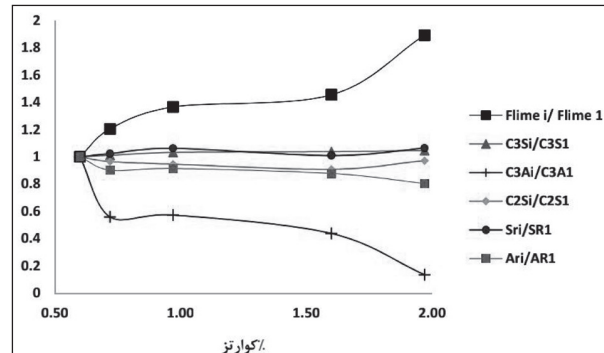
هم‌چنین مشاهده می‌شود که با افزایش محتوای کوارتز افت شدید C₃A مشاهده می‌شود. این موضوع ممکن است ضمن تغییر ماهیت مقاومت ملات سیمان در برابر سولفات‌ها سبب تغییر تیپ سیمان نیز می‌شود [۷].

شکل ۱ اثر افزایش محتوای کوارتز بر روی پارامترهای مختلف کیفی کلینکر نشان می‌دهد. نمودار بر اساس خوراک کوره با اندیس ۱ برای نمونه‌های مختلف آنالیز شده است. بر این اساس هر چه کوارتز بالاتر باشد آهک آزاد روند صعودی دارد. روند شدیداً افزایشی یا کاهشی برای سایر پارامترها وجود ندارد اما آن‌چنان که گفته شد C₃A به شدت کاهشی است دلیل خاصی برای این مهم وجود ندارد اما می‌توان به کاهش سهم آلومینوم و افزایش آهن در تنظیم مواد اشاره کرد که خود ممکن است تکرار پذیر نباشد. نگاهش

تحلیل میکروسکوپی

همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، نمونه خوراک کوره (مورد الف) عموماً شامل آهک، آلومینوم، آهن، کانی‌های رسی و دارای مقادیر کم کوارتز و چرت است (۶/۰ درصد). اما هر چه به سمت راست برویم با افزایش سیلیس‌های آزاد مواجه خواهیم بود. سیلیس آزاد‌های مشاهده شده عموماً از جنس کوارتز است و محتوای چرت مشاهده شده منحصر به همان مقادیری است که از ابتدا در خوراک کوره موجود بوده است.

به‌منظور مقایسه تفاوت کوارتز و چرت می‌توان به شکل ۳ توجه نمود. این شکل نمایش سیلیس آزادها را در زیر میکروسکوپ برای نمونه شامل ۱/۹۷ درصد کوارتز نشان می‌دهد. وجود کوارتز به دلیل ساختاری که دارد مشکل‌ساز می‌شود و باعث سخت‌پزی مواد و آسیب به کوره می‌شود اما چرت در واکنش‌ها شرکت می‌کنند زیرا چرت‌های موجود از نوع جانشینی

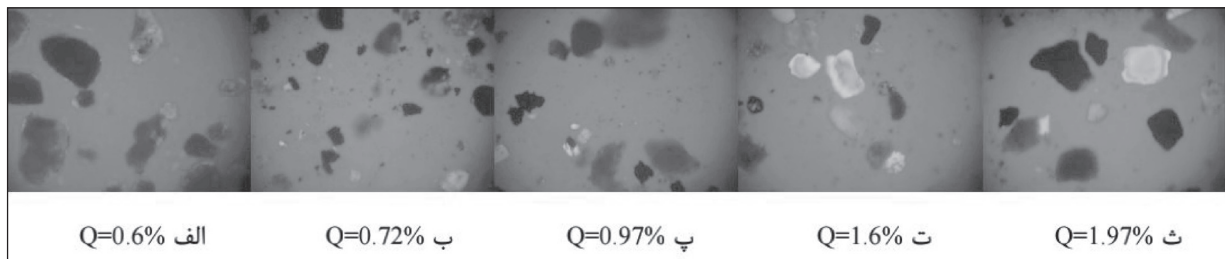


شکل ۱. نمودار شماتیک تاثیر افزایش کوارتز بر روی کیفیت کلینکر

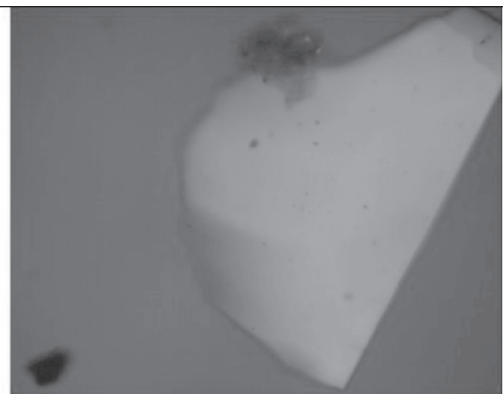
تحلیل شیمیایی

نتایج پخت‌پذیری آنچنان که در جدول ۱ ارائه شده است قابل تفسیر است. ترکیب درصد‌های مختلف مواد خام با ترکیب شیمیایی و توزیع دانه‌بندی مشابه، پخت‌پذیری متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. علت این امر را می‌توان در مینرالوژی و ساختار بلورهای تشکیل دهنده متفاوت این مواد پیدا کرد. نمونه ۱ تا ۵ با استفاده از افزودن مقادیر مختلف ماسه استاندارد، سنگ آهک و سنگ آهن به خوراک کوره تهیه شده‌اند. در ستون آخر جدول ۱ درصد کوارتزهای شمارش شده به وسیله مطالعات میکروسکوپی ارائه شده است. در این جدول نمونه ۱ خوراک کوره بدون افزودنی را نشان می‌دهد و سایر نمونه‌ها دارای افزودنی با مقادیر بالاتر کوارتز هستند.

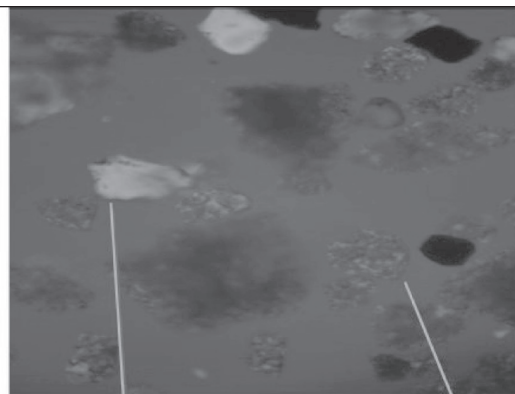
در آنالیزهای انجام شده همان‌طور که در جدول ۱ آمده است با افزایش افزودنی محتوای کوارتز بالا، که در اینجا ماسه استاندارد بوده است و با افزودن مقادیر مختلف سنگ آهک و سنگ آهک جهت تنظیم LSF در محدوده 1±93 تنظیم شده است، میزان آهک آزاد کلینکر افزایش پیدا می‌کند، میزان C₃S سیر نسبتاً افزایشی دارد. البته باید توجه داشت که وجود آهک آزاد به نوعی بیانگر ناکافی بودن شرایط برای تشکیل C₃S است،



شکل ۲. مطالعه میکروسکوپی مواد خام با مقادیر مختلف کوارتز. افزایش کوارتز از چپ به راست



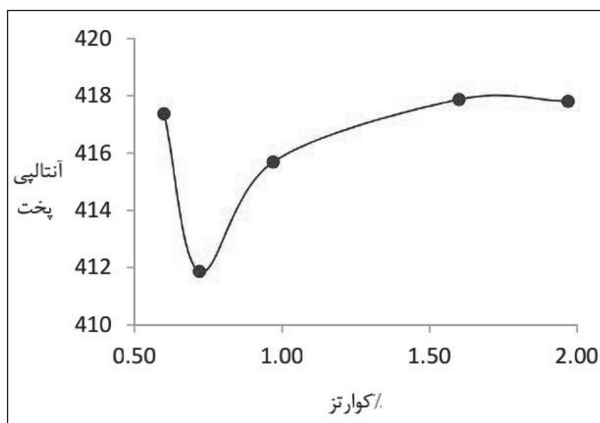
کوارتز از نوع سیلیس آزاد با اندازه بیشتر از ۱۵۰ میکرون



سیلیس آزاد

کوارتز از نوع چرت

▲ شکل ۳. مقایسه میکروسکوپی نمونه شامل ۱/۹۷ درصد کوارتز



▲ شکل ۴. آنتالپی پخت کلینکر بر حسب تغییرات درصد کوارتز مواد خام

پخت و کنترل کیفیت ایجاد می‌کند، مقدار کوارتز آزاد در مواد اولیه باید در محدوده کنترلی باشد. مقادیر بالای کوارتز فرآیند آسیاب را برای به دست آوردن ظرافت ذرات مورد نظر با چالش مواجه می‌کند. یکنواختی و ظرافت ترکیب دو جنبه مهم در تنظیم مواد در صنعت سیمان هستند. در این مقاله مشخص شد که افزایش بیش از ۲ درصد کوارتزهای بالای ۴۵ میکرون باعث کاهش قابلیت پخت و کیفیت نهایی محصول می‌شود. در اثر سخت پزی مواد مصرف سوخت بالا می‌رود در نتیجه دمای گازهای خروجی بالاتر می‌رود و سطح داخلی کوره و کولینگ‌ها را دچار سایش می‌کند و می‌تواند بر روی آسیاب پذیری و سوختن مخلوط خام در طول فرآیند کلینکرینگ تأثیر بگذارد و نهایتاً بر کیفیت محصول نهایی نیز تأثیر می‌گذارد.

منابع

۱. بکائیان منوچهر، دانش مهندسی سیمان، مواد دیرگداز و مصالح ساختمانی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۹.
2. Ishak, K., Hashim, S., Azizli, K., Palaniandy, S., Hussin, H. Effect of Quartz in Clay on Grindability of Raw Mixes for Cement Production,

در قطعات مارلی-رسی می‌باشند. قطعات چرتی از نوع کانی‌های سیلیسی بوده که دارای منشاء شیمیایی هستند و در تهیه خوراک کوره معمولاً به نام سیلیس آزاد معرفی می‌گردند ولی از نظر قابلیت پخت دارای شرایط بهتری هستند و کمتر مشکل ساز می‌شوند [۴]. هم‌چنین این شکل نشان دهنده اندازه بزرگ سیلیس آزاد نیز هست.

آن‌چنان که از منابع می‌توان اقتباس کرد، اگر ذره کوارتز به اندازه کافی بزرگ باشد، آشیانه‌ای از C_2S در اطراف کوارتز باقی مانده تشکیل می‌شود و آن را از CaO اطراف جدا می‌کند. یعنی سیلیس آزاد هرگز نمی‌تواند به موقع واکنش نشان دهد. در نتیجه سبب افزایش آهک آزاد کلینکر می‌شود. در مجموع وجود سیلیس آزاد به مقادیر زیاد در خوراک کوره از یک طرف باعث نامطلوب شدن قابلیت پخت شده و از طرف دیگر باعث تشکیل آشیانه بلیتی در کلینکر می‌شود و این مورد باعث نامتجانس شدن توزیع فازها می‌شود [۸].

محاسبات انرژی پخت

به‌طور مرسوم محاسبه آنتالپی لازم برای پخت کلینکر با استفاده از روابط گوناگونی قابل محاسبه است. در اینجا رابطه زیر به کار گرفته شده است که $kcal$ بر حسب kg کلینکر را نشان می‌دهد [۹]

$$E = 7.646CaO + 6.48MgO + 4.11Al_2O_3 - 5.116SiO_2 - 0.59Fe_2O_3$$

محاسبات انجام شده بر روی آنتالپی پخت روند تغییرات در حدود $418-411 kcal/kg$ را برای نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. به‌طور کلی انتظار می‌رود هر چه محتوای کوارتز بالا رود مواد سخت‌پز شده و میزان مصرف انرژی نیز جهت پخت بالا رود که در شکل ۴ نیز این تحلیل قابل ارزیابی است. هر چند در ابتدا کوارتز مقادیر انرژی لازم پخت را کاهش داده است اما سپس شاهد روندی افزایشی است.

نتیجه‌گیری

با توجه به مشکلاتی که وجود کوارتز بالا برای سیستم‌های تنظیم مواد،

۵. استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۹۲: سال ۱۳۸۲، سیمان‌های هیدرولیکی، روش‌های آزمون شیمیایی، اندازه‌گیری عناصر اصلی.
۶. عزیزیان محمدرضا، تکنولوژی پخت سیمان، انتشارات کتاب پدیده، ۱۳۸۵.
7. Staněk, T., Sulovský, P., The influence of phosphorous pentoxide on the phase composition and formation of Portland clinker, Materials Characterization, 2008, 60(7):749-755.
8. Atmaca, A., Yumrutas, R., Analysis of the parameters affecting energy consumption of a rotary kiln in cement industry. Applied Thermal Engineering, 2014, Vol 66 (1).

1. Journal of Physical Science, 2022, Vol. 33(2), 45-59.
2. Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F., Pedogenic and Biogenic Siliceous Features, Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths, Elsevier, 2010, pp 471-496.
3. Campbell, D. H., Microscopical Examination and Interpretation of Portland Cement and Clinker, Portland Cement Assn, 1986
4. Christensen, N.H., F.L. Smidth & Co., Burnability of cement raw mixes at 1400°C II the effect of the fineness, Cement and Concrete Research (1979), Volume 9, Issue 3, 285-294.



نشریه سیمان و افزودنی‌ها

سیمان

در راستای تبادل اطلاعات علمی و تخصصی، بهره‌مندی از طرح‌های نوین پژوهشی و تحقیقاتی، ارتقای سطح کیفی محصولات، خدمات و تعالی سازمانی و فراهم کردن فرصتی مناسب برای معرفی پیشرفت‌های جدید در حوزه فناوری و تقویت همکاری پژوهشگران ایران با یکدیگر در خصوص بهینه‌سازی خطوط تولید و طرح‌های توسعه و مصرف انرژی، مواد در جریان تولید و محصولات، تنوع تولیدات در صنعت سیمان، از تمامی اندیشمندان، صاحب‌نظران، محققان، کارشناسان و دانشجویان و ... دعوت می‌شود تا با ارسال مقاله، نظرها و پیشنهادهای خود در ارتقای این صنعت و نیز این نشریه سهمی داشته باشند.

به منظور بهره‌گیری بیشتر و بهتر از مطالب، لازم است مقاله‌های ارسالی به نشریه یا همایش و سمینار دیگری ارائه نشده باشد

noori_cement@yahoo.com
cementarticle@gmail.com

۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳

۰۹۳۸۱۰۷۱۳۱۰

۰۹۱۲۱۰۷۱۳۱۰



تأثیر افزایش ضریب اشباع آهک کلینکر

■ مرتضی نیکخواه، مدیر کنترل کیفیت، سیمان فارس نو

● چکیده

آنچه در ادامه می‌آید از مقاله ارائه شده توسط آقای آرتور هریسون در نسخه ژانویه ۲۰۲۴ ماهنامه اینترنشنال سمینت ریویو اقتباس شده است. در این مقاله آقای هریسون به تفاوت‌های بین نتایج به دست آمده از روش بوگ و نتایج به دست آمده از روش ایکس-آر.دی پرداخته و در ادامه تأثیر افزایش ضریب اشباع آهک را بر فازهای کلینکر بررسی می‌نماید.

◀ مقدمه

راهی برای پی بردن به علت آن بودم. در آن زمان عدم افزایش مقاومت سیمان را به داغ‌پزی (overburning) نسبت می‌دادم و تصور می‌کردم داغ‌پزی باعث کاهش فعالیت (reactivity) کلینکر می‌شود. در ۱۰ سال اخیر کلینکرهای زیادی که از نقاط مختلف دنیا برایم ارسال شده را با میکروسکوپ بررسی کرده‌ام. در این بررسی‌ها، مقدار فازهای موجود در کلینکر را با میکروسکوپ و نیز با دستگاه ایکس‌ری اندازه‌گیری نمودم. مقایسه این نتایج با مقادیری که از روش بوگ به دست آورده بودم این دیدگاه مرا که همواره افزایش LSF باعث افزایش آلیت و افزایش مقاومت سیمان می‌شود را تغییر داد.

◀ روابط بوگ

در روابط بوگ فرض می‌شود که کلینکر از چهار اکسید اصلی شامل اکسیدهای کلسیم، سیلیس، آلومینیوم و آهن تشکیل می‌شوند. این چهار اکسید به صورت مجزا وجود نداشته بلکه با یکدیگر واکنش داده شده و چهار ترکیب را که به آنها مینرال یا فازهای کلینکر گفته می‌شود را تولید می‌نمایند. این چهار ترکیب (مینرال یا فاز) طبق روابط زیر محاسبه

آقای هریسون می‌گوید که بیش از سه دهه است که شیمی سیمان را تدریس می‌نمایم. یکی از مطالبی که به شرکت‌کننده‌های دوره‌های آموزشی‌ام می‌گفتم این بود که "افزایش ضریب اشباع آهک (LSF) باعث افزایش C3S در کلینکر شده و افزایش C3S باعث افزایش مقاومت سیمان می‌شود." این مطلبی بود که خودم آموخته بودم و آن را به دیگران منتقل می‌کردم.

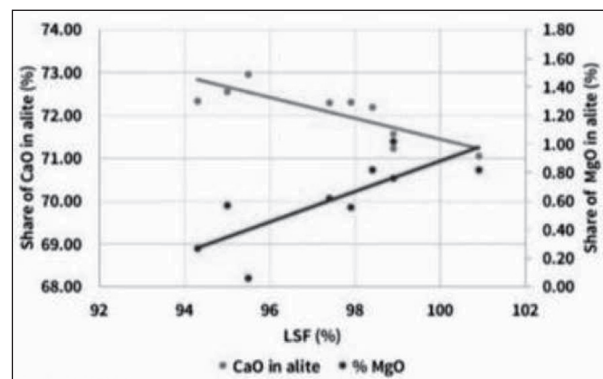
بیش از ۲۰ سال قبل، دریافتم که این مطلب ایراد دارد. کلینکرهای مختلفی را بررسی کردم. این کلینکرها دارای C3S های متفاوتی بودند. در بررسی‌هایم C3S را به روش محاسباتی (روش بوگ) محاسبه کردم سپس تأثیر C3S را بر مقاومت این سیمان‌ها بررسی کردم. در بررسی‌هایم متوجه شدم که افزایش LSF گرچه طبق محاسبات بوگ همواره افزایش C3S را در بردارد. اما در عمل این گونه نبوده و اگر LSF از حد معینی فراتر رود مقدار فاز آلیت افزایش نخواهد داشت و در نتیجه بر مقاومت سیمان نیز تأثیر مهمی نخواهد داشت. در برخی موارد حتی باعث کاهش مقاومت سیمان خواهد شد. این یک تناقض با تصور رایج در صنعت سیمان بود از این رو به دنبال

جدول ۱- مشخصات ترکیبات آلایت از ۹ کارخانه مختلف

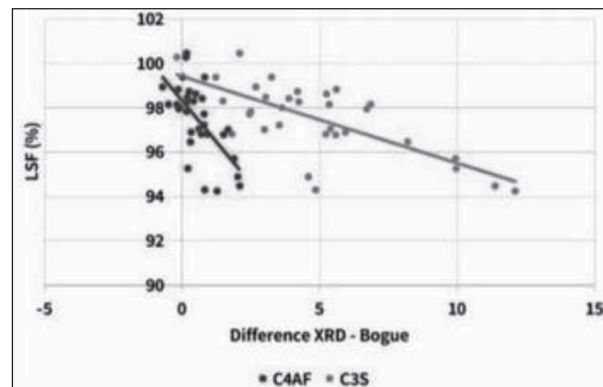
LSF	CaO in Alite	SiO ₂ in Alite	(%)Al ₂ O ₃	(%)MgO	(%)Total minor compositions	C/S
95.5	72.97	25.51	0.94	0.06	1.52	2.86
100.9	71.06	25.11	0.81	0.82	3.33	2.83
94.3	72.34	24.36	1.36	0.27	2.83	2.97
98.9	71.24	24.74	1.95	1.02	3.99	2.88
97.9	72.31	25.23	1.13	0.56	2.47	2.87
98.4	72.19	24.64	1.27	0.82	3.15	2.93
95.0	72.56	25.11	1.10	0.57	2.37	2.89
98.9	71.57	24.94	1.37	0.76	3.49	2.87
97.4	72.30	24.59	1.20	0.62	3.12	2.94

در عمل، دارای ناخالصی هستند. برای جلوگیری از اشتباه، زمانی که فازها در حالت خالص مد نظر باشند از علائم اختصاری C3S, C2S, C3A, C4AF استفاده می‌شود. و زمانی که حالت واقعی فازها (اندازه‌گیری شده با میکروسکوپ یا ایکس.آر.دی) مد نظر باشد آنها را با نام‌های آلایت، بلیت، آلومینات و فریت بیان می‌کنند.

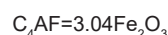
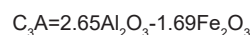
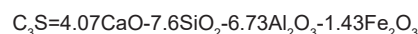
بررسی‌ها نشان می‌دهد روش بوگ درصد فاز آلایت را کمتر از مقدار واقعی (مقدار اندازه‌گیری شده با میکروسکوپ یا ایکس.آر.دی) نشان می‌دهد. همان‌گونه که بیان شد محاسبات بوگ بر اساس چهار اکسید اصلی (اکسیدهای کلسیم، سیلیس، آلومینیوم و آهن) می‌باشد. حال آن‌که در کلینکر، اکسیدهای دیگری مثل اکسید منیزیم وجود دارد. که در این جا به آنها اکسیدهای فرعی می‌گوییم. ورود اکسیدهای فرعی به فازهای کلینکر، به ویژه در فاز آلایت باعث می‌شود همواره مقدار واقعی فاز آلایت از مقدار محاسباتی آن (روش بوگ) بیشتر باشد. مقدار اکسیدهای فرعی در مینرال‌های (فازهای) کلینکر و به‌خصوص در آلایت به عوامل متعددی بستگی دارد. چندین اکسید در فاز آلایت وارد می‌شوند. مثال‌هایی از مقدار عناصر فرعی در آلایت که از مطالعه کلینکرهای ۹ کارخانه به دست آمده است در جدول ۱ آورده شده است. یک ارتباط منطقی بین نتایج محاسبات بوگ و مقدار دقیق فازها وجود ندارد. هرچه مقدار LSF به ۱۰۰ نزدیک‌تر شود اختلاف مقدار آلایت اندازه‌گیری شده (به وسیله میکروسکوپ یا ایکس.آر.دی) با C3S محاسبه شده (روش بوگ) کمتر می‌شود. در گذشته تصور می‌شد با افزایش مقدار LSF دمای پخت افزایش می‌یابد با افزایش دمای پخت، اکسیدهای کمتری در فاز آلایت حل می‌شوند به بیان دیگر آلایت خالص‌تر می‌شود بدین ترتیب اختلاف روش محاسباتی و روش اندازه‌گیری کمتر می‌شود. اما این تفسیر درستی نبود. جدول ۱ نشان می‌دهد ارتباطی بین مقدار LSF و ترکیبات فرعی که در فاز آلایت حل شده اند، وجود ندارد. شکل ۱ نشان می‌دهد با افزایش LSF مقدار CaO در آلایت کاهش و در عوض مقدار MgO افزایش می‌یابد. شکل ۱ فرضیه خالص شدن فاز آلایت با افزایش LSF را رد می‌نماید. اکسیدهای آلومینیوم، آهن و منیزیم مهم‌ترین ناخالصی‌های موجود در آلایت هستند. در ساختار مولکولی آلایت، اکسید آلومینیوم (Al₂O₃) جایگزین اکسید سیلیس (SiO₂) و اکسید منیزیم (MgO) جایگزین اکسید



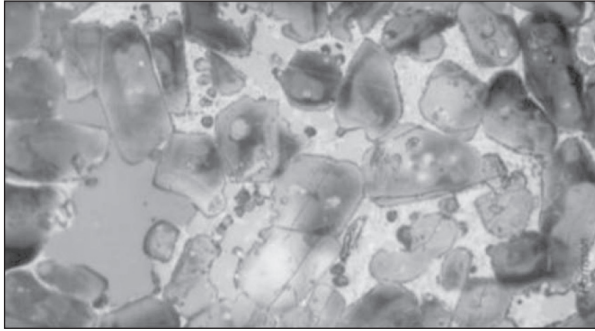
شکل ۱. تغییرات CaO و MgO در آلایت با تغییر مقدار LSF در کلینکر

شکل ۲. اختلاف بین محاسبات بوگ و نتایج XRD برای آلایت و C₄AF

می‌شوند.



تفاوت بین محاسبات بوگ و روش اندازه‌گیری مستقیم فازها در محاسبات بوگ، فازهای کلینکر، خالص فرض می‌شوند. حال آنکه



▲ شکل ۳. بلورهای (کریستال های) بلیت ثانویه

بلیت از پیش گرم کن شروع شده و در داخل کوره ادامه می یابد. در منطقه پخت قسمت عمده این بلیت ها وارد فاز مایع شده، در فاز مایع با CaO واکنش داده تولید آلیت می نمایند. با خروج کلینکر از منطقه پخت، فاز مایع به شکل جامد در می آید که اصطلاحاً گفته می شود کریستاله می شود. در اثر کریستاله شدن فاز مایع، مقداری از بلیت های موجود در این فاز خارج می شوند. خارج شدن بخشی از بلیت از فاز مایع پس از عبور از منطقه پخت امری متداول است اما وقتی LSF بالا باشد مقدار کلی Cao بیشتر بوده، قبل از منطقه پخت بلیت بیشتری تولید شده و طبیعتاً بلیت بیشتری پس از خروج کلینکر از منطقه پخت از فاز مایع جدا می شود. بلورهای بلیت خارج شده از فاز مذاب، به دلیل این که در نزدیکی خروجی کوره (بعد از عبور از منطقه پخت) تولید شده اند فرصت کافی برای رشد ندارند از این رو ریز هستند. در شکل ۳ بلورهای درشت آبی رنگ، آلیت و بلورهای کوچک قهوه ای رنگ، بلیت هستند. بلیت های ریز همان بلیت های تشکیل شده پس از خروج از منطقه پخت هستند. همین بلورهای ریز بلیت هستند که باعث می شوند با نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ مقدار واقعی بلیت از مقدار پیش بینی شده بیشتر شود و این پاسخ به این سوال است که چرا نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ به جای افزایش آلیت، بلیت را افزایش می دهد.

جدول ۱ نشان می دهد با افزایش مقدار LSF، فازها ناخالصی بیشتری را در خود حل می کنند. بررسی ها نشان می دهد افزایش LSF از ۹۶ به ۱۰۰ باعث افزایش فزاینده آلومینات به میزان ۲ درصد و بلیت ۴ درصد می گردد. افزایش مقدار این دو فاز، کاهش مقدار فاز آلیت را در پی دارد.

◀ جمع بندی و نتیجه گیری

در محاسبات بوگ، فرض بر این است که کلینکر از چهار اکسید تشکیل می شود و این چهار اکسید با هم ترکیب شده و چهار فاز را تولید می نمایند. در رابطه LSF نیز فقط چهار اکسید اصلی حضور دارند. با افزایش LSF مقدار فاز آلیت افزایش می یابد اما از نقطه ای به بعد این روند افزایشی متوقف می شود. پس برای LSF مقدار بهینه ای وجود دارد. این مقدار بهینه از یک کارخانه به کارخانه دیگر متفاوت است. هر کارخانه باید از مقایسه آلیت به دست آمده از روابط بوگ با مقدار واقعی آلیت (مقدار اندازه گیری شده با میکروسکوپ یا XRD) مقدار بهینه LSF را پیدا کند. چراکه افزایش LSF از مقدار بهینه، باعث افزایش مصرف سوخت می گردد (به دلیل سخت پز شدن مواد) بدون آنکه تاثیری بر کیفیت کلینکر (افزایش آلیت) داشته باشد.

◀ منابع

Harrison, A (2024) 'Increasing the lime saturation factor of clinker' in ICR, January, p 46-48

کلسیم (CaO) می شود. وقتی MgO در آلیت جایگزین CaO می شود مثل CaO تمایل دارد.

با SiO₂ و در صورت در دسترس نبودن SiO₂ با Al₂O₃ و Fe₂O₃ واکنش دهد. جایگزینی CaO با MgO باعث می شود اکسیدهای آلومینیوم و آهن از فاز مذاب جدا شده و وارد فاز آلیت شوند. شکل ۲ نشان می دهد هرچه LSF به ۱۰۰ نزدیک می شود، اختلاف بین مقدار واقعی آلیت (مقدار اندازه گیری شده با XRD) با مقدار محاسباتی آن (روابط بوگ) کمتر می شود. در خصوص C₄AF نیز همین حکایت وجود دارد. معمولاً مقادیر اندازه گیری شده C₄AF از مقدار محاسباتی آن بیشتر است، با نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ این اختلاف کاهش می یابد. آنچه در خصوص C₃A اتفاق می افتد نقطه مقابل C₄AF است. در حالت عادی مقدار C₃A اندازه گیری شده کمتر از مقدار محاسباتی است که در این جا نیز با نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ مقدار واقعی و محاسباتی به هم نزدیک می شوند. پس با نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ مقادیر واقعی آلیت و فریت از مقادیر محاسباتی کمتر و مقدار واقعی بلیت از مقدار محاسباتی بیشتر می شود.

◀ تاثیر افزایش LSF

مطالعاتی که در طول چند سال بر روی نمونه های مختلف انجام شد نشان داد با افزایش LSF تغییرات زیر در ترکیب مینرال های (فازهای) کلینکر رخ می دهد:

- کاهش CaO در آلیت؛
- افزایش MgO در آلیت؛
- عدم تغییر قابل توجه در نسبت CaO به SiO₂ در آلیت؛
- کاهش CaO در بلیت؛
- عدم تغییر قابل توجه در نسبت CaO به SiO₂ در بلیت؛
- افزایش ناخالصی ها در بلیت؛
- کاهش CaO در C₃A و C₄AF؛
- عدم افزایش سهم کلی آلیت در کلینکر؛
- کاهش SiO₂ در بلیت؛

نکته قابل ذکر این بود که با افزایش LSF مقدار CaO در تمام مینرال های (فازهای) کلینکر کاهش یافته و ناخالصی ها افزایش می یابد. نکته دیگر این که نزدیک شدن LSF به ۱۰۰ به جای آن که به نفع آلیت باشد به نفع بلیت است. مقدار واقعی فاز آلیت افزایش نیافته و حتی ممکن است کاهش یابد اما علیرغم کاهش مقدار محاسباتی (از روابط بوگ) C₂S مقدار واقعی فاز بلیت (اندازه گیری شده با میکروسکوپ یا XRD) افزایش می یابد. این نتایج تصور این که همواره افزایش LSF باعث افزایش فاز آلیت و کاهش فاز بلیت می شود را مردود اعلام کرد. شکل ۳ تصویر کلینکری را نشان می دهد که LSF آن ۱۰۱٫۵ بوده است. XRD مقدار فاز آلیت را ۶۵ درصد و میکروسکوپ ۶۷ درصد نشان داد. با روش محاسباتی مقدار فاز آلیت ۶۷ درصد به دست آمد. در این کلینکر C₂S با روش بوگ ۶٫۴ به دست آمد حال آنکه مقدار اندازه گیری شده با XRD ۱۲٫۸ شد.

قبل از رسیدن مواد به منطقه پخت، مقدار زیادی بلیت وجود دارد. تشکیل

راهنمای نویسندگان مقالات نشریه سیمان و افزودنی ها

کلیه مقالات ارسالی بایستی شامل موارد زیر باشند.

۱. عنوان
 ۲. نام و مشخصات کلیه نویسندگان و نویسنده مسئول (شامل: نام خانوادگی، نام، رتبه علمی، محل کار، آدرس، تلفن و تلفن همراه و ایمیل)
 ۳. چکیده فارسی مقاله
 ۴. مقدمه
 ۵. مواد و روش ها
 ۶. یافته ها
 ۷. بحث و نتیجه گیری
 ۸. تشکر و قدردانی
 ۹. منابع
۱۰. در نگارش منابع مقاله باید سیستم رفرنس نویسی (ونکوور) رعایت شود.
۱۱. تعهدنامه عدم ارسال مقاله به مجلات (داخلی و خارجی) با امضاء کلیه نویسندگان

در این نشریه مقالات زیر به چاپ می رسند:

۱. مقالات پژوهشی امیل Original Research Article که حاصل یافته های تحقیقی نویسنده یا نویسندگان است.
۲. مقالات مروری Review Article که شامل بررسی کلی یک موضوع جدید علمی است و نویسنده این مقالات، باید ضمن دارا بودن تجربه علمی کافی، در زمینه مورد بحث صاحب نظر باشد. ساختار این مقالات بایستی شامل چکیده، سابقه و هدف، منابع اطلاعاتی و روش های انتخاب منابع، ترکیب مطالب و نتایج، نتیجه گیری، تشکر و قدردانی باشد. منابع و مقالات مطالعه موردی باید شامل چکیده (سابقه و هدف، معرفی مورد، نتیجه گیری، کلمات کلیدی)، مقدمه، معرفی مورد، بحث و نتیجه گیری، تشکر و قدردانی و منابع می باشد.
۳. اصول آماری: روش های آماری با جزئیات کافی به همراه برنامه کامپیوتری مورد استفاده و کشفیات عددی و خطای اندازه گیری ذکر گردد و همچنین افراد خارج شده از مطالعه نیز مشخص شوند.
۴. مقالات کوتاه Short Communication: جهت تسریع در انتشار یافته های علمی، مجله به درج مقالات کوتاه اقدام می نماید. این مقالات بایستی بیش از چهار صفحه باشد و تنها می تواند دارای یک جدول و یا نمودار و حداکثر پنج منبع باشد. مقاله احتیاج به چکیده فارسی نداشته و بایستی شامل سه بخش مقدمه، روش، نتایج و بحث کوتاه باشد (تهیه چکیده انگلیسی لازم است).
۵. مقالات مطالعه موردی Case Study شامل مقدمه، معرفی مورد و کلیدواژه ها، چکیده انگلیسی مشابه فارسی آن، متن مقاله شامل مقدمه، شرح مورد بحث و کلیدواژه ها است.

اصول کلی

۱. ارسال مقاله از طریق ایمیل به آدرس noori_cement@yahoo.com امکان پذیر می باشد و فایل مقالات باید در اندازه A4 با فاصله سطر ۲/۱ سانتی متر و با حاشیه ۵/۲ سانتی متر ارسال گردد. آیین نگارش زبان فارسی به طور کامل رعایت شود و از آوردن اصطلاحات خارجی که معادل فارسی دارند خودداری شود. کلیه مقالات به زبان فارسی بوده و در صورتی که واژه جایگزین فارسی مصطلح نیست می توان از آوانویسی استفاده کرد و در صورت تمایل اصل واژه در دو کمان () عنوان شود.
۲. نشریه از پذیرفتن مقالات به چاپ رسیده در نشریات داخلی یا در حال بررسی امتناع ورزیده و نویسندگان باید در تعهدنامه خود به این نکته اشاره کنند که مقاله جدید بوده و به صورت هم زمان برای نشریه دیگری ارسال نشده یا به چاپ نرسیده است.
۳. مقالات پس از دریافت از سامانه الکترونیک نشریه اعلام وصول گردیده و ضمن بررسی اولیه از نظر رعایت اصول ذکر شده در راهنمای نویسندگان جهت ارزیابی برای داوران ارسال خواهد شد. پس از اتخاذ رأی داوران و تائید در شورای نویسندگان در صورت نیاز به اصلاح، مقاله به نویسنده مسئول بازگردانده شده و می بایست حداکثر ظرف مدت دو هفته مقاله اصلاح شده و ارسال گردد تا مقاله در نوبت چاپ قرار گرفته و به اطلاع نویسنده مسئول برسد.
۴. شورای نویسندگان نشریه در رد یا قبول یا اصلاح و ویرایش مقاله آزاد است.
۵. در صورت تائید و پذیرش مقاله، کلیه حقوق مادی و معنوی مقاله در اختیار نشریه خواهد بود.
۶. مسئولیت کامل منابع و مطالب چاپ شده در هر صورت بر عهده نویسنده یا نویسندگان مقاله خواهد بود.

عیب‌یابی لقی در شفت فن آسیب غلطکی خط ۲ با روش آنالیز ارتعاشات

■ سعید نوروزی*، افشین اعظمی**

● چکیده

فن‌های گریز از مرکز در صنعت سیمان از تجهیزات حیاتی بوده که نقش مهمی در جریان گاز و جابجایی مواد خام دارند. این فن‌ها ممکن است با خرابی‌های مختلفی از جمله نابالانسی، عدم هم‌محوری، لقی شفت داخل بیرینگ، لقی هوزینگ بیرینگ مواجه شوند که می‌تواند عملکرد آنها را تحت تأثیر قرار دهد. تشخیص دقیق مشکلات در ماشین‌آلات دوار نیازمند درک کامل سیگنال حوزه زمان و طیف دامنه فرکانس می‌باشد. در این مقاله عیب لقی هوزینگ بیرینگ با استفاده از آنالیز طیف فرکانسی مورد مطالعه قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: فن گریز از مرکز، آنالیز ارتعاشات تجهیزات دوار، لقی مکانیکی، نگهداری و تعمیرات.

◀ انواع لقی مکانیک

◀ لقی مجموعه داخلی

هارمونیک‌های ۲ دقیقاً از 1/2x و 1/3x خواهد شد. (شکل ۱)

◀ لقی بین تجهیز و صفحه پایه

این مشکل می‌تواند با شل بودن پیچ‌های پایه یاتاقان، ترک در قاب سازه یا پایه بیرینگ همراه باشد. شکل‌های ۳ و ۴ نشان می‌دهند که چگونه هارمونیک‌های بالا می‌تواند به دلیل حرکت تکانه‌ای یاتاقان به دلیل شل بودن پیچ‌های آن ایجاد شود.

◀ لقی سازه‌ای

این نوع از لقی به دلیل لقی سازه‌ای، ضعف پایه تجهیز، صفحه پایه یا فونداسیون می‌باشد. این نوع لقی هم‌چنین می‌تواند به دلیل ضعف در گروت‌ریزی، لقی اتصال پیچ‌های پایه و پیچش قاب یا پایه (که به‌عنوان نرمی پایه شناخته می‌شود) رخ دهد.

آنالیز فاز در این حالت ممکن است جابجایی فاز را به میزان ۱۸۰ درجه در جهت عمودی بین اندازه‌گیری‌های پایه تجهیز، صفحه پایه^۱ و خود پایه را نشان دهد.

این دسته از لقی می‌تواند بین بیرینگ و یاتاقان، یا بیرینگ و شفت، یا رینگ‌های بیرینگ و ساچمه‌ها یا پروانه روی شفت اتفاق بیافتد. معمولاً لقی به دلیل انطباق نامناسب بین اجزا ماشین رخ می‌دهد که به دلیل غیرخطی بودن پاسخ اجزا دارای لقی به نیروهای تحریک‌کننده روتور، هارمونیک‌های بسیاری در FFT ایجاد خواهد شد. کوتاه شدن شکل موج زمان رخ می‌دهد که باعث ایجاد هارمونیک خواهد شد. فاز اغلب ناپایدار است و می‌تواند به‌صورت گسترده از هر اندازه‌گیری تا اندازه‌گیری بعدی متفاوت باشد، بخصوص اگر موقعیت روتور در هر بار راه‌اندازی تغییر کند. لقی مکانیکی اغلب جهت‌دار بوده و ممکن است در فواصل ۳۰ درجه در جهت شعاعی در اطراف هوزینگ بیرینگ مقادیر آن تغییر کند. هم‌چنین لازم به ذکر است که لقی اغلب باعث سبب

2. Sub-harmonics

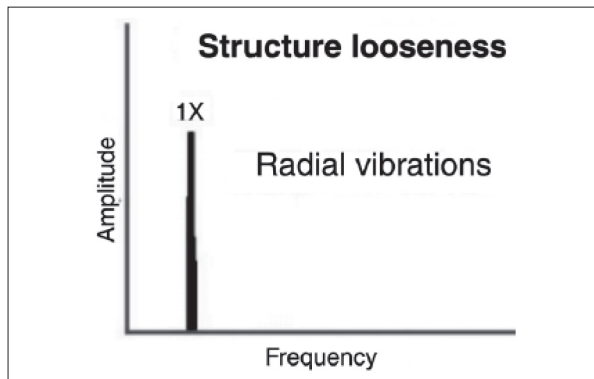
3. Soft foot

4. Base plate

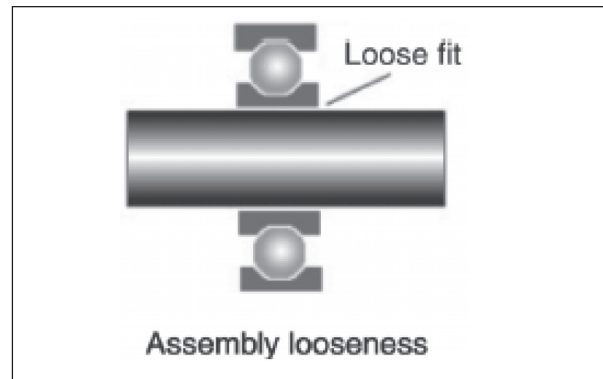
* مدیر دفتر فنی، صنایع سیمان غرب

** کارشناس نگهداری و تعمیرات، صنایع سیمان غرب

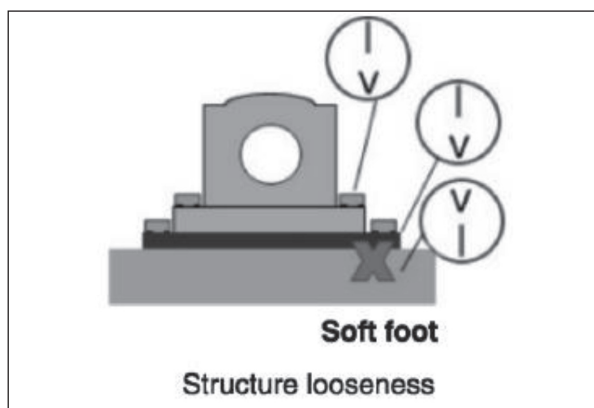
1. Fast Fourier Transform



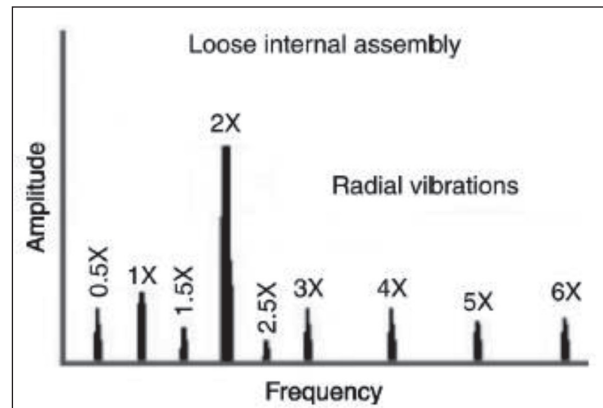
▲ شکل ۵. گراف لقی سازه‌ای



▲ شکل ۱. لقی داخلی



▲ شکل ۶. لقی سازه‌ای



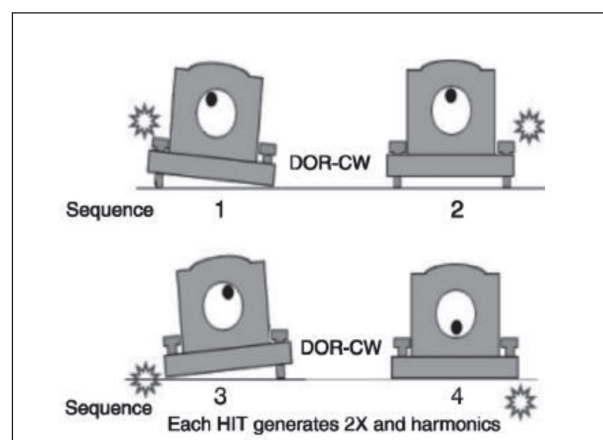
▲ شکل ۲. لقی مجموعه داخلی

وقتی که شرایط نرمی پایه (soft foot) مشکوک است، یک راه ساده برای اطمینان از آن این است که هر کدام از پیچ‌های پایه را به ترتیب شل می‌کنیم و چنانچه تغییرات قابل توجهی در ارتعاشات ایجاد شد می‌توانیم از عیب نرمی پایه اطمینان حاصل کنیم. در این شرایط ممکن است لازم باشد پایه را مجدداً ماشین‌کاری کنیم یا برای از بین بردن پیچش بوجود آمده در فریم پایه در حین محکم کردن دوباره پیچ‌های پایه از شیم استفاده کنیم.

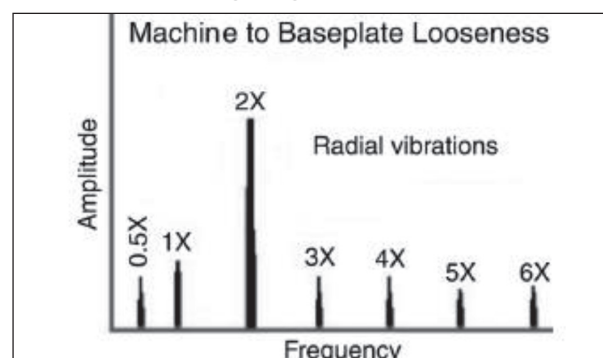
◀ فن گریز از مرکز راندمان بالا DHRV 50-1800 K

فن‌های گریز از مرکز جریان هوای محوری را به جریان گریز از مرکز تبدیل می‌کنند. فن DHRV 50-1800 K توسط شرکت Venti Oel- ساخته شده و به‌عنوان فن آسیاب ۵ مواد خام غلطکی (ATOX 42.5) مورد استفاده قرار می‌گیرد که جریان هوای مورد نیاز برای سیرکوله شدن و جابجایی مواد به‌صورت غبار را تامین می‌نماید. توان الکتروموتور فن مذکور ۲۳۸۰ kw و سرعت دورانی الکتروموتور ۹۹۰ rpm می‌باشد. حجم گاز جابجا شده توسط فن در حالت نرمال 379318Nm³/hr و جرم غبار جابجا شده 18446kg/hr، فشار استاتیک در ورودی و خروجی فن به ترتیب 9.122- و 190-pa، فشار دینامیک در ورودی و خروجی فن به ترتیب 308pa و 467pa، سرعت دورانی 990rpm، سرعت خطی 151.99m/s توان شفت موتور 2069kw، توان مفید 1656kw، راندمان آن 80.02% می‌باشد.

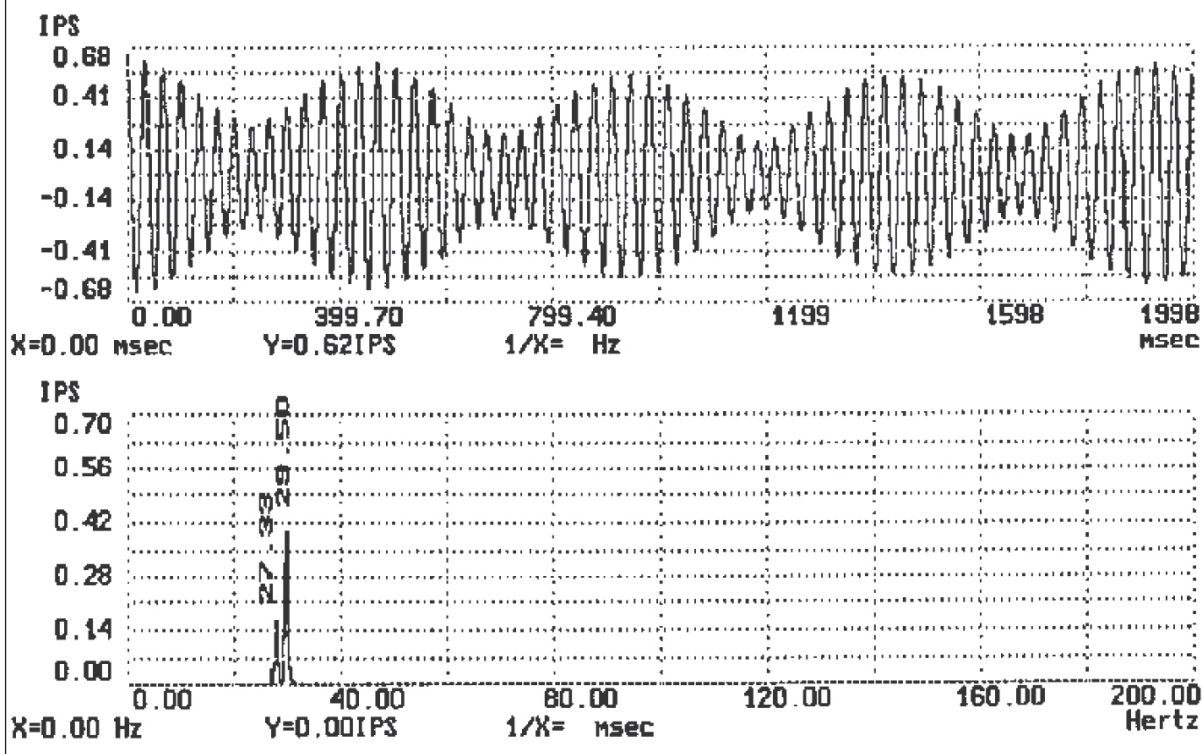
5. Mill fan



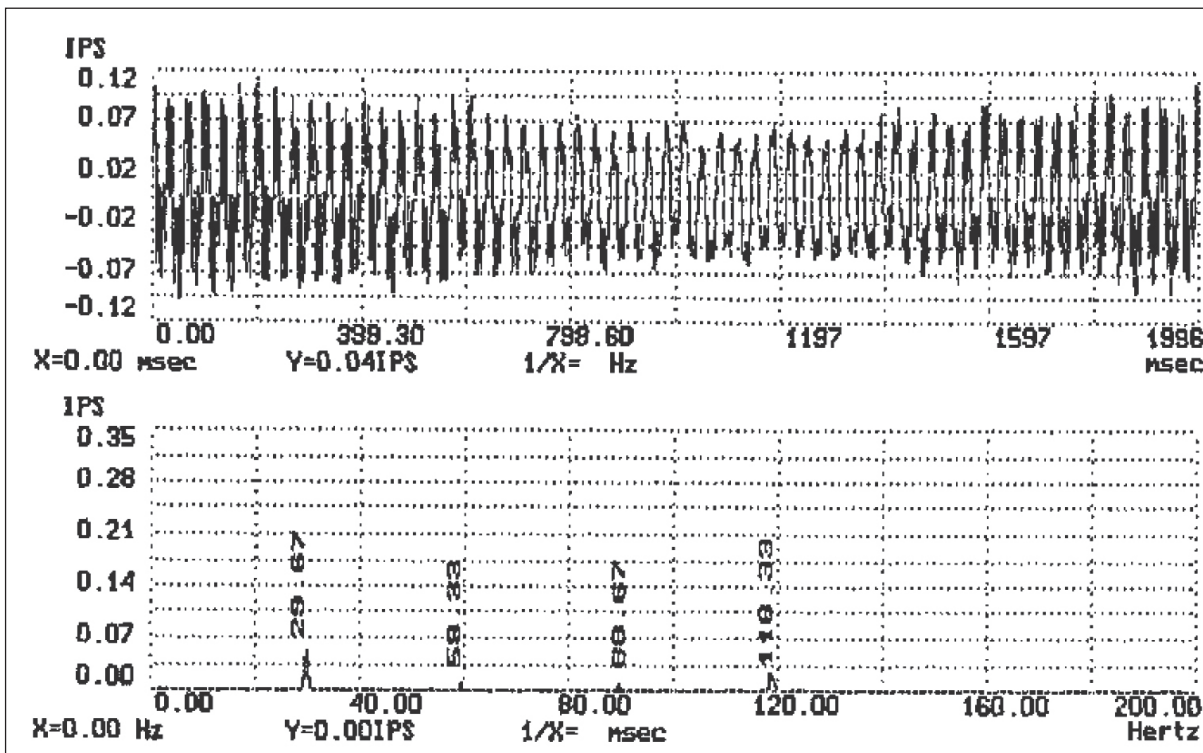
▲ شکل ۳. لقی مکانیکی



▲ شکل ۴. گراف لقی مکانیکی



▲ شکل ۷. دلتا F به اندازه اختلاف سرعت دورانی رینگ بیرینگ و شفت می باشد



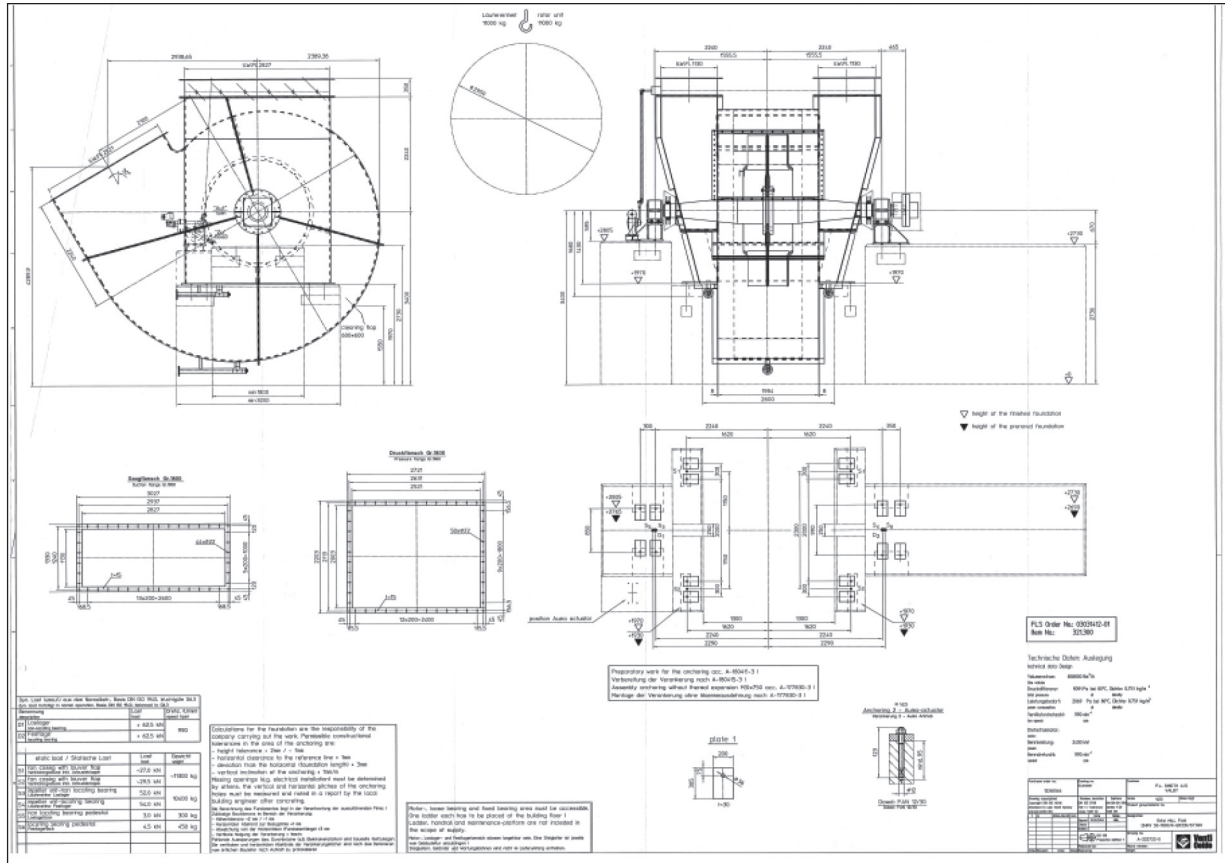
▲ شکل ۸. دلتا برداشت شده از یک موتور که به تنهایی در حال کار بوده است

بیرینگ سمت آزاد (شناور):

Non-locating side: HFO 234 AF
Carb roller bearing: C2234

یاناقان و بیرینگ سمت کوپلینگ (ثابت):

Locating side: HFO 238 BF
Self-aligning roller bearing 22238 CC/W33



▲ شکل ۹. ابعاد و جانمایی میل فن آسیاب مواد خط ۲

◀ تاریخچه مشکل فن آسیاب غلطکی مواد خام خط ۲

در طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰ سه بار به دلیل آسیب دیدن شفت فن در محل یاتاقان که با جوشکاری و ماشینکاری در محل رفع اشکال گردید. لقی می‌تواند به شکل‌های مختلف بروز نماید. فرم‌های مختلف لقی مرتبط با نوع لقی (به‌عنوان مثال چه بخشی از تجهیز دارای لقی است) مقدار لقی و مشکلات وابسته به آن از قبیل نابالانسی، عدم هم محوری و خرابی بیرینگ‌ها.

◀ لقی بیرینگ روی شفت

وقتی بیرینگ روی شفت لقی باشد، سیگنالی که تولید می‌شود وابسته به شکل نصب تجهیز خواهد بود. اگر رینگ داخلی روی شفت الکتروموتور بچرخد که با تسمه یک تجهیز دیگر را به حرکت در می‌آورد، طیف فرکانسی می‌تواند شبیه به طیف نابالانسی با دامنه بالا در سرعت دورانی موتور باشد. سیگنال زمانی ممکن است از نظر دامنه متفاوت باشد، کوتاه باشد، حاوی هارمونیک‌هایی باشد، حاوی پدیده ضربان باشد یا پرلود زمانی در هر نیمه سیکل متفاوت باشد.

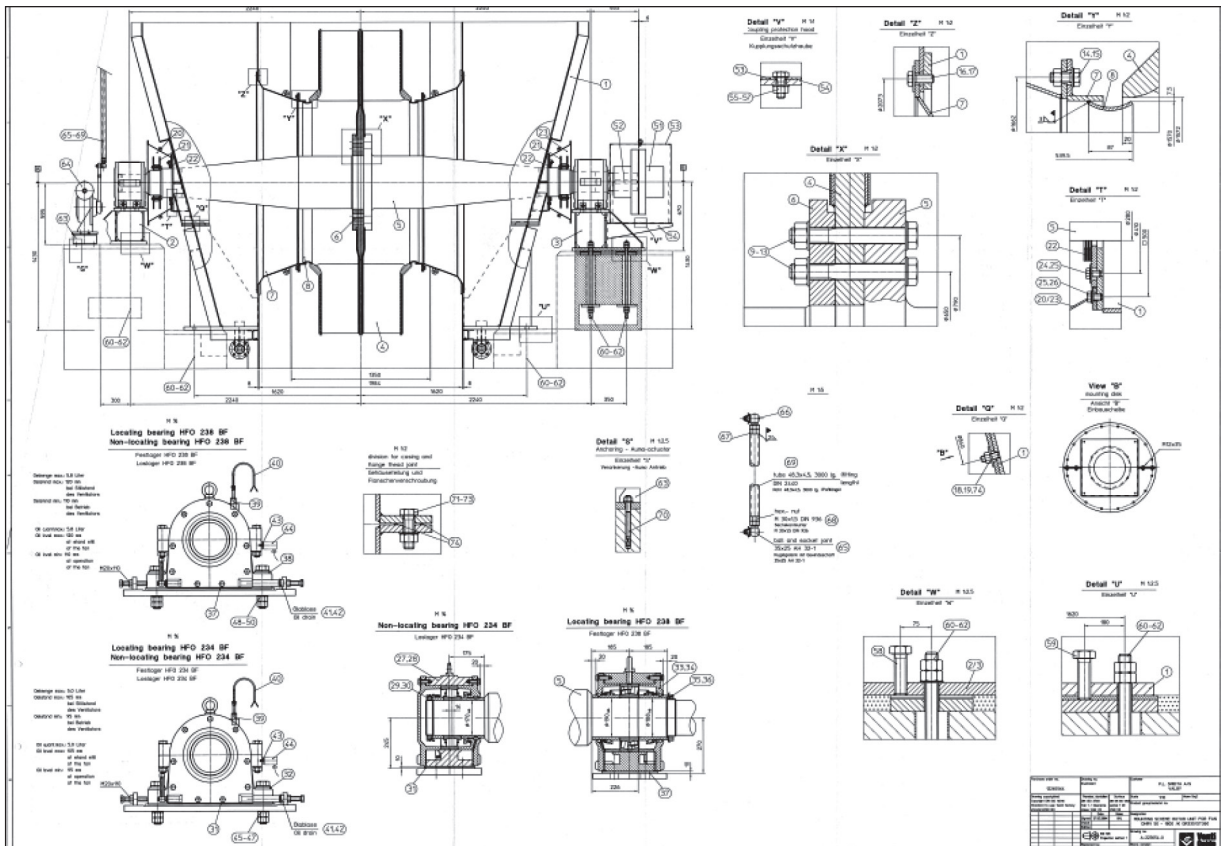
در تجهیزاتی که به‌صورت مستقیم کوپل شده‌اند، اگر بیرینگ روی شفت موتور بچرخد، طیف فرکانسی ممکن است شامل یک هارمونیک در یک برابر سرعت دورانی و یک هارمونیک در کمی کمتر از یک برابر سرعت دورانی باشد. خط اسپکتروال پایین‌تر از سرعت دورانی در سرعتی خواهد بود که رینگ داخلی بیرینگ در حال چرخش است. اختلاف فرکانس یا

دلنا F برابر با واحد سرعت یا اختلاف نسبی سرعت دوران شفت و بیرینگ می‌باشد. طیف زمانی شامل پدیده ضربان ناشی از دو فرکانس فوق می‌باشد.

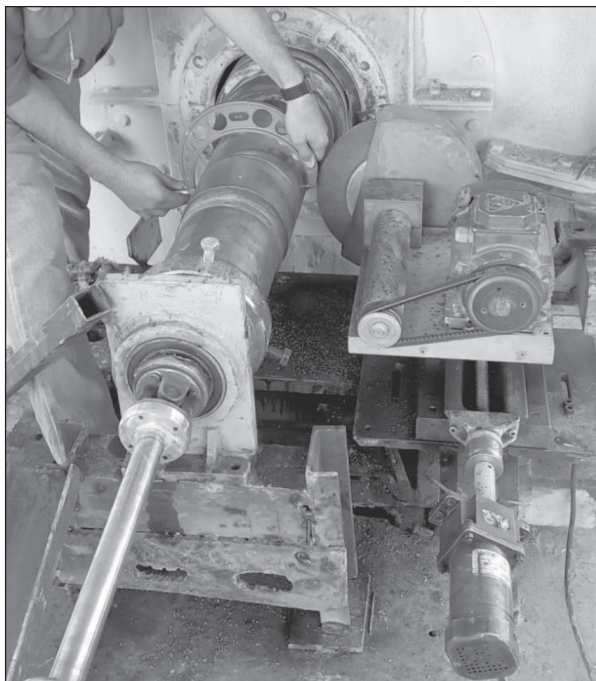
◀ لقی بیرینگ در نشیمنگاه (Housing)

وقتی که هارمونیک چهارم سرعت دورانی روتور محرز باشد، ممکن است بیرینگ در هوزینگ لقی باشد. شکل شماره --- مربوط به یک الکتروموتور است که به تنهایی در حال کار است. توجه کنید که مقدار ارتعاش کلی (Overall) تنها به مقدار 0.1 IPS می‌باشد و یک مشکل جدی وجود دارد. هارمونیک چهارم شاخص است و هارمونیک‌های دوم و سوم نیز حاضر هستند. این هارمونیک‌ها نباید با شرایط موجود قابل مشاهده باشند. در عیب‌یابی بیرینگ‌هایی که دچار لقی هستند باید شرایطی مد نظر قرار گیرد به‌عنوان مثال پمپی که دارای ۴ پره است ممکن است هارمونیک چهارم به دلیل فرکانس گذار پره ایجاد شده باشد، یا بسیاری مثال‌های دیگر از این دست. تنها راه تشخیص این‌که چه مشکلی وجود دارد این است که رابطه بین فاز در هارمونیک چهارم و هارمونیک اصلی را بررسی کنیم. اگر هارمونیک چهارم خارج از فاز باشد یا فاز تغییر کند، بیرینگ می‌تواند در هوزینگ لقی باشد. اما اگر هارمونیک چهارم در فاز بوده و فاز مقدار ثابتی دارد بیرینگ نمی‌تواند در هوزینگ لقی باشد.

شاخص دیگر برای تشخیص لقی بیرینگ روی شفت یا در هوزینگ، آنالیز دقیق فرکانس‌های بیرینگ است، بخصوص فرکانس گذار ساچمه‌ها



▲ شکل ۱۰. جانمایی و نحوه قرار گرفتن پروانه فن و باتاقان‌ها



▲ شکل ۱۱. اندازه‌گیری قطر شفت بعد از ماشین‌کاری

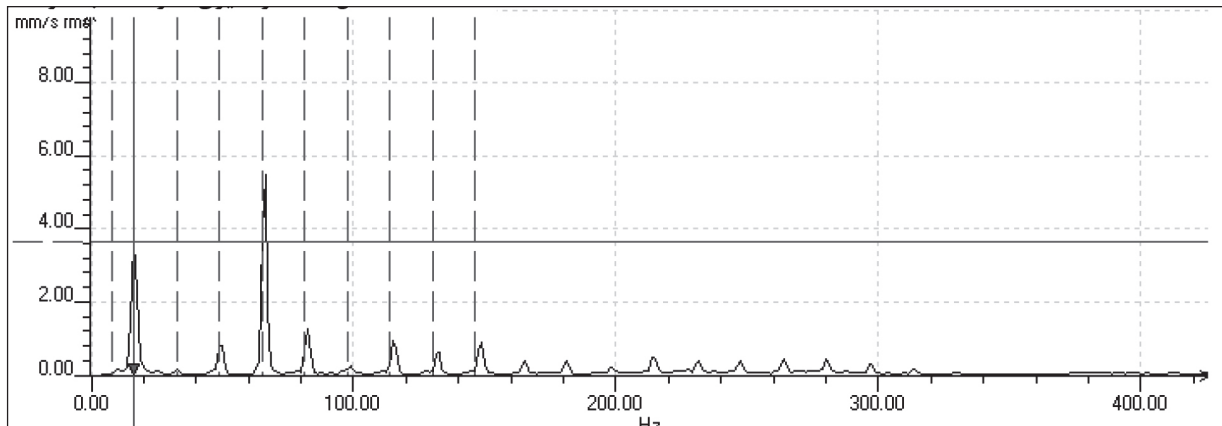
◀ تاریخچه و رفع مشکل اصلی

در چند نوبت به دلیل لاغر شدن شفت در محل نشیمن‌گاه بیرینگ، فن مذکور دچار خرابی شد و با روش جوش و تراش در محل مشکل

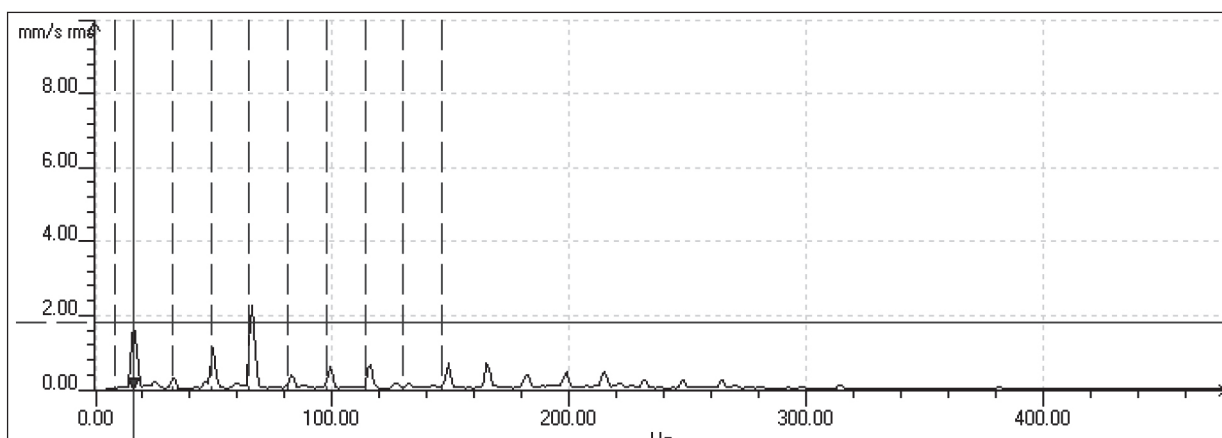
رینگ‌های خارجی و داخلی. وقتی فرکانس‌های بیرینگ را محاسبه می‌کنیم، سرعت دورانی واحد مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرض نرمال این است که بیرینگ با سرعت دورانی مشابه شفت در حال دوران است و ثابت بیرینگ نمی‌چرخد. این فرض‌ها در موارد بسیاری صحیح نیستند. فرکانس‌های بیرینگ در واقعیت به وسیله سرعت دورانی نسبی بین رینگ‌های داخلی و خارجی بیرینگ تعیین می‌شوند. اگر هر دو رینگ بیرینگ روی شفت و داخل هوزینگ در حال چرخش یا لقی باشند، فرکانس‌های بیرینگ کمتر از مقدار محاسبه شده خواهند بود.

◀ حالت‌های معمول لقی

در اغلب موارد لقی می‌تواند با افزایش دامنه هارمونیک اصلی و هارمونیک‌های بعدی شروع شود (شکل ۴-۱۱). بسیاری از افراد سعی می‌کنند این مشکل را با بالانس دینامیکی برطرف کنند اما در بسیاری از موارد این تلاش‌ها موفقیت‌آمیز نخواهد بود. هم‌چنان که لقی افزایش پیدا می‌کند، هارمونیک‌های موجود افزایش پیدا کرده و دامنه هارمونیک اصلی و مقدار ارتعاش overall می‌تواند کاهش پیدا کند. مرحله بعد لقی می‌تواند، ظهور خطوط طیفی در کسرهایی از سرعت دورانی شفت می‌تواند باشد. این خطوط طیفی می‌تواند در ۲/۱، ۳/۱ و ۴/۱ ... سرعت دورانی شفت، وابسته به مقدار و نوع لقی باشد.



▲ شکل ۱۲. وجود هارمونیک ۴ برابر دور به دلیل لقی در هوزینگ



▲ شکل ۱۳. کاهش قابل ملاحظه هارمونیک ۴ برابر دور بعد از قرار دادن التون روی رینگ خارجی بیرینگ

◀ نتیجه گیری

فن‌های گریز از مرکز که دارای توان بالایی هستند در صنعت سیمان از پیچیدگی‌ها و ملاحظات خاصی برخوردار است. چرا که عموماً به‌عنوان تجهیزات جابجایی غبار (dust handing) ایفای نقش کرده و از تجهیزات گلوگاهی و حیاتی خط تولید هستند. علاوه بر این در شرایط مختلف بهره‌برداری شرایط خاصی را تجربه می‌کند به‌عنوان مثال در معرض حرارت و انبساط نیز می‌باشند که این مساله خود به پیچیدگی مساله خواهد افزود. با توجه به این‌که لقی در بیشتر موارد روی شفت اتفاق می‌افتد و سایش در هوزینگ وجود ندارد کمتر به آسیب‌های هوزینگ پرداخته می‌شود. طبق توصیه آقای تیلور وجود هارمونیک ۴ برابر دور نشانه مهمی از وجود لقی در هوزینگ است که در بسیاری از موارد با بالانس دینامیکی نمی‌توان ارتعاشات تجهیز آن را کاهش داد.

◀ منابع

- [1] James Taylor, The vibration analysis handbook
 [2] Paresh Girdhar, Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance

رفع شد. در مرحله آخر با هدف آماده به کار ماندن تجهیز هر بار با بالانس دینامیکی ارتعاش کاهش داده شد تا به زمان تعمیرات اساسی و جوش و تراش مجدد شفت برسیم. در زمان تعمیرات بعد از جوش تراش شفت و تعویض هوزینگ یاتاقان با بالانس دینامیکی ارتعاش رفع نشد (دقیقاً مطابق نکته‌ای که آقای تیلور به آن اشاره کرده بود). بعد از چندین بار تلاش ناموفق برای کاهش ارتعاش با بالانس دینامیکی به سلامت دستگاه ارتعاش سنج خودمان (B&K vibro test 60) از همکاران بخش CM شرکت سیمان ایلام دعوت به عمل آمد که باز هم بعد از چند نوبت بالانس دینامیکی با دستگاه ارتعاش سنج ایشان (SPM) ارتعاش رفع نشد.

بعد از بررسی مرجع آنالیز ارتعاشات [۲] به این نتیجه رسیدیم که هارمونیک چهارم ناشی از لقی رینگ خارجی در هوزینگ می‌باشد. لازم به ذکر است که هوزینگ کاملاً نو و ساخت شرکت HFB کشور آلمان بود. با توجه به محدودیت تولید و نیاز به راه‌اندازی سریع آسیاب با قرار دادن یک لایه لاتون به ضخامت 0.2mm بین رینگ خارجی و هوزینگ بیرینگ ارتعاش به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرد. در زیر تصاویر مربوط به فرآیند فوق آورده شده است.



بهبود محصول دانش بنیان سیمان چاه نفت با استفاده از نانو مواد

■ رضوان بهفر - دکتري مهندسي شيمي. رييس آزمايشگاه سيمان دورود

● چکیده

در میان کلیه خدمات حفاری یک چاه نفت، لوله گذاری (casing) و سیمان کاری (cementing) را یقیناً می‌توان مهم‌ترین خدمت دانست. عمر چاه و مدت بهره‌برداری آن به مقدار وسیعی به درجه موفقیت این خدمات بستگی دارد. دوغاب سیمان با گذشت زمان می‌بندد و سخت می‌شود و سنگ سیمان حاصل چون غلافی محکم، لوله‌های پوششی را در برمی‌گیرد. عوامل موثر بر سیمان چاه‌نفت ترکیب شیمیایی، مینرالی مخلوط مواد خام، میزان نرمی، توزیع دانه‌بندی ذرات سیمان، میزان و نوع افزودنی‌های سیمان می‌باشد. در این مطالعه به بررسی تاثیر افزودنی‌های نانو در سیمان و نوع خاص آن سیمان چاه‌نفت می‌پردازیم. انتظار داریم با این افزودنی‌ها و تنظیم مواد (فازها و مدول‌های سیمان) به خواص مطلوب برسیم. با توجه به نتایج آزمایش فازهای C_3S و C_2A و مدول‌های LSF و AM بیشترین تاثیر را در خواص این سیمان ویژه دارند. طبق آنالیزهای شیمیایی، فیزیکی و تست‌های API انجام شده در دما و فشار بالا، با افزایش نرمی (بلین) و افزایش فاز آلایت (C_3S)، استحکام فشاری سیمان چاه‌نفت افزایش یافته و زمان بندش و آب آزاد کاهش می‌یابد. کلمات کلیدی: دانش بنیان، سیمان چاه نفت، نانو فناوری.

◀ مقدمه

هاردیسون و استوارت در سال ۱۸۸۳ استفاده از سیمان را برای سیمانکاری چاه نفت در یکی از شهرهای کالیفرنیا گزارش کرده‌اند. استفاده از سیمان پرتلند در مناطق نفتی جهت جلوگیری از فوران آب به داخل چاه بطور رسمی از سال ۱۹۰۳ آغاز گردید. در سال ۱۹۳۷ شرکت نفت آمریکا کمیته‌ای را مامور نمود تا در زمینه سیمانکاری حفاری به آزمایش و بررسی بپردازند. این کمیته در سال ۱۹۴۷ اولین برنامه آزمایش‌های سیمان را رسماً اعلام نمود. علت این تاخیر طولانی ناقص بودن وسایل و تجهیزات و نگرفتن نتایج مطلوب از سیمان بود و در سال ۱۹۵۳ اولین نشریه استاندارد سیمان‌های چاه نفت رسماً منتشر شد [۱، ۲].

امروزه مطالعات سیمان جهت یافتن بهترین ترکیبات و اقتصادی‌ترین روش‌های آن موجب پیدایش علم جدید سیمان گردید به نحوی که امروز

دو هدف از عملیات سیمان‌کاری نگهداری لوله‌های جداری و ایزوله کردن فضای حلقوی چاه از سازند می‌باشد که اغلب نگهداری لوله‌جداری در داخل چاه است. بدون شک مهم‌ترین نقش سیمان در هدف دوم خلاصه می‌شود که بسیار سخت انجام می‌پذیرد از ابتدای حفاری چاه‌های نفتی، نفوذ آب به چاه‌های نفتی یکی از عمده‌ترین مسایل حفر چاه‌های نفتی بود زیرا چاه‌های اولیه نفت فاقد پوشش داخلی یا حداقل لوله‌ای بصورت آستر بود تا دیواره چاه را مسدود نماید بعد از چندی استفاده از لوله‌های آهنی متداول شد که اگر چه در آغاز از فوران آب به داخل چاه جلوگیری می‌شد، ولی همچنان یک اشکال بزرگ وجود داشت و آن نبودن اتصال محکم و کامل بین دو لوله آستری بود که رخنه گل، آب و غیره را به داخل چاه ممکن می‌ساخت.

بسیار داغ کوره که دمای آن بین 2600°F تا 2800°F است، می‌رسد. در اینجا واکنش‌های فوق تکمیل می‌شوند و محصول آماده خروج از کوره می‌گردد.

۱. $\text{CaCO}_4 \rightarrow \text{CaO} + \text{O}_2$
۲. $2\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S}$
۳. $\text{C}_2\text{S} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S}$
۴. $3\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{A}$
۵. $4\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF}$

ذرات جامد محصول که در اثر غلتیدن‌های مداوم در کوره به صورت گلوله درآمده‌اند، از نظر اندازه با یکدیگر بسیار تفاوت دارند و قطر آنها از پنج سانتی متر تا چند میکرون متغیر است. این گلوله‌ها را کلینکر می‌نامند. کلینکر سیمان به همراه بخش مذاب خود، پس از خروج از کوره، برای سرد شدن وارد کولر می‌شود که بوسیله هوا کار می‌کنند سپس آن‌را در آسیاب خورد کرده و بصورت پودر درآورند. در اینجا سست که پودر سیمان را با $1/5$ تا 3 درصد وزنی خویش گچ ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) می‌آمیزند تا سرعت بندش دوغاب آن را کند کرده و در عوض استحکام بتن حاصل از دوغاب را افزایش دهند. [۴].

یافته‌ها

در سال‌های اخیر محققان موفق به تولید نانو مواد مطابق شکل ۱ و ۲ شدند که با اضافه شدن به سیال نوعی فوم تولید می‌کند که با توجه به شرایط ویژه موجود در عملیات حفاری بسیار موثر است. مهمترین مزایای نانو ذرات مختلف عبارتند از بهبود خواص مختلف سیمان حفاری، پایداری حرارتی، بهبود خواص سیال حایل.

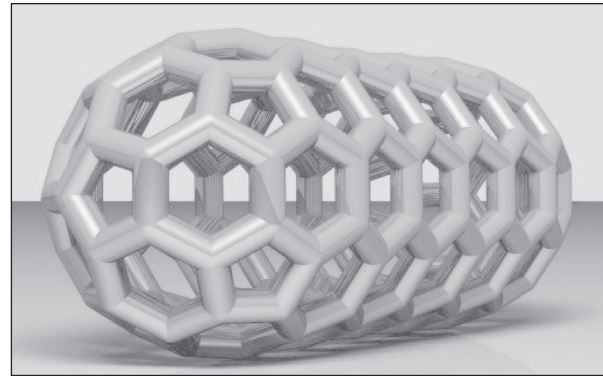
استفاده از نانو رس‌ها به دلیل ساختار لایه‌ای شکل و قابلیت تورم و جذب آب تا چندین برابر وزن و حجم اولیه خود باعث بهبود خواص مکانیکی از قبیل مقاومت فشاری و کششی و بهبود تراوایی آن می‌شود. هم‌چنین این ذرات باعث افزایش ریسک پذیری عملکرد سیمان در اثر مهاجرت گاز می‌شوند و خوردگی را کاهش می‌دهد.

استفاده از نانو ذرات سیلیکات کلسیم در یمن حفاری باعث بهبود کارایی استفاده از آن در چاه‌های عمیق که تحت دما و فشار بالا هستند می‌گردد.

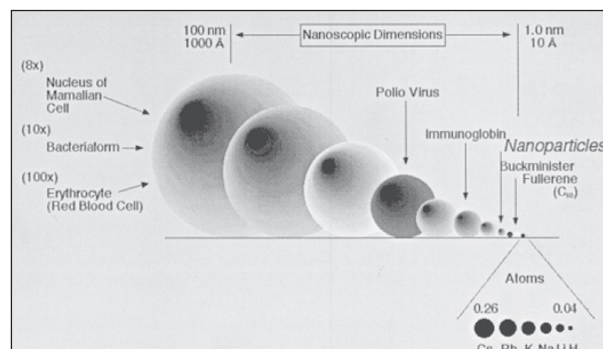
استفاده از نانو افزودنی‌های مختلف باعث بهبود خواص ریولوژی این سیال و تراکم آن بهبود و افزایش تمیز کاری لوله جداره حین سیمان‌کاری، تغییر ترشوندگی سطوح درگیر و چسبندگی بهتر دوغاب ما بین لوله و چاه می‌شود. [۵].

معرفی انواع نانو افزودنی

نانو افزودنی‌های سیمان حفاری به منظور افزایش کارایی و بهبود خواص آن استفاده می‌شود. از مهمترین نانو افزودنی‌ها می‌توان به مواد زیر اشاره کرد.



شکل ۱. نانو ذره

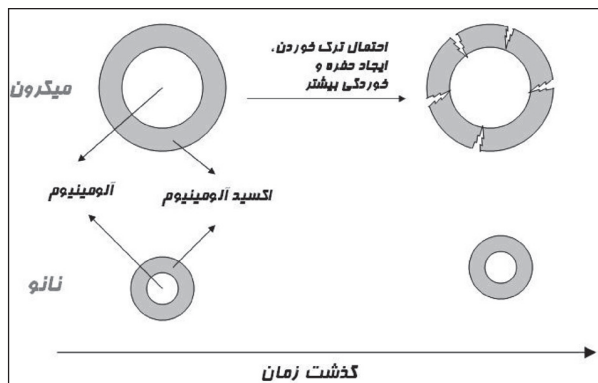


شکل ۲. مفهوم مقیاس نانو با توجه به شکل

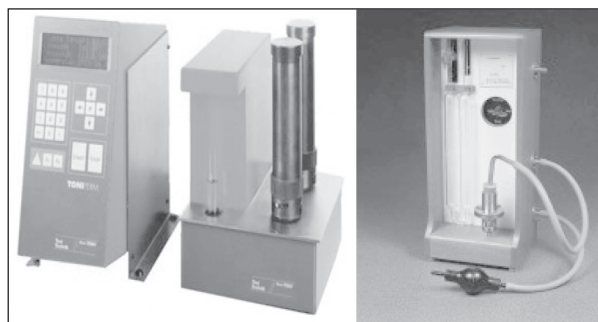
تنها توانستند گرما و عمق و مسایل دیگر چاه نفت را که همه روزه با آن مواجه هستیم از میان بردارد بلکه در سایر کارهای سیمان نیز ما را یاری نمود. با توجه به تحقیقات به عمل آمده توسط فریس معلوم شده است که مقاومت فشاری 100 psi برای سیمان‌های مورد استفاده که در چاه‌های حفاری به کار برده می‌شوند کافی است. زمان پمپاژ سیمان همچنین به میزان نرم شدگی آن بستگی دارد. سیمان‌هایی که دانه‌های آن نرم و ریز باشند سطح مخصوص آنها نیز زیادترند و واکنش این نوع سیمان در مجاورت آب بسیار سریع و بدین ترتیب زمان پمپاژ سیمان نیز کوتاه خواهد شد. سیمان‌هایی که ذرات آن به خوبی ریز و نرم نشده‌اند و ذرات درشت دارند به دلیل عدم جذب کافی و کامل شدن فعل و انفعالات بین سیمان و آب زمان پمپاژ زیاد و چه بسا سیمان، فاقد کارایی لازم شوند [۳].

روش تحقیق

روش تولید سیمان به این ترتیب است که مخلوطی از مواد آهکی و رسی را که به نرمی کوبیده شده، به‌عنوان ماده خام وارد کوره دوار می‌شود. این مخلوط بر حسب نوع سیمانی که می‌خواهند تولید کنند، فرق می‌کند. این مواد همچنان که در کوره پیش می‌روند و قتیکه دما به حدود 1600°F می‌رسد مطابق واکنش‌های شیمیایی (۱) تا (۵)، کربنات‌ها تجزیه شده و دی‌اکسید کربن آنها از کوره خارج می‌گردد. در درجه حرارت‌های بیش از این، واکنش اصلی صورت می‌گیرد، یعنی کلسیم (CaO) مانده از تجزیه بالا به تدریج با SiO_2 ، F_2O_3 ، Al_2O_3 ترکیب می‌شود تا اینکه مخلوط به نواحی



▲ شکل ۳. تاثیر نانو ذره با گذشت زمان و بهبود کیفیت



▲ شکل ۴. بلین دستی و اتوماتیک



▲ شکل ۵. دستگاه مقاومت فشاری-کانسیستومتر تحت فشار

◀ شرح آزمایش‌ها

◀ آزمایش بندش

در این آزمایش افزایش گرانیوی دوغاب سیمان با گذشت زمان در شرایط دمایی گردشی و فشار ته چاه نمایش داده می‌شود. هنگامی که گرانیوی به ۱۰۰۰۰ pc رسید، مدت زمان سپری شده، زمان بندش دوغاب در نظر گرفته می‌شود. جهت تعیین نرمی سیمان از دستگاه بلین مطابق شکل ۴ و از یک دستگاه کانسیستومتر^۱ دما بالا- فشار بالا مطابق شکل ۵ جهت انجام آزمایشات به روش API استفاده می‌گردد. [۶-۷]

◀ استحکام تراکمی^۲

آزمایش استحکام تراکمی، اندازه‌گیری فشار مورد نیاز جهت خرد کردن

1. Consistometer
2. Compressive Strength

- نانو لوله‌های کربنی؛
- نانو رس؛
- نانو آلومینا؛
- نانو سیلیکا؛
- نانو اکسید منیزیم؛
- نانو اکسید روی؛
- نانو اکسید آهن؛
- نانو کربنات کلسیم.

این نانو افزودنی‌ها مطابق شکل ۳ با تغییر چگالی قادر خواهد بود فشار مناسبی ایجاد و از آسیب جلوگیری کند و موجب کاهش هزینه‌ها گردد.

◀ نانوسیلیکا

مقاومت تراکمی: استفاده از نانو سیلیکا مقاومت تراکمی سیمان را افزایش می‌دهد که به میزان افزودنی و زمان بندش بستگی دارد. به‌طور کلی زمان بندش و نیز میزان تخلخل سیمان در اثر افزودن سیلیکا کاهش می‌یابد و نفوذپذیری کاهش می‌یابد در حالی که افزایش نانو سیلیکا موجب افزایش ویسکوزیته می‌شود.

◀ نانو آلومینا

نانو آلومینا رفتاری شبیه نانو سیلیکا دارد به این شکل که در واکنش پوزولانی شرکت کرده و هم‌چنین فرآیند هیدراسیون را تسریع می‌کند به عبارتی تخلخل کاهش و افزایشی مستقیم در خواص مکانیکی و مقاومت تراکمی ایجاد می‌کند. آلومینا به‌عنوان یک تسریع‌کننده بندش سیمان عمل می‌کند و زمان بندش را کاهش می‌دهد.

◀ نانو رس

نانو رس از نوع بنتونیت به‌عنوان یک افزودنی سیمان استفاده می‌شود. با افزایش میزان نانو بنتونیت دانسیته سیمان کاهش می‌یابد. مقاومت تراکمی را افزایش می‌دهد. نفوذپذیری پایین‌تری ایجاد می‌کند مقاومت کششی را بالا و مدول یانگ بالاتری برای سیمان ایجاد می‌کند.

◀ نانو اکسید آهن

به‌عنوان یک افزودنی می‌توان در سیمان استفاده کرد.

◀ نانو کربنات کلسیم

نانو کربنات کلسیم باعث افزایش مقاومت تراکمی و کاهش زمان بندش و کاهش آب ازدست‌دادگی می‌شود.

کاربرد نانو افزودنی در ترکیب سیمان حفاری به دلیل سطح بالایی که دارند در فرآیند سیمان‌کاری با اهدافی چون شتاب‌دهنده فرآیند هیدراسیون، افزایش مقاومت تراکمی، کنترل هرزروی سیال، کاهش فروریختن یا شکستگی لوله‌جدار و جلوگیری از مهاجرت گاز می‌باشد.

جدول ۲. تنظیم مواد متفاوت

%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	L.S.F	S.M	A.M
G ₁	21.9	4.4	4.3	63.5	2.7	1.8	51.5	23.8	4.4	13.1	90	2.5	1.0
G ₂	21.7	3.8	5	64.4	1.8	1.8	59	17.5	1.6	15.2	92.2	2.5	0.8

بحث و نتیجه گیری

مدول‌های آلومین C₃A و LSF نقش بسیار مهمی در سیمان چاه نفت دارند و بیشترین تاثیر را بر تفاوت خواص آن می‌گذارد که هدف ما در این مطالعه مقاومت سیمان و عوامل موثر بر آن بوده است دو نمونه سیمان با LSF های متفاوت ۹۰ و ۹۲ و به تبع آن فاز آلیت C₃S متفاوت ۵۱ و ۵۹ از لحاظ تاثیر نرمی بر مقاومت مطابق شکل ۷ مقایسه شدند که اثر مستقیم بلین بر مقاومت مشهود است و این تاثیر در مقادیر بالای فاز آلیت بیشتر نمایان است.

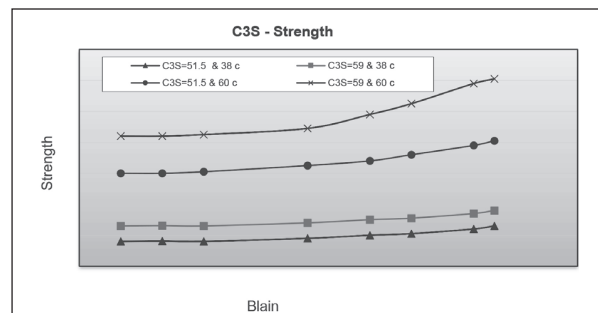
فاز آلیت C₃S که سهم بیشتری نسبت به دیگر فازها دارد، بر مقاومت مستقیماً اثر می‌گذارد برای رسیدن به سیمان چاه نفتی که مقاومت بالایی دارد و در دما و به تبع آن فشار بالا استفاده می‌شود باید به این فاز توجه بسیار نمود. برای رسیدن به مقدار مطلوب این فاز، طبق جدول ۲ تنظیم مواد خام صورت گرفته و نتایج آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی و API تست شدند طبق شکل ۷ با افزایش این فاز مقاومت دوغاب سیمانی به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد اما باید به این نکته توجه داشت برای تولید سیمان با نرمی بالاتر هزینه آسیاب سیمان بالا رفته، از این رو حالت بهینه در نظر می‌گیریم که نرمی در حد استاندارد API و جویابگویی تست‌های ما باشد که با بلین ۴۰۰۰ (cm²/gr) به نتیجه مطلوب (استحکام بالا) رسیدیم. کاربرد نانو افزودنی در ترکیب سیمان حفاری به دلیل سطح بالایی که دارند در فرایند سیمان کاری با اهدافی چون شتاب دهنده فرایند هیدراسیون، افزایش مقاومت تراکمی، کنترل هرزروی سیال، کاهش فرو ریختن یا شکستگی لوله جداری و جلوگیری از مهاجرت گاز می‌باشد.

مراجع

- American Petroleum Institute (1982), " specification for materials and testing for well cements, API specification 10", 1st Edition, API, Washington DC2.
- Michaux, M., Nelson, B., Benoit, E., (1981) " well cementing book", schelumberger Dowell company, chapters 2 & 3.
- Bensted, J. (1989), " Oilwell cements". World cement 20, No.10, pp 346-357.
- ASTM C 465, (1992) Standard Specification for Processing Addition for use in the Manufacture of Hydraulic Cement.
- پور فرج، میلاد، طباطبایی‌نژاد، سید علیرضا و امامی، مهرداد، بررسی آزمایشگاهی اثر اندازه و غلظت نانو ذرات بر روی پایداری شیل یکی از مخازن ایران، اولین کنفرانس بین‌المللی نفت، گاز و نیروگاهی ۱۹ ژوئن ۲۰۱۲.
- بهفر، رضوان، اصلاح خواص سیمان‌های حفاری توسط فازهای اصلی، اولین کنفرانس بین‌المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی در مرکز همایش‌های بین‌المللی هتل المپیک تهران ۱۳۹۱.
- بهفر، رضوان، تاثیر دما و فشار بر کلاس‌های متفاوت سیمان خاص، اولین کنفرانس بین‌المللی صنعت سیمان انرژی و محیط‌زیست در دانشگاه تهران ۱۳۹۱.



شکل ۶. مخلوط کن - کانسیستومتر اتمسفریک



شکل ۷. تاثیر فاز آلیت و نرمی بر مقاومت فشاری

جدول ۱. ترکیب مواد خام اولیه

%Raw Material	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
Alluvium	6.4	2.2	1.7	48.3	2.5
Clay	27.5	6.5	3.3	32.1	4.1
Sand	69.2	4.1	2.4	14.1	1.2
Iron	11.6	1.8	62.9	7.5	0.4

یک قالب سیمان با هندسه مشخص تحت تراکم نامحدود و یک محور می‌باشد. سیمان سخت شده باید به اندازه‌ای استحکام داشته باشد تا لوله‌های جداری و مغزی را نگه دارد. در آزمایش استحکام تراکمی، اندازه‌گیری فشار مورد نیاز جهت خرد کردن یک قالب سیمان با هندسه مشخص تحت تراکم نامحدود و یک محوری می‌باشد که توسط دستگاه پرس (شکل ۵) صورت می‌گیرد.

آب آزاد

زمانی که دوغاب سیمان در شرایط ایستا باشد، ممکن است بر اثر رسوب ذرات سیمان آب آزاد ایجاد شود. آزمایش آب آزاد در یک استوانه مدرج ۲۵۰ میلی‌لیتری انجام می‌شود. دوغاب سیمان تهیه شده براساس استاندارد API در یک گرانروی سنج تحت دمای استاتیک ته چاه به مدت ۲۰ دقیقه بهم زده و درون یک استوانه ریخته می‌شود.

چگونگی تشکیل NOx در کوره‌های دوار سیمان و تکنیک‌های کنترل آن

(بخش دوم)

■ آزاده زائری امیرانی- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، سیمان اردستان

● چکیده

مطالعات بسیاری در انجمن سیمان پرتلند^۱ (PCA) در رابطه با چگونگی تشکیل NOx در کوره دوار تولید سیمان، تکنیک‌های کنترل NOx و تکنیک‌های کنترلی قابل اجرای NOx در صنعت سیمان، صورت گرفته است. این مقاله خلاصه‌ای از این مطالعات و اطلاعات مربوط به انتشار NOx و اقدامات کنترلی مربوط به این گاز آلاینده خصوصاً در کوره‌های دوار صنعت سیمان است. مکانیسم‌های غالب شکل‌گیری NOx و تکنیک‌های کنترل آن ارائه شده است. ارزیابی امکان‌سنجی فنی، قابلیت کاهش NOx و تاثیر بر سایر آلاینده‌ها به منظور ارزیابی کاربرد تکنیک‌های کنترل این گاز در صنعت سیمان شرح داده شده است.

1. Portland Cement Association

◀ ۱. مقدمه

◀ ۱، ۲ تعریف مسئله

اولین گام در توسعه منسجم و مقرون به صرفه طرح‌های کنترل NOx خروجی این است که به دقت عملکرد کوره، پارامترهای مؤثر بر عملکرد کوره، میزان NOx خروجی، و پارامترهای مؤثر بر انتشار NOx مشخص شود. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، میزان NOx خروجی به نوع فرآیند، مشخصات خاص هر کارخانه، و بسیار متغیرهایی که در طول عملکرد عادی سیستم اتفاق می‌افتد، وابسته است. بنابراین قبل از صرف هزینه برای کاهش خروجی NOx، لازم است مطالعاتی برای تعیین ویژگی‌های مواد اولیه و سوخت، سیستم پخت (pyroprocessing) و میانگین و واریانس NOx منتشر شده، صورت پذیرد. پس از جمع‌آوری اطلاعات کافی، برای تعیین متوسط انتشار NOx، rate انتشار و تغییرات NOx خروجی، باید تجزیه و تحلیل آماری صورت گیرد. علاوه بر این، مشخصات خوراک ورودی، سوخت و ویژگی‌های سیستم پخت باید تعریف شود. زمانی که این همه اطلاعات در دسترس باشند، باید بررسی شود چه فرآیند یا فرآیندی می‌تواند میزان انتشار NOx را کاهش

تولید کلینکر، فرآیندی است که در درجه حرارت بالا صورت می‌گیرد و این خود باعث تولید و شکل‌گیری اکسیدهای نیتروژن می‌شود. این اکسیدها از جمله آلاینده‌های شاخص هوا در تولید سیمان می‌باشند. اکسیدهای نیتروژن در طول فرآیند احتراق یا از طریق احتراق نیتروژن موجود در سوخت با اکسیژن یا از احتراق نیتروژن موجود در هوا و اکسیژن تولید می‌شوند. بنابراین غلظت اکسیدهای نیتروژن معیاری از پیشرفت واکنش‌های پخت بوده و کنترل این گاز، رابطه نزدیکی با چگونگی فرآیند احتراق در کوره دارد.

◀ ۲. اقدامات کنترلی برای کاهش NOx خروجی

مراحل مختلفی برای کاهش خروجی‌های NOx وجود دارد. در ابتدا، میزان تولید NOx و عملکرد کوره باید به طور کامل مشخص شود، مرحله دوم، تغییرات فرآیندی باید توسعه یافته و به اجرا درآیند، و در نهایت، تکنیک‌های کنترل ثانویه می‌تواند در صورت لزوم مورد بررسی قرار گیرند.

داده و به چه مقدار.

۲,۲. تکنیک های کنترلی NOx

تکنیک های کاهش NOx خروجی از کوره های سیمان در دو دسته گسترده: کنترل فرآیند و کنترل پس از احتراق (ثانویه)، تعریف می شوند. کنترل فرآیند، از جمله شامل: تغییرات سیستم احتراق، تکیه بر کاهش یا مهار تشکیل NOx در فرآیند تولید می باشد. کنترل پس از احتراق تکیه بر تصفیه گازهای خروجی دودکش برای حذف NOx داشته، که در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرد (PCA، ۱۹۹۹). مطالعات گروه تحقیق و توسعه PCA اظهار داشت: "تغییرات احتراق فرآیندهای کنترلی هستند که چگونگی بکارگیری سوخت در فرآیند تولید را تغییر می دهند. تغییرات احتراق کاهش قابل توجهی NOx منتشر شده را در صنایع متعددی به دنبال داشته اند. تغییرات احتراق در کوره های سیمان شامل استفاده از مشعلهایی با NOx کمتر، احتراق ثانویه (اواسط کوره پخت، riser duct firing و پری کلساینرها) و staged combustion (پری کلساینرهای با NOx پایین). (PCA، ۱۹۹۹)

فرآیندهای صنعتی که بدلیل نوع فرآیند خد نیاز به پروفیل های دمایی تعریف شده دارند معمولاً با تغییرات احتراق به اندازه دیگ های بخار و توربین های گازی در کاهش NOx موفق نیستند. واکنش های شیمیایی تولید سیمان به درجه حرارت مواد °C ۱۲۰۰ - ۱۵۴۰ نیاز دارند. برای دستیابی به این درجه حرارت مواد، درجه حرارت گاز باید به میزان قابل ملاحظه ای بالاتر باشد (معمولاً بیش از °C ۱۷۶۰). اگر درجه حرارت زون احتراق بیش از حد بالا باشد، تجهیزات آسیب می بینند، اگر درجه حرارت زون احتراق بیش از حد کم باشد، تولید محصول با کیفیت مورد نظر صورت نخواهد پذیرفت (PCA، ۱۹۹۹).

۲,۲,۱. کنترل فرآیند

ویژگی شیمیایی و یکنواختی خوراک کوره می تواند میزان انتشار NOx را تحت تاثیر قرار دهد. هم چنین مشخصات سوخت مصرفی نیز بر NOx تاثیر می گذارد. بیانیه مهم در مورد کنترل های NOx در بخش مقدماتی فصل ۵ از تکنیک های کنترل NOx استفاده EPA جایگزین ساخته شده است سند برای صنعت سیمان: "در تمامی انواع کوره ها، مقدار NOx تشکیل شده به طور مستقیم به میزان انرژی مصرف شده در طول فرآیند تولید سیمان وابسته است. بنابراین، اقداماتی که به منظور بهبود بهره وری انرژی صورت می پذیرد، منجر به کاهش NOx خروجی به ازاء هر تن محصول تولید شده گردد."

صنعت سیمان همیشه به دنبال راه هایی برای بهبود بهره وری سوخت و تولید بوده، که در این مسیر ممکن است NOx خروجی نیز کاهش یابد. با توجه به مطالعات گسترده صنایع و ایجاد تغییر بر عملکرد کوره و تشکیل NOx، در زیر لیستی از برخی از تغییرات رایج که برای کاهش NOx خروجی از کوره های سیمان صورت پذیرفته، اشاره می شود (PCA، ۱۹۹۹):

۱. تغییر سوخت؛

۲. بهبود یکنواختی و همگن بودن شیمیایی خوراک کوره، که با چند راهکار انجام پذیر است:

- اصلاح عملیات معدن و استخراج مواد؛
- بکارگیری امکانات مناسب برای ترکیب مواد اولیه؛
- استفاده از سیستم های کنترل تحلیلی on-line برای تنظیم مواد اولیه؛
- استفاده از سیستم های ترکیب خوراک کوره؛
- ۳. اعمال تغییرات به منظور بهبود راندمان حرارتی، نظیر:
 - کاهش نفوذ هوای بیش از حد؛
 - افزایش کارایی سیکلون های پری هیت؛
 - اصلاح یا جایگزینی خنک کننده های کلینکر برای ارتقاء بازیابی حرارتی و راندمان خنک کننده؛
 - پیاده سازی برنامه های آموزش اپراتوری؛
 - بازگشت گرد و غبار کوره سیمان (CKD) به سیستم کوره تا حد امکان (بدون ایجاد تاثیرات منفی بر کیفیت محصول)؛
- ۴. نصب یا ارتقاء سنسورهای سیستم کوره و ابزار دقیق؛
- ۵. نصب و راه اندازی و یا ارتقاء کنترل کامپیوتری سیستم های کوره برای ایجاد ثبات در عملکرد کوره و جلوگیری از نوسان درجه حرارت زون احتراق.

علاوه بر این تغییرات، انجام اقدامات اصلاحی بر روی سیستم های احتراق سوخت نیز به منظور کاهش NOx خروجی قابل اجرا بوده که به شرح زیر می باشند: (جوان و فون 1999 Seebach):

- تبدیل از سیستم های سوخت مستقیم به سیستم های غیرمستقیم برای کاهش میزان هوای اولیه؛
- نصب و راه اندازی مشعل جدید (مشعل هایی با تولید NOx کمتر) برای کمک به کنترل احتراق و شکل دادن (shaping) به شعله؛
- کاهش مقدار هوای اضافه (اکسیژن) که برای احتراق استفاده می شود؛
- افزایش سوخت به riser duct پری هیت برای انتقال بخشی از بار دمایی زون احتراق کوره به دمای پایین تر محیط پری هیت؛
- استفاده از احتراق مرحله ای یا کلساینرهایی با تولید NOx کمتر؛
- برخی از دستگاه های احتراقی، مانند بویلرهایی با گردش مجدد جریان گاز (FGR)، و یا تزریق آب/بخار به شعله اصلی برای کاهش درجه حرارت شعله می توانند از تشکیل NOx حرارتی جلوگیری کنند. FGR روشی پایدار برای کاهش NOx در مناطق احتراقی کوره های سیمان نیست. تاثیر FGRs متکی بر خنک کنندگی شعله و تولید اکسیژن ناقص محیط (کاهش) احتراقی به منظور کاهش تشکیل NOx است، شرایط که با عملکرد کوره سیمان سازگار نیست. درجه حرارت بالای شعله و محیط اکسیدکننده شرایط مورد نیاز برای تولید موفقیت آمیز محصول (کلینکر) است (PCA، 1999).

۲,۲. تکنیک های کنترل ثانویه NOx

تمامی تکنیک های کنترل فرآیند که در بالا مشخص گردید، باید برای بهبود مصرف سوخت اجرا شده و به منظور کاهش تغییرات در عملکرد

به‌عنوان سوخت مورد استفاده قرار داده‌اند، موفقیت‌آمیز بوده است. تلاش برای بکارگیری روش SCR برای گازهای خروجی تولید سیمان طیف گسترده‌ای از مشکلات را به‌دنبال داشته است. ذرات گردوغبار خروجی از دودکش‌ها در این فرآیند بسیار بالا است. در هر کوره سیمانی که از ESP برای حذف ذرات استفاده می‌شود لازم است یک فیلتر پارچه جدید قبل از نصب فرآیند SCR راه‌اندازی گردد. ذرات گردوغبار به سرعت می‌توانند بستر کاتالیست را غیرفعال کنند. هم‌چنین گازهای خروجی کوره شامل سطوح نسبتاً بالایی از ترکیباتی هستند که می‌توانند کاتالیزورها را مسموم نمایند مانند، نمک‌های قلیایی (به‌عنوان مثال NaCl ، KCl ، Na_2SO_4 ، K_2SO_4 و ...) (PCA، 1999).

منابع

1. Miller, F.M. and A.H. Egelov; Relationship between cement kiln operation and content of NOx in kiln gases; Zement-Kalk-Gips International; Weisbaden, Germany, 1980.
2. Nielsen. P.B., and O. L. Jepsen; An Overview of the Formation of SOx and NOx in Various Pyroprocessig Systems; Presented at: IEEE Cement Industry Technical Conference, XXXII; Tarpon Springs, FL; May 22-24, 1990.
3. PCA, Report on NOx Formation and Variability in Portland Cement Kilns Systems – Potential Control Techniques and Their Feasibility and Cost Effectiveness; by Penta Engineering Corporation; PCA RBD Serial No. 2227; Skokie, IL; 1999.
4. Radian Canada, Inc.; Assessment of NOx Emission Control Technologies for Cement and Lime Kilns; Radian Report NO. 714-061-01; Prepared for: Environment Canada, Contract No. K2035-3-7044; October, 1994
5. Rother. W.; NOx reduction; The Environmental Yearbook, published by International Cement Review; Tradeship Publications Ltd.; Surrey, UK; 1997.
6. Schraemli. Dr. W; Experiences with Measures to Reduce SO2 and NOx Emissions from Cement Kilns In: Proceedings of Emerging Technologies in Resource Recovery and Emission Reduction in the Cement Industry; Sponsored by the Portland Cement Association, Dallas, TX; Sept 1990.
7. Young, G.L., R.S. MacMann. and J. Croom PhD, Technical Report on the Demonstration of the Feasibility of NOx Emissions Reduction at Riverside Cement Company, Crestmore Plant; In: Proceedings Before an Administrative Hearing of the South Coast Air Quality Management District; El Monte, California, January, 1986.
8. Young, G.L. and von Seebach, Michael; NOx Abatement in Kiln Plants in the Cement Industry, Zement-Kalk-Gips, Volume 52, Number 6, 1999.

کوره قبل از سایر تکنیک‌های کنترل NOx در نظر گرفته شوند. عملیات کوره باید قبل از بکارگیری هرگونه تکنیک کنترل ثانویه کارآمد، با ثبات و یکنواخت باشد. دو طبقه‌بندی عمده کنترل‌های ثانویه عبارتند از: کاهش غیر کاتالیزوری انتخابی^۱ (SNCR) و کاهش کاتالیستی انتخابی^۲ (SCR). هر دو روش در استفاده از آمونیاک (یا اوره) برای انجام واکنش شیمیایی و تخریب NOx موجود در گازهای خروجی مشابه یکدیگرند. درجه حرارت لازم برای SNCR به‌طور معمول در محدوده 870°C تا 1040°C است. در روش SCR با استفاده از یک کاتالیزور این امکان فراهم می‌شود واکنش‌های کاهش NOx در دماهای پایین‌تر رخ دهد، برای مثال، 200°C - 425°C (PCA، 1999).

۱. کاهش غیر کاتالیستی انتخابی (SNCR)

کاهش غیر کاتالیستی NO با NH_3 توسط شرکت تحقیقات مهندسی اکسون، توسعه داده شد. معرف، معمولاً NH_3 و اوره، به سیستم کوره در یک محل با دمای مناسب در محدوده 870°C - 1100°C تزریق می‌شود. در این دما بسیار اهمیت داشته و نقطه بهینه دارد، زیرا در غیر این صورت کاتالیزور عمل نمی‌کند. در دماهای بالاتر، معرف NOx اضافی را تشکیل می‌دهند، در دماهای پایین‌تر، واکنش به آرامی انجام شده و مقدار قابل توجهی از آمونیاک که واکنش نیافته آزاد خواهند شد.

محققان دیگر نشان داده‌اند که موثرترین درجه حرارت برای تجزیه NO با روش SNCR بین 900°C و 1000°C است. تحت شرایط مطلوب حدود ۱ مول NH_3 برای ۱ مول NO مورد نیاز است. با این حال، مقدار NH_3 در واکنش وابستگی شدیدی به دما دارد. حدود ۰/۸ مول NO با ۱ مول NH_3 در 970°C کاهش می‌یابد. در دماهای بالاتر و پایین‌تر، NO کمتری به ازای هر مول NH_3 کاهش می‌یابد. با روش SNCR پتانسیل برای فرار آمونیاک وجود دارد، بطوری‌که امکان خروج گازهای حاوی آمونیاک واکنش نداده حتی به میزان ۱۰ ppm یا بیشتر وجود خواهد داشت.

۲. کاهش کاتالیستی انتخابی (SCR)

در روش SCR با استفاده از آمونیاک، در حضور یک کاتالیزور، به صورت انتخابی NOx خارج شده از دودکش‌ها به همراه سایر گازها کاهش می‌یابد. SCR در توربین‌های گازی و موتورهای احتراق داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌طور معمول، آمونیاک بی آب (anhydrous)، با هوا یا بخار به جریان گازهای گرم تزریق می‌شود. سپس گازهای خروجی از یک بستر کاتالیزوری عبور داده می‌شود و در آنجا NOx کاهش یافته و به گاز N_2 و آب تبدیل می‌شود. مواد مختلفی به‌عنوان کاتالیزور استفاده می‌شوند اما دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) و اکسید وانادیوم (V_2O_5) به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا آنها در برابر مسمومیت‌های SO_2 مقاوم‌تر هستند. درجه حرارت بهینه برای SCR بستگی به کاتالیزور داشته و معمولاً بین 300°C و 450°C (PCA، 1999). بکارگیری روش SCR برای تولید گازهای "پاک" خروجی از فرآیندهایی که از گاز طبیعی یا گازوئیل

1. selective non-catalytic reduction

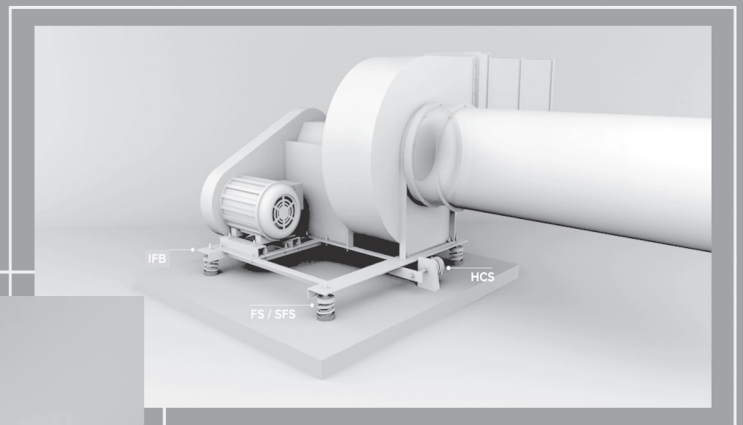
2. selective catalytic reduction



پایش وضعیت

هگمتان

- ✓ تحلیل ارتعاشات صنعتی
- ✓ عیب یابی تجهیزات صنعتی موتور و گیربکس و بلوئر
- ✓ بالانس دینامیکی فن ها
- ✓ آموزش نصب بیرینگ های غلتشی و بررسی خرابی آن
- ✓ آموزش تحلیل ارتعاشات و تکنولوژی بیرینگ
- ✓ آموزش شناخت و آنالیز روغن
- ✓ ارائه برنامه نگهداری و تعمیرات



✉ info@payeshvazathegmatan.ir

🌐 Payeshvaziathegmatan.ir

☎ 081-36462607

☎ 09189138395



حفاظت کاتدی خط لوله گاز کارخانه سیمان خاش عیب‌یابی و نگهداری و تعمیرات

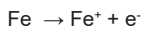
■ احمد محمودی گزیک - سرپرست PM. سیمان خاش

● چکیده

سیستم حفاظت کاتدی یک روش شناخته شده در جهت کنترل خوردگی می‌باشد. در این مقاله در ابتدا به معرفی انواع خوردگی، روش‌های کنترل خوردگی، حفاظت کاتدی، موارد اجباری حفاظت کاتدی طبق استاندارد، روش‌های حفاظت کاتدی، مقایسه روش‌ها و معیار پذیرش پرداخته شده است. در ادامه حفاظت کاتدی خط لوله کارخانه سیمان خاش به عنوان یک نمونه عینی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و نگهداری و تعمیرات سیستم حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان در کارخانه سیمان خاش بیان شده است. هم‌چنین یک نمونه عیب‌یابی در خصوص ایراد کیت عایق شیرها و رفع عیب عنوان شده است. در پایان مسئله افزایش جریان تزریق به عنوان موردی که در حال بررسی و پایش می‌باشد مطرح می‌گردد. کلمات کلیدی: حفاظت کاتدی، خوردگی، تزریق جریان، عیب‌یابی، نگهداری و تعمیرات.

◀ مقدمه

خوردگی می‌توان به خوردگی یکنواخت، گالوانیکی، حفره‌ای، شکافی، بین دانه‌ای، تنش، فرسایشی، سایشی، غلظتی و روی زدایی اشاره کرد. بر روی فلزات هزاران نقطه میکروسکوپی وجود دارد که به هنگام قرارگیری فلز در الکترولیت (آب، خاک، رطوبت و ...) پتانسیل الکتریکی می‌گیرند. از آنجا که کمترین مقاومت الکتریکی در فلز وجود دارد لذا الکترون از نقطه آندی وارد نقطه کاتدی می‌شود. این آزاد شدن الکترون باعث اکسید شدن آن نقطه آندی می‌شود.



◀ خوردگی

خوردگی فلزات (Corrosion) یک امر طبیعی است که فلزات را به اکسید، هیدروکسید یا سولفید تبدیل می‌کند. به‌طور کلی خوردگی را می‌توان از بین رفتن مواد به علت واکنش با محیط تعریف کرد. با توجه به تعریف، خوردگی به واکنشی الکتروشیمیایی بین یک ماده که معمولاً یک فلز و محیط اطراف آن است می‌گویند که در آن خواص ماده تغییر خواهد کرد. خوردگی، تخریب یک فلز بر اثر تأثیرات شیمیایی یا الکتروشیمیایی می‌باشد. از انواع

◀ روش‌های کنترل خوردگی و حفاظت کاتدی

روش‌های جلوگیری و کاهش خوردگی در صنعت را می‌توان در چند بخش کلی طبقه‌بندی نمود: انتخاب مواد مناسب، جداکردن محیط خوردنده با انواع پوشش، تغییر و یا اصلاح شیمی و پارامترهای محیطی یا تغییر تمایل به خوردگی با تغییر پتانسیل سطح است. مورد آخر که بر مبنای

◀ موارد اجباری در نظر گرفتن حفاظت کاتدی

مطابق استاندارد IPS-E-TP-820 بند A.2.1، اگر اثرات نفوذ توسط خوردگی مهم هستند، برای مثال خطرات ناشی از نشت یک گاز یا مایع قابل اشتعال، یا قطع عملیات یک واحد بزرگ یا خرابی یک ورقه کشتی، مستلزم این است که اطمینان کامل حاصل شود که حفاظت کاتدی حتی در شرایط نامساعد اقتصادی در نظر گرفته شود.

مطابق نشریه ۳۱۱ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ترجمه BS 7361 بند ۵-۱، اگر پیامدهای حاصل از سوراخ شدن لوله‌ها و تجهیزات در اثر خوردگی مهم باشد (مانند نشت مواد سمی یا قابل اشتعال یا قطع بهره‌برداری از تأسیسات بزرگ یا سوراخ شدن کشتی‌ها) در این صورت اعمال حفاظت کاتدی با توجه به اهمیت طرح بدون توجه به ملاحظات اقتصادی اجباری می‌باشد.

◀ روش‌های حفاظت کاتدی

در روش حفاظت کاتدی الکترون از منابع خارجی تأمین می‌شود تا پتانسیل سطح تغییر کند. با تأمین جریان از منابع خارجی چرخه خوردگی الکتروشیمیایی عادی که براساس تأمین الکترون در محل خوردگی (آند) و مصرف آن در واکنش کاتدی است مختل می‌شود. براساس روش تأمین الکترون یا همان جریان حفاظتی، سیستم‌های حفاظت کاتدی را به دو دسته عمده تقسیم می‌کنند:

۱. روش آندهای فداشونده؛

۲. روش اعمال جریان.

◀ سیستم حفاظت کاتدی به روش آند فدا شونده

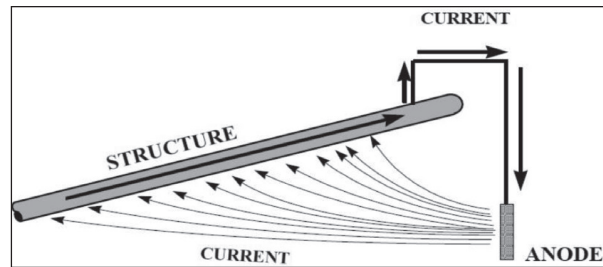
در این روش با استفاده از یک فلز فعال‌تر نظیر آلومینیوم، روی منیزیم، سل خوردگی کنترل شده‌ای به وجود خواهد آمد که فلز فعال‌تر آند شده و با انحلال در محیط، الکترون کافی و در جهت مناسب تأمین می‌کند تا پتانسیل سطح مورد نظر تغییر کند و به کاتد تبدیل شود. با کاتد شدن سطح مورد نظر خوردگی در آن بسیار کاهش می‌یابد. در شکل ۱، شماتیک یک سیستم حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده نشان داده شده است.

◀ سیستم حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان

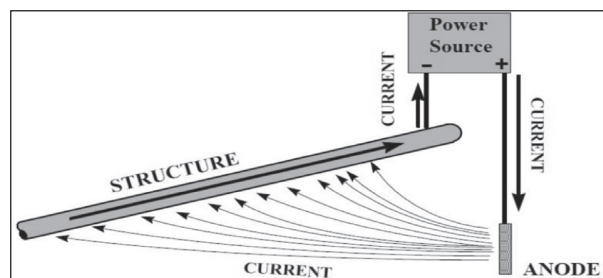
در سیستم اعمال جریان منبع تأمین جریان یک یکسوکندنه است که با استفاده از یک آند از پیش طراحی شده مدارای تشکیل می‌دهد که در آن سازه تحت حفاظت به کابل منفی وصل شده و کاتد می‌شود. در این شرایط پتانسیل سطح تغییر کرده و خوردگی سطح مورد نظر کاهش می‌یابد. در شکل ۲، شماتیک یک سیستم حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان نشان داده شده است.

◀ مقایسه حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده و تزریق جریان

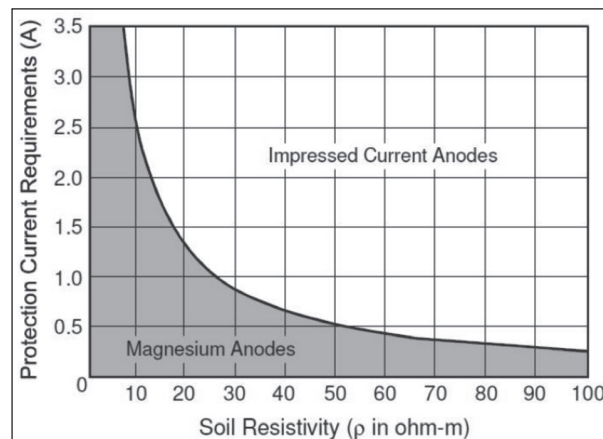
مهم‌ترین فاکتور در انتخاب روش حفاظت کاتدی، هزینه است. شکل ۳ که مرجع اصلی آن هندبوک Baeckman می‌باشد رابطه‌ای بین جریان،



▲ شکل ۱. شماتیک یک سیستم حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده



▲ شکل ۲. شماتیک یک سیستم حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان



▲ شکل ۳. رابطه‌ای بین جریان، مقاومت خاک و هزینه‌های انتخاب سیستم حفاظت کاتدی

تغییر میل سازه به خوردگی براساس تغییر پتانسیل آن است را حفاظت کاتدی می‌نامند.

حفاظت کاتدی یک روش الکتروشیمیایی برای جلوگیری یا کنترل خوردگی سازه‌های فلزی مدفون یا مستغرق می‌باشد. سیستم‌های حفاظت کاتدی سیستم‌هایی پویا هستند که برای کنترل خوردگی از جریان الکتروسیسته استفاده می‌کنند. در صورت قطع جریان، خوردگی با سرعتی متناسب با ترکیب ماده/محیط رخ خواهد داد و در صورتی که جریان تأمین شده برای حفاظت کامل، کافی نباشد، خوردگی با سرعت کمتری انجام می‌شود. سیستم‌های حفاظت کاتدی با نصب و نگهداری صحیح، باعث افزایش نامحدود طول عمر تجهیزات شده و تا حد زیادی هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهند.

نکته قابل ذکر این است که حفاظت کاتدی فقط برای خوردگی‌های عمومی و گالوانیک کاربرد دارد.

جدول ۱. مقایسه دو روش حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده و حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان

اعمال جریان	آند فدا شونده	
دارد	ندارد	نیاز به برق
دارد	ندارد	هزینه اولیه (ایجاد بستر آندی)
کاربرد دارد	خیلی محدود	حفاظت سازه‌های بزرگ
تولید می‌کند	تولید نمی‌کند	تولید جریان سرگردان
کارایی دارد	کارایی ندارد	کارایی در مقاومت خاک بالا
با یک هزینه اولیه رنج مشخصی از سازه را حفاظت می‌کند	با افزایش ابعاد سازه هزینه مستقیماً افزایش می‌یابد	رابطه ابعاد سازه با هزینه
زیاد	کم	نیاز به پایش و نگهداری
دارد	ندارد	قابلیت تنظیم جریان
دارد	ندارد	احتمال over protect پوشش
پیچیده	ساده	نصب و راه‌اندازی

▼ جدول ۳. حداکثر پتانسیل خاموش لحظه‌ای براساس نوع پوشش

نوع عایق	حداقل پتانسیل خاموش لحظه‌ای (ولت)
نوار سرد پلاستیکی دو لایه	- ۱/۰۲
نوار سرد پلاستیکی سه لایه	- ۱/۰۵
قیر پایه نفتی	- ۱/۱۲
قیر ذغال سنگی	- ۱/۱۲
قیر اصلاح شده پایه نفتی (بیتوسیل)	- ۱/۱۲
پلی اتیلن سه لایه	- ۱/۱
پوشش مایع (P.U/F.B.E)	- ۱/۰۷

▼ جدول ۴. مشخصات خط لوله کارخانه سیمان خاش

psi 60	فشار گاز
قیر پایه نفتی	نوع عایق کاری لوله‌ها
۴۰ متر	فاصله بستر آندی از شبکه
توانا تک فاز	نوع ترانس
۶۶۲/۸۷ متر مربع	سطح شبکه
۷۵۲ متر	طول شبکه
۶ عدد	تعداد آند
سیلیکان	نوع آند
۳*۶"	وزن آند
۱۵ متر	طول بستر آندی
۹۴۰۰ اهم ساتیتر	مقاومت ویژه خاک

◀ حفاظت کاتدی خط لوله کارخانه سیمان خاش

خط لوله کارخانه سیمان خاش در سال ۱۳۹۶ نصب شده است و همزمان با نصب، تحت حفاظت کاتدی به روش تزریق جریان قرار دارد. مشخصات خط لوله کارخانه سیمان خاش در جدول ۴ آمده است. از زمان راه‌اندازی سیستم حفاظت کاتدی لوله‌های گاز در کارخانه

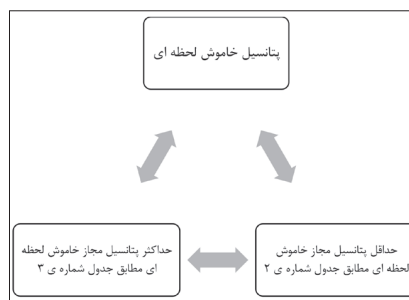
▼ جدول ۲. حداقل پتانسیل خاموش لحظه‌ای براساس نوع پوشش

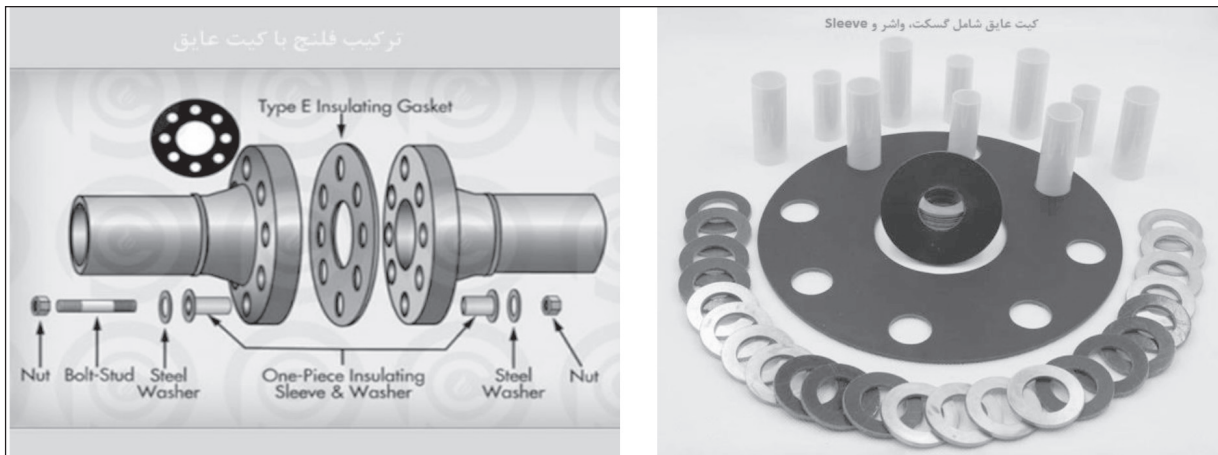
نوع عایق	حداقل پتانسیل خاموش لحظه‌ای (ولت)
نوار سرد پلاستیکی دو لایه	- ۰/۸۵
نوار سرد پلاستیکی سه لایه	- ۰/۸۵
قیر پایه نفتی	- ۰/۸۵
قیر ذغال سنگی	- ۰/۸۵
قیر اصلاح شده پایه نفتی (بیتوسیل)	- ۰/۸۵
پلی اتیلن سه لایه	- ۰/۸۵
پوشش مایع (P.U/F.B.E)	- ۰/۸۵

مقاومت خاک و هزینه‌های انتخاب سیستم حفاظت کاتدی برقرار کرده است. در شکل ۳، در نواحی خاکستری، سیستم آند فداشونده و در نواحی سفید سیستم تزریق جریان به صرفه‌تر است. نکته قابل توجه این است که با افزایش جریان مورد نیاز سازه برای حفاظت، سیستم آند فداشونده اقتصادی نیست. هم‌چنین با افزایش مقاومت الکترولیت، سیستم آند فداشونده اقتصادی نمی‌باشد.

در جدول ۱، مقایسه دو روش حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده و حفاظت کاتدی به روش اعمال جریان آورده شده است.

◀ معیار پذیرش





▲ شکل ۴. فلنج با کیت عایق

از نقاط ضعف عایق فلنجی، نشستی و احتمال اتصال الکتریکی دو طرف فلنج می باشد.

برای اطمینان از صحت عملکرد کیت های عایق، ۳ راه وجود دارد:

۱. استفاده از فلنج تستر؛

۲. استفاده از ولت متر و هافسل (اندازه گیری ولتاژی)؛

۳. استفاده از اهم متر (بیزر چک).

پس از بازرسی حفاظت کاتدی و تکمیل چک لیست مربوطه، در ایستگاه هات گاز بعد از اندازه گیری ولتاژی صحت عملکرد کیت عایقی ایستگاه هات گاز تأیید نشد که این مورد با تست اهمی نیز چک شد و نشستی و اتصال الکتریکی فلنج ها به وجود آمده بود. تحت تنش ترین عایق موجود Sleeve ها هستند لذا اقدام به باز کردن تک تک Sleeve ها نمودیم و بعد از دمونتاژ هر Sleeve تست اهمی انجام می شد که نتیجه حاصله به این صورت بود که دو عدد از Sleeve ها دچار ترک و شکستگی شده بودند که بعد از تعویض ایراد نشستی و اتصال الکتریکی شیر هات گاز برطرف شد. چالش بعدی در پایش سیستم حفاظت کاتدی لوله های گاز کارخانه سیمان خاش، افزایش جریان خروجی ترانس می باشد که بدون هیچ گونه نشستی از ۲۰ میلی آمپر به بیش از ۱۵۰ میلی آمپر رسیده است که البته این موضوع در حال مطالعه و بررسی می باشد.

◀ منابع

- آموزش طراحی حفاظت کاتدی، م. جیریایی، شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی EIED؛
- استاندارد (1) IPS-E-TP-820؛
- استاندارد صنایع نفت و گاز طبیعی - حفاظت کاتدی؛
- استاندارد (0) IGS-R-TP-028؛
- کتاب بهره برداری و نگهداری از سیستم های حفاظت کاتدی، ا. خلیلی، شرکت ملی گاز ایران؛
- سند راهبردی حفاظت کاتدی و آندی، وزارت نفت.

▼ جدول ۵. چک لیست بازرسی سیستم حفاظت کاتدی کارخانه سیمان خاش

ردیف	پارامتر مورد بررسی	نتیجه بررسی
۱	ولتاژ ترانس (V)	
۲	ولتاژ تزریق (V)	
۳	ولتاژ (v) instant off ایستگاه گاز	
۴	جریان خروجی (mA)	
۵	ولتاژ شنت (mv)	
۶	ابتدای خط (V)	
۷	مشعل اصلی (V)	
	ولتاژ (v) instant off مشعل اصلی	
۸	مشعل کلساینر (V)	
	ولتاژ (v) instant off مشعل کلساینر	
۹	هات گاز (V)	
۱۰	ولتاژ (v) instant off هات گاز	
۱۱	کیت عایق ایستگاه مشعل اصلی	
۱۲	کیت عایق ایستگاه مشعل کلساینر	
۱۳	کیت عایق ایستگاه هات گاز	

سیمان خاش، نگهداری و تعمیرات سیستم حفاظت کاتدی در نرم افزار نت سازمان که پرکاش P می باشد پیاده سازی شد و با سیکل زمانی ۱ ماهه اقدام به بررسی صحت عملکرد سیستم حفاظت کاتدی و اندازه گیری پارامترهای مد نظر نمودیم که چک لیست بازرسی در جدول ۵ آمده است.

◀ کیت های عایقی و اطمینان از صحت عملکرد کیت ها

کیت عایقی بر روی فلنج نصب می شود (شکل ۴) که از سه قسمت

اصلی تشکیل شده است:

- گسکت عایق فلنج؛
- واشر عایق مهره؛
- عایق قطعه پیچ Sleeve؛



بررسی استفاده از انرژی‌های جدید در صنعت سیمان

■ محمدباقر احمدی*، علی اکبر کفاش بازاری**

● چکیده

برای تولید هر تن سیمان حدود ۸۵۰ کیلوژول انرژی حرارتی (حدود ۱۰۰ مترمکعب سوخت) و حدود ۱۰۰ کیلووات انرژی الکتریکی مورد نیاز است. طی سال‌های اخیر تامین برق و گاز مورد استفاده در صنعت سیمان کشور از چالش‌های اساسی قلمداد می‌شوند. از این رو استفاده از انرژی‌ها نو می‌تواند بسیار راهگشا باشد. انرژی‌های نو به آن دسته از انرژی‌ها گفته می‌شود که برای تولیدشان از منابع بدون کربن استفاده می‌گردد؛ مانند خورشید، باد و غیره. البته این منابع انرژی، تجدیدپذیر نیز هستند (بر خلاف انرژی حرارتی ناشی از سوخت‌های فسیلی که حین مصرف باعث تغییر ماهیت، دیگر قابلیت تولید انرژی را ندارد). در این مقاله سعی شده است که در ابتدا انواع مهم انرژی‌های نو، مزایا و معایب آنها بطور مختصر معرفی شوند؛ سپس انرژی‌های نو مورد استفاده در صنعت سیمان تبیین گردد؛ همچنین برخی تجربیات استفاده از آنها معرفی شوند. بطور مختصر می‌توان گفت که در حال حاضر انواع پر کاربرد و محبوب‌تر این انرژی‌ها شامل خورشیدی، بادی، آبی، جزر و مد و زمین گرمایی هستند. هم‌اکنون کشورهای مختلف از انرژی‌های نو در صنعت سیمان بهره گرفته‌اند و برخی از این فناوری‌ها به صورت بومی در کشور نیز در حال احداث یا بهره‌برداری می‌باشند که در مقاله پیش‌رو به برخی از این پروژه‌ها اشاره شده است. کلمات کلیدی: انرژی نو، سیمان، نیروگاه، انتشار.

◀ مقدمه

انرژی‌های نو در انواع مختلف تجدیدپذیر یا گاه تجدیدناپذیر (مثل انرژی هسته‌ای) آورده‌اند. با ظهور انقلاب صنعتی و نیاز به سوخت‌های فسیلی، میزان گازهای مضر (موارد زیر) در جو بیش از اندازه افزایش یافته است:

۱. کربن دی اکسید (CO_2);
۲. کربن منو اکسید (CO);
۳. گوگرد دی اکسید (SO_2);
۴. اکسیدهای نیتروژن (NO_x);

که این اتفاق سبب بروز تأثیرات منفی بر اکوسیستم شده است. لذا با افزایش مصرف روزافزون این نوع سوخت‌ها، تعادل میان تولید و مصرف آنها از بین رفته و در آینده‌ای نه چندان دور شاهد اتمام این منابع خواهیم بود. مهمترین ویژگی انرژی‌های نو به وجود آمدن مجدد آن در زمانی کوتاه

انرژی نو (New Energies) یا انرژی جایگزین به آن دسته از انرژی‌ها گفته می‌شود که نسبت به منابع سنتی انرژی مانند سوخت‌های فسیلی پاک‌تر، پایدارتر و کمتر برای محیط زیست مضر هستند و برای تولیدشان از منابع بدون کربن استفاده می‌گردد [۱]. منابع انرژی‌های نو عموماً به منابع تجدیدپذیر مانند خورشید، آب، باد، زمین گرمایی و زیست توده‌ای متکی هستند که این منابع از نظر انرژی کارایی بیشتری داشته و هم‌چنین گازهای گلخانه‌ای بسیار کمتری تولید می‌کنند [۲-۳]. در بسیاری از نقاط جهان، کشورها برای تامین بخش قابل توجهی از انرژی و برق مورد نیاز خود رو به

* ناظر نظام مهندسی ساختمان ایزوهشگر، مرکز تحقیق و توسعه سیمان تهران.

** رئیس مرکز تحقیق و توسعه، مجتمع صنعتی سیمان تهران.

باد منبع فراوانی از انرژی‌های سبز است. برای تولید برق به وسیله انرژی باد، از توربین‌ها در مزارع، نواحی ساحلی، کوهستانی و هم‌چنین دشت‌ها، برای به حرکت درآوردن ژنراتورها استفاده می‌شود. سپس برق تولید شده را به شبکه سراسری انرژی، تغذیه می‌کنند. در ایران در مناطق بادخیز مانند منجیل از این نوع انرژی برای تولید برق استفاده می‌شود. این توربین‌ها با بهره‌برداری از انرژی جنبشی حاصل از باد و تبدیل آن به الکتریسیته، منبعی برای تولید جریان برق محسوب می‌شوند. هم‌چنین از مزایای نیروی حاصل از باد می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. ناچیز بودن هزینه بهره‌برداری؛
۲. عدم نیاز به آب و یا استفاده از تأسیسات جانبی؛
۳. امکان بهره‌برداری در هر میزان ظرفیت مورد نیاز؛
۴. عدم ایجاد آلودگی در محیط زیست.

البته باید بدانید این انرژی به دلیل ایجاد صدا و پارازیت، امکان ایجاد تداخل در سیستم‌های مخابراتی را داشته و هم‌چنین ممکن است باعث بروز تلفات در موجودات زنده‌ای نظیر پرندگان شود که در زمان پرواز به باله‌های توربین برخورد می‌کنند.

کشور دانمارک به نوعی مهد انرژی بادی در جهان است و با ۵۱ نیروگاه بادی در سال ۲۰۲۰ رتبه اول جهان در تولید برق بادی را به خود اختصاص داده است. این کشور هم‌چنین برنامه دارد تا سال ۲۰۳۵ این عدد را به ۸۴ درصد برساند. انگلستان نیز بیشترین رشد را در تولید انرژی بادی فراساحلی دارد و در سال ۲۰۲۰ در حدود ۲۴ درصد از کل برق مصرفی خود را از نیروگاه‌های بادی تامین کرده است که ۱۳ درصد آن مربوط به توربین‌های بادی مستقر در دریا و ۱۱ درصد آن و تولید شده توسط توربین‌های درون خشکی‌ها می‌باشد.

◀ انرژی خورشیدی (Solar energy)

انرژی خورشیدی از جمله پرکاربردترین انواع انرژی‌های نوین است و در اقصا نقاط جهان به شکل رواج یافته‌تری نسبت به سایرین در حال استفاده است. مقدار انرژی خورشیدی که در یک ساعت به سطح زمین می‌رسد، بیش از کل انرژی مورد نیاز سیاره، برای یک سال کامل است. مقدار انرژی خورشیدی که ما می‌توانیم استفاده کنیم در ساعات مختلف روز، هر فصل سال و هم‌چنین موقعیت جغرافیایی متفاوت است. از این انرژی بی‌پایان برای شیرین‌سازی آب یا تولید برق مورد نیاز ماهواره‌ها نیز استفاده می‌شود. استفاده از انرژی دریافتی از خورشید و تبدیل این انرژی به برق با روش‌های مختلف، منتج به محصولی به نام برق خورشیدی می‌شود. می‌توان گفت مرسوم‌ترین نوع برق خورشیدی، برقی است که توسط پنل‌های فتوولتائیک (Photovoltaic cells/PV) تولید می‌شود. پنل‌های ساخته شده از مواد نیمه رسانا که با قرارگیری در معرض تابش آفتاب، حاوی الکترون‌های آزاد زیادی می‌شوند. این الکترون‌های آزاد همان جریان برق تولیدی هستند که تحت عنوان برق خورشیدی شناخته می‌شوند. برق تولیدی توسط پنل‌های فتوولتائیک، برقی DC است و به وسیله ادوات جانبی مانند، باتری، اینورتر،

پس از مصرف، توسط طبیعت است که به همین علت گاهی نام دیگر انرژی نورا انرژی تجدیدپذیر نیز می‌دانند. در این میان برخی از انرژی‌های نو مهمتر هستند که بخش ۲ معرفی می‌شوند. سپس در بخش ۳ انرژی‌های نو مورد استفاده در صنعت سیمان معرفی و برخی تجربیات استفاده از آنها تبیین می‌گردد. امروزه به دلیل مزایای بسیار منابع انرژی جدید، علاقه به استفاده از سوخت‌های فسیلی کاهش پیدا کرده است. از مهمترین مزیت‌های استفاده از این منابع انرژی می‌توان به این موارد اشاره کرد:

۱. تجدیدپذیر بودن انرژی‌های نو؛
۲. دسترسی فراوان به منابع این نوع انرژی؛
۳. جایگزینی منابع مصرف شده در بازه زمانی کوتاه؛
۴. کاهش آلودگی هوا و گازهای گلخانه‌ای؛
۵. عدم ایجاد تأثیرات مخرب بر محیط زیست و حفظ سلامت انسان‌ها و حیوانات؛
۶. تولید و شروع به کار این انرژی‌ها، نیازمند منابع انسانی گسترده است که به معنای ایجاد اشتغال برای افراد بسیاری در دنیا خواهد بود؛
۷. با استفاده از بسترهای مهیا در هر کشوری برای چندین نوع از این انرژی‌های نو، می‌توان به سادگی نیاز به واردات سوخت به کشور را به حداقل رساند و نسبت به سایر کشورها مستقل شد؛
۸. در بلندمدت هزینه‌های ساخت و تولید این نوع از انرژی‌ها به دلیل طبیعی بودن منابع اولیه کمتر از ساخت و استفاده از انرژی‌های سوختی خواهد بود؛
۹. امروزه میلیاردها نفر در سراسر کره زمین به دلیل کمبود منابع فسیلی به برق کافی دسترسی ندارند که با بهره‌گیری از این روش‌ها مطابق با شرایط زیست محیطی هر منطقه می‌توان دسترسی به برق را بسیار ساده‌تر کرد. این دستاورد بشر همانند بسیاری از اکتشافات دیگر علی‌رغم داشتن

فواید بسیار زیاد، دارای اندک مضرات و معایبی نیز هست:

۱. تامین هزینه ابتدایی در برخی از کشورهای دنیا در حال حاضر بسیار بالا بوده و برای مسئولان کشوری قابل توجیه نیست؛
۲. اگرچه تمامی این منابع طبیعی هستند و همواره تجدید خواهند شد؛ اما برخی از آنها مانند انرژی خورشیدی ۲۴ ساعته ۷ روز هفته در اختیار ما نیستند و نیاز به وجود سیستم‌های ذخیره انرژی هست؛
۳. محدودیت‌های جغرافیایی در برخی از کشورها مانع از دسترسی به تمامی این منابع خواهد شد. برای مثال در کشورهای خشک و بیابانی که بارندگی و دریایی وجود ندارد، استفاده از منابع انرژی آبی غیرممکن خواهد بود.

◀ انواع مهم انرژی‌های نو

هفت نوع از انرژی‌ها هستند که تا به امروز به عنوان یک راه‌حل دائمی و کامل برای تولید انرژی الکتریکی در نظر گرفته شده‌اند و به صورت گسترده در حال استفاده هستند که در ادامه معرفی می‌شوند [۴].

◀ انرژی باد (Wind power)

انرژی به سطح زمین، مجدداً به اعماق زمین بازگردد. هم‌چنین تکنولوژی استخراج و بهره‌برداری انرژی زمین گرمایی به‌عنوان یکی از انواع انرژی‌های نو، مشابه فناوری به کار رفته در صنعت نفت می‌باشد. هزینه بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی و تولید برق زمین گرمایی نسبت به سایر نیروگاه‌های تجدیدپذیر ارزان‌تر است. منابع انرژی زمین گرمایی به صورت کلی در پنج دسته قابل دسته‌بندی می‌باشد:

۱. منابع آب داغ که از گرمای آن‌ها برای تولید انرژی استفاده می‌شود؛
۲. منابع بخار خشک؛
۳. منابع تحت فشار زمین؛
۴. تخته سنگ‌های خشک داغ؛
۵. منابع ماگمایی.

انرژی آبی (Hydro Energy)

طبق آمار، انرژی تجدیدپذیر برق آبی حدود ۱۶٫۶ درصد از منابع انرژی جهان را تولید می‌کند و حدود ۷۰ درصد کل برق تجدیدپذیر را تشکیل می‌دهد. انرژی آبی که به‌عنوان نیروی برقی نیز شناخته می‌شود، یک منبع انرژی تجدیدپذیر است که با استفاده از نیروی آب در حال حرکت باعث چرخاندن توربین آبی و سپس تولید برق می‌شود. با ساختن سد، می‌توان از یک مخزن بزرگ برای ایجاد جریان کنترل شده آب استفاده کرد که توربین را به حرکت درآورد و برق تولید کند. این منبع انرژی اغلب می‌تواند قابل اعتمادتر از انرژی خورشیدی یا بادی باشد. هم‌چنین می‌توان برق را برای استفاده در زمانی که تقاضا به اوج می‌رسد، ذخیره کرد.

انرژی آبی معمولاً در نیروگاه‌های برقی در مقیاس بزرگ که در نزدیکی رودخانه‌ها، آبشارها یا سایر منابع آب متحرک قرار دارند، تولید می‌شود. زمانی که آب در حال حرکت است دارای انرژی جنبشی خواهد بود که این انرژی توسط توربین‌ها به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. انرژی آبی به‌عنوان یک منبع انرژی نو مزایای متعددی دارد؛ برای مثال یک منبع انرژی پاک، قابل اعتماد و تجدیدپذیر است که گازهای گلخانه‌ای یا سایر گازهای مضر را تولید نمی‌کند. هم‌چنین از نیروگاه‌های برقی می‌توان برای اهداف دیگری مانند کنترل سیل و آبیاری نیز استفاده کرد. نیروگاه‌های برق آبی امروزه در حدود ۱۵۰ کشور جهان فعال هستند. هزینه ایجاد نیروگاه‌های هیدرو الکتریسیته و بهره‌برداری از آن به نسبتاً کم است. هم‌چنین این نیروگاه‌ها برای تولید برق هیچ آبی مصرف نمی‌کنند. نیروگاه‌های برق آبی که مجهز به مخزن و سد هستند قابلیت تعقیب بار شبکه را با دقت بیشتری دارند و خیلی سریع می‌توانند با سطح نیاز شبکه منطبق و سازگار شوند.

نیروگاه‌های برق آبی از انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌کاهد. البته احداث این نیروگاه‌ها در عین تأثیرات مثبت زیست‌محیطی و هم‌چنین تولید برق پاک، می‌تواند اکولوژی آبی منطقه و یا اکوسیستم یک رودخانه را درگیر کند و بر روی الگوها و زیستگاه آن منطقه مؤثر باشد.

انرژی زیست توده (Biomass)

انرژی زیست توده و یا بیومس، انرژی حاصل از فرآیند فتوسنتز

شارژکنترلر و غیره قابل مصرف برای مصارف گوناگون در سطوح مختلف کوچک تا بزرگ می‌باشد. انرژی خورشیدی از جمله منابع عظیم تجدیدپذیر است که به نوعی می‌توان آن را منشأ تولید انرژی‌های دیگر دانست. منبعی که در تمامی نقاط کره زمین در دسترس بوده و به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم می‌تواند عاملی برای تولید انرژی حرارتی و یا الکتریسیته باشد. با استفاده از فناوری خورشیدی تا حد زیادی می‌توان هزینه‌های حاصل از تأمین انرژی را کاهش داده و به‌عنوان منبعی جایگزین، به خصوص در کشورهای فاقد انرژی‌های زیرزمینی، از آن استفاده نمود. در این نوع انرژی، از تابش خورشید با استفاده از ابزارهایی (مثل سلول‌های فتوولتائیک یا پنل‌های انرژی خورشیدی متمرکز (CSP)^(۱)، می‌توان به جریان الکتریکی پایدار دست یافت. سیستم‌های خورشیدی کاربردهای فراوانی دارند که از آن جمله می‌توان موارد زیر را برشمرد:

۱. تولید الکتریسیته با سلول‌های خورشیدی؛
۲. استفاده در خشک نمودن محصولات کشاورزی؛
۳. تأمین حرارت در بخش‌های مختلف صنعتی؛
۴. استفاده جهت سیستم سرمایش در بخش‌های خانگی، تجاری، صنعتی و غیره.

شارما و همکاران (۲۰۲۲) مکانیسم‌های متمایز جذب و ذخیره انرژی ارائه شده توسط فناوری‌های PV و CSP را برجسته می‌کنند و بر سهم آنها در ترکیب انرژی جهانی تأکید می‌کنند [۵].

انرژی زمین گرمایی (Geothermal energy)

از سریع‌ترین منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی زمین گرمایی ذخیره شده در زمین است. انرژی زمین گرمایی از حرارت تجمع یافته در بخش زیرین سطح کره زمین استفاده می‌کند. اعماق مرکز زمین با داشتن حرارتی برابر ۴۰۰۰ درجه سانتی‌گراد عاملی برای تولید مواد مذاب است که درجه حرارتی در حدود ۶۵۰ الی ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد داشته و در نهایت به تولید انرژی زمین گرمایی منجر می‌شوند. این انرژی به مقدار فراوان در اعماق زمین نهفته شده و امکان بهره‌برداری و استخراج آن، حتی بیش از میزان منابع انرژی شناخته شده در جهان تا به امروز وجود دارد.

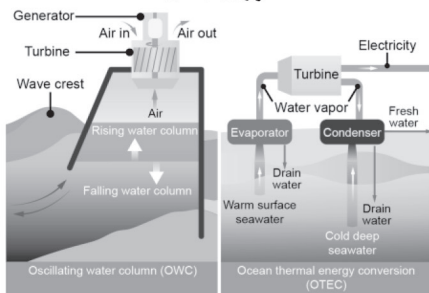
با مهار گرمای طبیعی زیر سطح زمین، می‌توان از انرژی زمین گرمایی، برای گرم کردن مستقیم خانه‌ها یا تولید برق استفاده کرد. در سطح جهانی، یک سوم انرژی سبزی که با استفاده از منابع زمین گرمایی تولید می‌شود، برق است. ایسلند یکی از بزرگترین تولیدکنندگان برق زمین گرمایی در جهان است که ۲۶۷۵ درصد از برق کشور و ۸۷ درصد نیاز مسکن و ساختمان خود را از آب گرم طبیعی که از زیر زمین تأمین می‌شود، تولید می‌کند.

البته باید توجه داشت که انرژی زمین گرمایی در صورتی تجدیدپذیر محسوب می‌شود که میزان انرژی استخراجی، بیشتر از مقدار انرژی جایگزین به وسیله مرکز زمین نباشد و مقدار آب مورد استفاده جهت انتقال این

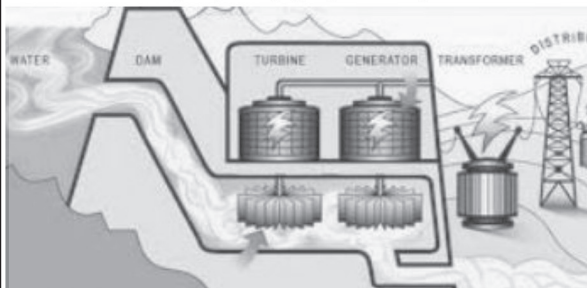
1. Concentrated solar power



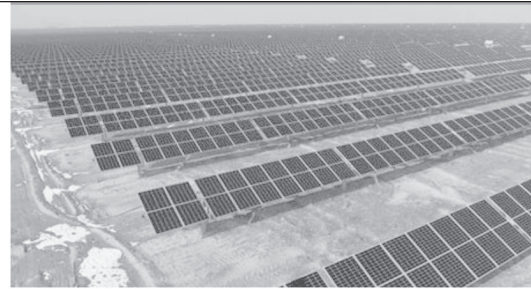
انرژی بادی



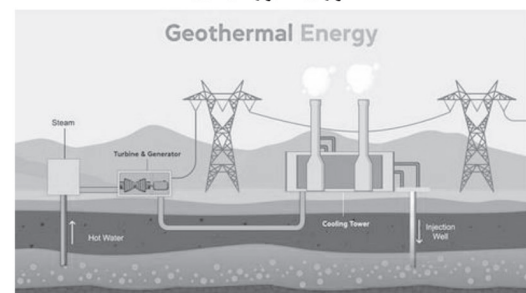
انرژی اقیانوسی (جزر و مد)



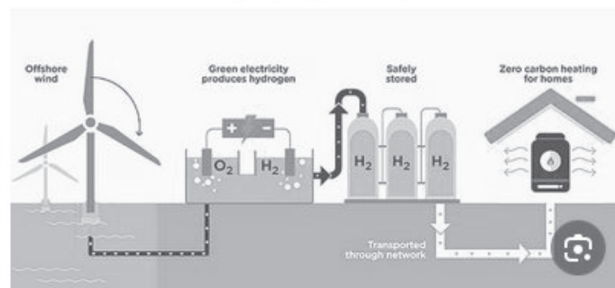
انرژی آبی



انرژی خورشیدی



انرژی زمین گرمایی



انرژی هیدروژن

▲ شکل ۱. شماتیک انواع مهم انرژی‌های نو

◁ انرژی اقیانوسی (Ocean Energy)

اگرچه جریان جزر و مد، بر خلاف سایر منابع انرژی آبی ثابت نیست، اما بسیار قابل پیش‌بینی است. این انرژی شکل دیگری از انرژی آبی است. انرژی اقیانوسی که به دست آمده از موج دریا، جزر و مد و میزان اختلاف درجه حرارت آب است، در واقع حاصل انتقال انرژی جنبشی باد به دریا می‌باشد. سرعت وزش باد و میزان مسافت طی شده در طول دریا توسط جریان باد، می‌تواند عاملی تأثیرگذار در میزان انتقال انرژی باد باشد. در حقیقت امواج با جابه‌جایی آب در سطح دریا و هم‌چنین میزان سرعت جابه‌جایی ذرات آب، حامل انرژی‌های جنبشی و پتانسیل هستند. به طور کلی می‌توان گفت منشأ این انرژی، وزش بادهای محلی و یا بروز طوفان‌های دریایی است. انرژی اقیانوسی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شود که بی‌پایان بوده و عاری از هرگونه آلودگی می‌باشد. البته قابل ذکر است که تولید ژنراتورهای امواج هزینه نسبتاً بالایی داشته و مراحل ساخت آن بسیار زمان‌بر و مشکل است.

◁ انرژی هیدروژن (Hydrogen Energy)

انرژی هیدروژن یکی از جدیدترین انواع انرژی‌های نو یافته بشر است

می‌باشد که در حقیقت ذخیره شیمیایی انرژی خورشید محسوب می‌شود. انرژی هیدروژن قابل دسترسی در سراسر جهان، البته به صورت‌های مختلف و ظرفیت‌های متفاوت است. انرژی زیست توده در واقع یک منبع انرژی گرمایی است که قابلیت تبدیل به سوخت‌های کربنی مانند مشتقات نفت را دارد. منابع بیوماسی که برای تولید انرژی مناسب هستند، طیف وسیعی از مواد را شامل می‌شوند که بطور عمده به شش گروه تقسیم‌بندی می‌گردند:

۱. جنگل‌ها و ضایعات جنگلی؛
۲. محصولات و ضایعات کشاورزی، باغداری و صنایع غذایی؛
۳. فضولات دامی؛
۴. فاضلاب‌های شهری؛
۵. فاضلاب‌ها، پسماندها و زائدات آلی صنعتی؛
۶. ضایعات جامد. باید دقت نمود که سوخت‌های جامد ناشی از پسماند (SRF^۲) که همان بخش جامد زباله‌ها (شامل چوب، کاغذ و غیره) است و از زیرمجموعه‌های RDF^۳ می‌باشند، در این دسته از انرژی‌های نو قرار نمی‌گیرد.

2. Solid recovered fuels (SRF)

3. Refuse-derived fuel (RDF)

▼ جدول ۱. بزرگترین نیروگاه‌های بادی جهان

ردیف	نام نیروگاه	کشور	مساحت (هکتار)	ظرفیت
۱	Gansu	چین	*	۷۰۰۰ توربین-۷۹۶۵ مگاوات
۲	Muppandal	هند	*	۳۰۰۰ توربین-۱۵۰۰ مگاوات
۳	Roscoe	تگزاس امریکا	۱۰۰ هزار	۶۲۷ توربین-۷۸۱٫۵ مگاوات
۴	Horse Hollow	تگزاس امریکا	۱۰۰ هزار	۴۲۱ توربین-۷۳۵ مگاوات
۵	Jaisalmer	هند	*	۱۰۶۵ مگاوات
۶	London Array Offshore	انگستان	*	۱۷۵ توربین-۶۳۰ مگاوات
۷	Fowler Ridge	بنتون امریکا	*	۵۳۷ توربین-۷۵۰ مگاوات
۸	Gemini	هلند	*	۱۵۰ توربین-۶۰۰ مگاوات
۹	ALTA	کالیفرنیا امریکا	۳۲۰۰	۱۵۴۸ مگاوات
۱۰	Sweetwater	امریکا	*	۵۸۰٫۳ مگاوات
۱۱	Buffalo Gap	امریکا	*	۵۲۴ مگاوات
۱۲	Dogger Bank	دریای شمال	*	*
۱۳	Capricorn Ridge	امریکا	*	۳۴۲ توربین-۶۶۲٫۵ مگاوات
۱۴	Walney Extension	ایرلند	*	۸۷ توربین-۶۵۹ مگاوات

▼ جدول ۲. بزرگترین نیروگاه‌های خورشیدی جهان

ردیف	نام نیروگاه	کشور	هزینه (میلیون دلار)	مساحت (هکتار)	تاسیس	ظرفیت
۱	کموتپی	هند	۶۷۹	۲۵۰۰	۲۰۱۶	۲۵۰۰۰۰۰ پل خورشیدی - ۶۴۸ مگاوات
۲	لنگینگخیا دم	چین	۹۲۰	*	۲۰۱۵	۸۵۰ مگاوات
۳	انل ویلنوا		۶۵۰	۲۴۰۰	۲۰۱۸	۲٫۳ میلیون پل - بیش از ۱۷۰۰ گیگاوات
۴	Tengger Desert	چین	*	۱۲۰ هزار	*	۱۵۴۷ مگاوات
۵	Mohammed bin Rashid Al Maktoum	امارات	*	*	۲۰۲۰	۱۰۰۰ مگاوات
۶	جواهر راجستان	هند	*	*	۲۰۱۹	۲۲۵۵ یک میلیون سلول خورشیدی - مگاوات
۷	پاواگادا	هند	*	۵۳	*	۶۰۰ مگاوات

◀ انرژی‌های نو در صنایع مختلف

فریک و اولدن (۲۰۲۳) کاربرد فناوری‌های نوآورانه در مدیریت گونه‌های مهاجم را بررسی نموده و عنوان کردند که با تغییرات محیطی فعلی یک نگرانی حیاتی تشدید شده است [۶-۷]. ساهو و همکاران (۲۰۲۳) پیشرفت‌ها در اتوماسیون انرژی‌های تجدیدپذیر و پیش‌بینی انرژی را مورد بحث قرار می‌دهند و بر اهمیت پیش‌بینی دقیق خروجی انرژی برای ادغام قابل اعتماد آنها در شبکه برق تأکید می‌کنند [۸]. در چین، صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر شاهد تغییر به سمت پیشرفت فن آوری مغرضانه، با تمرکز بر پیشرفت‌های سرمایه بر بوده است. وانگ ژن، ژائو شین گانگ و ژو یینگ (۲۰۲۱) جهت و وسعت این پیشرفت فناورانه مغرضانه را تحلیل می‌کنند و آشکار می‌کنند که بهره‌وری کل عوامل (TFP^۴) صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر چین در درجه اول به ورودی عوامل متکی است (تا نوآوری

که با استفاده از هیدروژن به عنوان منبع سوخت تولید می‌شود. هیدروژن گازی بی‌رنگ و بی‌بو و فراوان‌ترین عنصر در جهان است که می‌توان آن را از منابع مختلفی از جمله آب، گاز طبیعی و زیست توده با استفاده از فرآیندی به نام الکترولیز یا اصلاح متان با بخار تولید کرد. یکی از مزیت‌های اصلی انرژی هیدروژن این است که هنگام سوزاندن یا استفاده در پیل‌های سوختی، انتشار مضر تولید نمی‌کند. سلول‌های سوختی هیدروژنی با ترکیب هیدروژن و اکسیژن برای تولید الکتریسیته و آب به عنوان تنها محصول جانبی کار می‌کنند. این باعث می‌شود که انرژی هیدروژن جایگزین امیدوارکننده‌ای برای سوخت‌های فسیلی سنتی برای حمل و نقل، تولید برق و سایر کاربردها باشد. علاوه بر انواع انرژی نو تشریح شده (شکل ۱) برخی دیگر از انواع انرژی‌ها مانند سوخت‌های جلبکی، فتوسنتزهای مصنوعی، برجی مکشی خورشیدی، ترکیبی یا هیبریدی، زیست توده و حتی انرژی هسته‌ای وجود دارند که کاربرد محدودتری داشته و در این مقوله نمی‌گنجد.

4. Total factor productivity (TFP)

▼ جدول ۳. برخی پروژه‌های بکارگیری انرژی اقیانوسی (جذر و مد) اجرا شده

نام پروژه	کشور	ظرفیت (مگاوات)
نیروگاه جزر و مدی دریاچه سیهوا	کره جنوبی	۲۵۴
نیروگاه جزر و مدی رانس	فرانسه	۲۴۰
نیروگاه جزر و مدی سلطنتی آنابولیس	کانادا	۲۰

فن آوری). این سوگیری نسبت به سرمایه پیامدهایی برای صنعت تولید دارد و نیاز به یک رویکرد متعادل را نشان می‌دهد که هم چنین کارایی عوامل را افزایش می‌دهد و رشد پایدار را ترویج می‌کند [۹].

تابوودا و همکاران (۲۰۱۲) راه حل انرژی مبتنی بر فتوولتائیک خورشیدی را برای تولید سبز مورد بررسی قرار داد و پتانسیل انرژی تجدیدپذیر را برای تطبیق با نیازهای برق تاسیسات بزرگ تولیدی و در عین حال به حداقل رساندن هزینه های سیستم و کاهش رد پای کربن برجسته کرد [۱۰]. به طور مشابه، ژین و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر نوآوری فناوری انرژی های تجدیدپذیر را بر شدت کربن تولیدی در چین بررسی کرد و اثرات بازدارنده قابل توجهی را بر شدت کربن محلی و همسایه نشان داد و در نتیجه بر نقش نوآوری در تسهیل تحول سبز بخش تولید تأکید کرد [۱۱]. تاکی، المانصوری و الکامل (۲۰۲۱) ادغام بهینه انرژی های تجدیدپذیر در صنعت فرآیند را با استفاده از رویکرد هاب چند انرژی، با تمرکز بر دستاوردهای اقتصادی و کاهش انتشار کربن بررسی کردند. مطالعه موردی آنها در یک پالایشگاه نشان داد که کمترین انتشار کربن با استفاده از فن آوری های بادی و انرژی خورشیدی متمرکز برای تولید برق و گرما به دست آمد. این رویکرد پالایشگاه را قادر می سازد تا سالانه تقریباً ۹,۸ کیلو تن از انتشار دی اکسید کربن را با هزینه اضافی در حدود ۸۸۰۰۰ دلار در مقایسه با استفاده از انرژی شبکه کاهش دهد [۱۲]. واناپینیت و تامسن (۲۰۲۱) هم افزایی بین انرژی های تجدیدپذیر و سرمایه گذاری های انعطاف پذیری در صنعت تولید را بررسی می کنند. مطالعه موردی آنها یک مفهوم انرژی را پیشنهاد می کند که شامل فتوولتائیک (PV) و توسعه باتری، تولید انعطاف پذیر و تولید هیدروژن است که کاهش هزینه ها و انتشار گازهای گلخانه ای را به ترتیب به میزان ۱۴ و ۷۰ درصد نشان می دهد. این مطالعه بر اهمیت ادغام منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر و گزینه های انعطاف پذیری برای افزایش پایداری و رقابت در بخش تولید تأکید می کند [۱۳]. جو، راغوان و سان (۲۰۱۶) ادغام سیستم های تولید پایدار را در شبکه های هوشمند با نفوذ بالای منابع انرژی تجدیدپذیر بررسی کردند. مطالعه آنها بر امکان سنجی و تأثیر برنامه های پاسخگویی به تقاضا در کارخانه های تولیدی متمرکز بود و نشان داد که چگونه سیستم های تولید هوشمند می توانند مشکلات تولید بیش از حد، به ویژه با تولید انرژی خورشیدی بالا را کاهش دهند [۱۴]. ادغام فناوری های انرژی تجدیدپذیر (RETS⁶) برای تولید برق، یک راه امیدوارکننده برای بهبود قابلیت اطمینان برق و کاهش انتشار گازهای

گلخانه ای (GHG⁶) ارائه می کند. آنوآپو و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از ژنراتور توربین بادی (WTG⁷)، سیستم ذخیره باتری (BSS⁸) و فتوولتائیک خورشیدی (SPV⁹) به عنوان مطالعات موردی، پیوند بین قابلیت اطمینان، انتشار گازهای گلخانه ای و RET را بررسی می کند. یافته های آنها نشان می دهد که ادغام RET نه تنها قابلیت اطمینان برق را افزایش می دهد، بلکه انتشار گازهای گلخانه ای را نیز به میزان قابل توجهی کاهش می دهد و مسیر توسعه پایدار را در بخش انرژی نشان می دهد [۱۵]. اختر، کرمانی و جمیل (۲۰۲۱) به ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم های قدرت با ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر مانند باد و خورشید در شبکه می پردازند. مطالعه آنها بر اهمیت استراتژی های هوشمند پیشرفته در افزایش قابلیت اطمینان و کارایی سیستم های قدرت تأکید می کند. نشان داده شده است که ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر به طور قابل توجهی قابلیت اطمینان کلی سیستم قدرت را بهبود می بخشد، که برای فرآیندهای تولیدی که نیاز به تامین انرژی ثابت و قابل اعتماد دارند، بسیار مهم است [۱۶].

بزرگترین نیروگاه بادی دنیا، نیروگاه بادی گانسو در استان گانسو جمهوری خلق چین با توان نامی ۷۹۶۵ مگاوات است. این نیروگاه، یکی از شش نیروگاه بادی ای است که دولت چین با سرمایه گذاری ۱۷.۵ میلیارد دلاری جهت رسیدن به هدف تولید ۱۰۰ گیگاوات انرژی بادی، تاسیس کرده است. جدول ۱ بزرگترین نیروگاه های بادی جهان نشان می دهد [۱۷]. در جدول ۲ بزرگترین نیروگاه های خورشیدی جهان دیده می شود [۱۷]. در جدول ۳ برخی پروژه های انرژی اقیانوسی اجرا شده به عنوان نمونه آورده شده است.

◀ انرژی های نو در صنایع جهانی و سیمان

بررسی مجلات و منابع خبری به روز نشان می دهند که همواره بکارگیری انرژی های نو در صنعت سیمان یکی از مهمترین اهداف و دغدغه های تولیدکنندگان سیمان مهم جهان می باشد، بطوری که بدون اغراق هر ماه، معرفی یک پروژه نصب و راه اندازی تجهیزات مصرف انرژی های نو در کارخانه سیمان شنیده می شود.

منابع انرژی تجدیدپذیر برای سیمان ممکن است شامل سوخت های مشتق شده از منابع انرژی زیستی، خورشیدی و برق تجدیدپذیر از انرژی خورشیدی، بادی و آبی باشد [۱۸]. اولیاز و همکاران (۲۰۲۱) استفاده از سوخت های جایگزین در صنعت سیمان را به عنوان بخشی از اقتصاد چرخشی معرفی نمودند [۱۹]. یک سازمان دولتی در آمریکا ۳.۲ میلیون دلار به سولارمید^{۱۱} برای یک پروژه مشترک به سرپرستی سمکس^{۱۱}،

6. Green House Gas (GHG)

7. Wind Turbine Generator (WTG)

8. Battery Storage System (BSS)

9. Solar Photovoltaic (SPV)

10. Solar MEAD

11. CEMEX

5. Renewable Energy Technologies (RETs)

سطح اکسیژن در ورودی کوره می شود [۲۵].

استفاده از SRF در صنعت سیمان با استفاده از روش های مختلف آزمایش شده است. بررسی پتانسیل مهندسی و فنی احتراق SRF در سیستم های کوره سیمان با دمای بالا طرف دیگر را نیز پوشش می دهد. این مقاله مروری توصیفی پیشرفته از پردازش مشترک SRF در کارخانه های تولید سیمان ارائه می کند و چالش های موجود در این زمینه را مورد بحث قرار می دهد. چالش های اصلی که استفاده از SRF را در کوره های سیمان، کلسینرها کاهش می دهد، اندازه ذرات بزرگتر، رطوبت بیشتر، محتوای کلر بالاتر و نوسانات در کیفیت و ترکیب است. این عوامل نرخ تبدیل ذرات سوخت SRF را کاهش می دهند، فرآیند خشک کردن را افزایش می دهند و نیاز به جریان حجمی گاز را افزایش می دهند. خطر خوردگی به دلیل افزایش محتوای کلر و مشکلات سایش ناشی از قطعات بی اثر بزرگ در SRF مانند شیشه و فلز از مشکلات رایج هستند [۲۶].

محمد و همکاران (۲۰۲۴) بهینه سازی فنی-اقتصادی جهت به حداقل رساندن اندازه سیستم با هزینه کمتر و قابلیت اطمینان بیشتر با استفاده از سیستم انرژی هیبریدی (برای تامین نیروی الکتریکی) در یک کارخانه سیمان کویت را بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که هزینه انرژی الکتریکی تولید شده توسط سیستم انرژی PV/بادی هیبریدی برابر با ۰,۰۸۲ دلار در کیلووات ساعت است که در مقایسه با نیروگاه های سوخت معمولی در کویت که تقریباً ۰,۱۲ دلار در کیلووات ساعت است، بسیار کمتر می باشد [۲۷].

ساهو و همکاران (۲۰۲۳) طراحی کارخانه سیمان خورشیدی برای تامین انرژی حرارتی در تولید سیمان را تبیین نمودند. رویکرد مورد استفاده برای تامین انرژی خورشیدی شامل استفاده از یک سیستم برج خورشیدی با یک راکتور خورشیدی در بالای برج خورشیدی یا برج پیش گرم کن در یک کارخانه سیمان معمولی است. تجزیه و تحلیل جایگزینی انرژی حرارتی را می توان ۱۰۰-۵۰ درصد در نظر گرفت. خروجی انرژی خورشیدی راکتور با در نظر گرفتن ۴۵ درصد اتلاف حرارتی در راکتور، ۷۹۳ مگاوات بود. تعداد هلیواستات های مورد نیاز برای تولید توان راکتور خورشیدی ۷۹۳ مگاواتی ۱۵۰۶۶ عدد با سطح زمین مورد نیاز ۱۱۳۰ هکتار بود. بسته به اتلاف حرارتی ۱۵ درصد، ۳۰ درصد و ۴۵ درصد، راندمان تبدیل خالص به ترتیب ۴۴، ۵۶ و ۶۹ بود. اجرای CST در فرآیند کلسیناسیون کارخانه سیمان معمولی انتخابی می تواند سالانه ۴۱۹ هزار تن CO₂ را ذخیره کند. تجزیه و تحلیل اقتصادی نشان می دهد که رویکرد زمانی مفید است که حداقل تلفات حرارتی در راکتور خورشیدی وجود داشته باشد. زمان بازپرداخت (PBT) و نرخ بازده داخلی (IRR) برای مدل طراحی ۱۰,۴ سال و زمانی که ۴۵ درصد تلفات حرارتی در راکتور خورشیدی وجود داشت، ۵,۴ درصد بود. چالش های عمده در مورد تبدیل تجهیزات آزمایشگاهی به اندازه صنعتی، کار در محیط های با دمای بالا، سیستم های حمل و نقل مواد خام و سیستم های ذخیره سازی حرارتی می باشد [۲۸].

آزمایشگاه های ملی سانیدیا^{۱۲} و سین هیلین^{۱۳} برای کربن زدایی تولید سیمان، اعطا کرده است. سولارمید برنامه های بلندپروازانه ای برای جایگزینی استفاده از سوخت های فسیلی با انرژی حرارتی متمرکز خورشیدی در تولید کلینکر (سیمان) دارد. سمکس و سین هیلین برای معرفی CST در فرآیند تولید سیمان با یکدیگر همکاری کرده اند و اولین آزمایش موفق خود را در سال ۲۰۲۲ با تولید اولین کلینکر خورشیدی به دست آوردند. والسملی و همکاران (۲۰۲۳) سیستم های کاربردی انرژی تجدیدپذیر ترکیبی برای سایت های صنعتی را بررسی نمودند [۲۰]. رحمان و فرزانه (۲۰۲۳) سیستم ترکیبی انرژی بازیابی حرارتی (WHR^{۱۴}) در کارخانه های سیمان در پاکستان را تجزیه و تحلیل فنی-اقتصادی نمودند و نشان دادند که WHR-RE پیشنهادی از نظر اقتصادی امکان پذیر بوده و ۴۰ درصد از کل تقاضای برق را با تولید سالانه ۱۰۹,۲ گیگاوات ساعت و ارزش فعلی خالص ۲۵,۶۹ میلیون دلار می توان تامین نمود. علاوه بر این، این سیستم قبض برق سالانه کارخانه را ۱۹,۶۶ میلیون دلار کاهش داده و انتشار CO₂ را تا ۵۲,۷ هزار تن در سال کاهش می دهد [۲۱]. غوسیان و حنیف (۲۰۱۸) طی یک مطالعه موردی کارخانه سیمان التفیله، اردن، بهینه سازی سیستم هیبریدی PV-بادی را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان می دهد که سیستم با باتری های لیتیوم یونی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر است و دارای FRES بالاتری نسبت به سیستم بدون سیستم ذخیره سازی انرژی می باشد [۲۲]. از مزایای استفاده از هیدروژن به عنوان منبع انرژی در صنعت سیمان، کاهش انتشار CO₂ و راندمان بالا در مقایسه با سایر صنایع است، زیرا نیازی به فشرده سازی مربوط به فرآیند گاز نیست. در حال حاضر استفاده از هیدروژن در صنعت سیمان ناچیز است. در سال ۲۰۲۲ بزرگترین آزمایش کوره شناخته شده در پروژه سوئیچ سوخت [۲۳-۲۴] (BEIS)، انجمن محصولات معدنی) در انگلستان انجام شد، جایی که یک کوره با مخلوط سوخت خالص بدون کربن در مشعل اولیه کار می کرد. ترکیب سوخت مورد استفاده شامل یک سهم هیدروژن حدود ۴۰ درصد انرژی حرارتی مصرفی در مشعل اولیه کوره. نتیجه این آزمایش کوتاه مدت چند ساعته این بود که امکان اجرای فنی استفاده از H₂ در پخت کوره وجود دارد. استفاده از هیدروژن به عنوان سوخت، شعله را به نوک مشعل نزدیک می کند و به دلیل خاصیت اشتعال بهتر و ارزش حرارتی بالاتر، دمای شعله هسته را افزایش می دهد. علاوه بر این، شعله H₂ در مقایسه با شعله سوخت جامد، تشعشعات کمتری دارد که باید انتقال حرارت به بستر کلینکر را کاهش دهد. با این حال، هر دو تغییر موقعیت شعله و افزایش دمای آن را می توان با افزایش سرعت تزریق H₂ با موفقیت اجتناب کرد. به نظر می رسد مصرف کل انرژی حرارتی تحت تاثیر قرار نگیرد، در حالی که با افزایش نرخ جایگزینی هیدروژن، نیاز اکسیژن کاهش می یابد. در مقایسه با زغال سنگ، هیدروژن برای احتراق به هوای کمتری نیاز دارد که منجر به افزایش

12. Sandia

13. Synhelion

14. waste heat recovery-renewable energy (WHR-RE)

میامی و غیره قابلیت بهره‌برداری از ذخایر انرژی زمین‌گرمایی وجود دارد که تا کنون فقط نیروگاه مشگین‌شهر راه‌اندازی شده است. نیروگاه زمین‌گرمایی مشگین‌شهر اردبیل، یکی از نیروگاه‌های ایران از نوع زمین‌گرمایی با ظرفیت تولید ۵۵ مگاوات است. در این نیروگاه آب از طریق لوله به زیر زمین تزریق می‌شود و با گرمای ۲۵۰ تا ۵۰۰ درجه، آب به بخار تبدیل شد و سپس این بخار به سطح زمین آمده و توربین بخار را به گردش درمی‌آورد.

طی سال‌های اخیر در صنعت سیمان مشکلات تامین انرژی الکتریکی و فسیلی و در نتیجه رکود تولید، وجود تسهیلات محدود و افزایش چشمگیر قبوض برق (مطابق ماده ۱۶ قانون جهش تولید دانش‌بنیان) باعث شد تا احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر در دستور کار باشد.

در سال ۱۴۰۰ نیروگاه خورشیدی با ظرفیت ۱۱ مگاوات در محوطه کارخانه سیمان کاشان به وسعت ۴۵۰۰ متر مربع با هزینه بیش از ۴۵ میلیارد ریال افتتاح شد. شرکت سیمان اردستان برنامه دارد تا تیر سال آینده ۵ هزار مگاوات برق را وارد مدار کند. شرکت صنایع سیمان شهرکرد طرح احداث نیروگاه خورشیدی به ظرفیت ۱۰ مگاوات را در دستور کار خود قرار داد که در فاز اول پس از اخذ مجوزهای لازم و بررسی‌های فنی و اقتصادی اقدام به نصب و راه‌اندازی نیروگاه ۱/۵ مگاواتی خورشیدی در محل کارخانه نمود. برق تولیدی توسط این نیروگاه پس از افزایش سطح ولتاژ به ۲۰ کیلوولت؛ انرژی تولیدی خود را به شبکه سراسری برق تحویل می‌دهد. این نیروگاه در زمینی به مساحت ۲ هکتار نصب شده که قادر است سالانه ۲,۷۰۰,۰۰۰ کیلووات ساعت برق پاک تولید نماید. راه‌اندازی این نیروگاه باعث کاهش تولید سالیانه ۱,۵۲۹,۳۴۵ کیلوگرم دی‌اکسید کربن گردیده است مجتمع صنعتی سیمان تهران مجوز نصب و راه‌اندازی تجهیزات نیروگاه بازیابی حرارتی (WHR) از وزارت نیرو را دریافت نموده و همچنین مطالعات احداث نیروگاه خورشیدی را انجام داده است. شرکت سیمان کاوان بوکان احداث نیروگاه خورشیدی ۳۰ مگاواتی را در برنامه خود دارد.

◀ ملاحظات اقتصادی و سیاست‌های دولتی مصرف انرژی‌های نو

قدرت... چارچوبی برای توسعه و اجرای سیاست‌های FIT^{۱۷} در جهت انرژی‌های تجدیدپذیر و بر اساس شرایط اقتصادی محلی مطالعه نمود. نتایج وی نشان می‌دهد که تغییر از یک مدل قیمت ثابت به یک مدل قیمت ثابت با تعدیل تورم کامل یا جزئی با در نظر گرفتن نرخ تورم نوسان و ریسک‌های کلان اقتصادی در یک اقتصاد شکننده می‌تواند به‌طور موثری سرمایه‌گذاری‌های خصوصی در بخش انرژی را جذب و افزایش دهد [۳۰]. واتانا و واتانا (۲۰۲۰) تأثیر سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر را بر بخش تولید برق تایلند، با تمرکز بر امنیت انرژی و کاهش انتشار CO₂ ارزیابی نمودند. این مطالعه چندین مزیت از نفوذ بالای انرژی تجدیدپذیر از جمله تنوع بخشیدن به عرضه برق و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی را شناسایی می‌کند [۳۱].

سوخت‌های فسیلی معمولاً برای گرم کردن کوره استفاده می‌شوند و تقریباً ۴۰ درصد از انتشار مستقیم CO₂ در این فرآیند را بر عهده دارند. برای اولین بار، سمکس و سن‌هلیون^{۱۸} با موفقیت کلینکر را با انرژی خورشیدی تولید کردند. تولید اولین کلینکر خورشیدی یک نقطه عطف هیجان‌انگیز برای این فناوری تحول‌آفرین است.

میلر و همکاران (۲۰۰۸) چالش‌های اصلی ادغام نیروگاه‌های بادی معمولی در کارخانه سیمان را به صورت:

۱. قطع به دلیل خطاهای سیستم انتقال؛

۲. نوسان ولتاژ در شرایط مختلف باد؛

۳. ناتوانی در کنترل تولید توان فعال؛

۴. عدم کنترل توان راکتیو و تنظیم ولتاژ در نبود باد معرفی نمودند.

البته فن‌آوری‌های جدید ژنراتور توربین بادی و نیروگاه بادی، عملکرد سیستم را بطور قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشیده است [۲۹].

انرژی باد ۷۵ درصد برق مصرفی کارخانه سیمان هولسیم در مراکش را تشکیل می‌دهد، در حالیکه هولسیم آرژانتین با ۳۵ درصد نیروی باد کار می‌کند؛ کارخانه پرتلند-کلرادو، اولین کارخانه سیمان در ایالات متحده بود که تاسیسات خود را با انرژی خورشیدی تامین کرد و کارخانه هولسیم هاگرسون-مریلند ساخت یک مزرعه خورشیدی را در سال ۲۰۲۰ به پایان رساند.

◀ انرژی‌های نو در ایران و صنعت سیمان

در ایران با توجه به وجود مناطق بادخیز، طراحی و ساخت آسیاب‌های بادی از ۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح رایج بوده و هم‌اکنون نیز بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم می‌باشد. ایران با ۱۷ ایستگاه نیروگاه بادی که در مجموع ۳۵۸ مگاوات ظرفیت دارد، عضو مجمع جهانی انرژی بادی (GWEC) می‌باشد^{۱۶}. در ایران نیز انرژی بادی جایگاه مخصوص به خود را دارد و در کنار سایر انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی توجه به این نوع از انرژی سبز و پاک رو به افزایش است. توربین‌های بادی قابل مشاهده در نقاط مختلف کشور نشان دهنده این امر است که ایران در جهت تولید برق بادی تجدیدپذیر هم پتانسیل‌های لازم را دارد و هم برنامه‌هایی برای آینده. یکی از جدیدترین پروژه‌های تولید برق بادی، نیروگاه بادی است که در مرز ایران و افغانستان تاسیس شده و پروژه مشترک این دو کشور محسوب می‌شود. ایران با ۸۵ ایستگاه نیروگاه خورشیدی، در مجموع ۴۶۶ مگاوات ظرفیت دارد، در دی ماه سال ۱۴۰۲، قراردادی برای اجرای طرح احداث ۴ گیگاوات نیروگاه انرژی تجدیدپذیر، به عنوان بزرگ‌ترین قرارداد یکجای ساخت نیروگاه تجدیدپذیر بادی و خورشیدی در غرب آسیا منعقد شد که قرار است تا پیش از آغاز دوره پیک مصرف در سال ۱۴۰۳ به بهره‌برداری برسد. در مناطقی از ایران مانند مشگین‌شهر، منطقه غرب مشهد، نیشابور، سبزوار، قوچان، بجنورد، گرگان و زابل، تفتان، طبس، شیراز، منطقه مرکزی ایران، خاش، سیرجان، زاهدان،

15. Synhelion

16. Global Wind Energy Council (GWEC)

17. Feed-In Tariff (FIT)

این مطالعه نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و مصرف انرژی (تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید) در صنایع مرتبط به‌طور قابل توجهی بر انتشار CO₂ تأثیر می‌گذارد. این تجزیه و تحلیل مبنایی را برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و اجرای سیاست‌های کنترل انتشار فراهم می‌کند و لزوم در نظر گرفتن تأثیر فعالیت‌های اقتصادی بر انتشار کربن را برجسته می‌کند [۳۷].

◀ نتیجه‌گیری

انرژی نو آن دسته هستند که نسبت به منابع سنتی انرژی مانند سوخت‌های فسیلی پاک تر، پایدارتر و کمتر برای محیط‌زیست مضر هستند و برای تولیدشان از منابع بدون کربن استفاده می‌گردد. این منابع انرژی، عموماً به منابع تجدیدپذیر مانند خورشید، آب، باد، زمین گرمایی و زیست توده‌ای متکی هستند که از نظر انرژی کارایی بیشتری داشته و هم چنین گازهای گلخانه‌ای بسیار کمتری تولید می‌کنند. انواع پرکاربرد و محبوب این منابع انرژی شامل خورشیدی، بادی، آبی، جزر و مد و زمین گرمایی می‌باشد. مهمترین مزایای این نوع انرژی‌ها شامل موارد زیر است: تجدیدپذیر بودن؛ دسترسی فراوان؛ جایگزینی منابع مصرف شده در بازه زمانی کوتاه؛ کاهش آلودگی هوا و گازهای گلخانه‌ای؛ عدم ایجاد تأثیرات مخرب بر محیط‌زیست و حفظ سلامت انسان‌ها و حیوانات؛ تولید و شروع به کار این انرژی‌ها، نیازمند منابع انسانی گسترده است که به معنای ایجاد اشتغال برای افراد بسیاری در دنیا خواهد بود. محدودیت‌های مصارف این نوع از منابع انرژی شامل موارد زیر می‌باشد: تأمین هزینه ابتدایی غالباً بسیار بالا است؛ گرچه تمامی این منابع طبیعی هستند و همواره تجدید خواهند شد؛ اما برخی از آنها مانند انرژی خورشیدی ۲۴ ساعته ۷ روز هفته در اختیار ما نیستند و نیاز به وجود سیستم‌های ذخیره انرژی می‌باشد؛ محدودیت‌های جغرافیایی در برخی از کشورها مانع از دسترسی به تمامی این منابع است. طی سال‌های اخیر کشورهای مختلف از انرژی‌های نو در صنعت سیمان بهره گرفته‌اند و برخی از این فناوری‌ها به صورت بومی در کشور نیز در حال احداث یا بهره‌برداری می‌باشند. در این مقاله به برخی از پروژه‌های نصب و راه‌اندازی تجهیزات مصرف انرژی‌های نو در کارخانه‌های سیمان (داخلی و خارجی) و مسائل مربوطه (هزینه‌ها، فناوری، سیاست‌های دولتی، مزایای زیست محیطی و اجتماعی) آنها اشاره گردید.

◀ منابع

1. Kilci, E.N. (2022). "Incentives for Sustainability: Relationship between Renewable Energy Use and Carbon Emissions for Germany and Finland". *Oppor Chall. Sustain*, 1(1), 29-37.
۲. الف - یاری مهرنوش (۱۳۹۹) "آشنایی با انرژی‌های نو و ۷ نوع اصلی آنها"، www.namatek.com
3. Chen, J & Su F. & Jain V. & Salman A & Tabash M.I & Haddad A.M & Zabalawi E & Abdalla A.A & Shabbir, M.S. (2022). "Does renewable energy matter to achieve sustainable development goals? The impact of renewable energy strategies on sustainable economic growth". *Frontiers in Energy Research*, 10, 829252.

کاشارجانو و همکاران (۲۰۲۳) نقش سیاست‌های دولت را در ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر اقیانوس (ORE) در اندونزی، یک کشور مجمع‌الجزایر با پتانسیل قابل توجه انرژی تجدیدپذیر بررسی می‌کند [۳۲]. زیتسمن، آدفراتی، بانسال و نایدو (۲۰۲۲) تجزیه و تحلیل دقیق هزینه و فایده ادغام نیروی باد در شبکه‌های توزیع را انجام دادند و مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر را برجسته کردند. مطالعه آنها بر پتانسیل نیروی بادی برای افزایش درآمد انرژی، قابلیت اطمینان سیستم و پایداری محیطی و در عین حال کاهش تلفات برق و به تعویق انداختن سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های تولید برق سنتی تأکید می‌کند [۳۳].

◀ اثرات زیست محیطی و اجتماعی مصرف انرژی‌های نو

تحقیقی که توسط تیمی در زمینه تولید سبز در چین انجام شد، انتشار کربن قابل توجهی از صنایع انرژی بر مانند فولاد، سیمان و مواد شیمیایی را که حدود ۳۶ درصد از کل انتشار کربن چین در سال ۲۰۱۷ را تشکیل می‌داد، نشان می‌دهد. این مطالعه نشان می‌دهد که پذیرش منابع انرژی تجدیدپذیر و اجرای شیوه‌های تولید سبز می‌تواند به‌طور قابل توجهی انتشار کربن را کاهش دهد. با این حال، این گذار با چالش‌هایی از جمله هزینه بالای حق بیمه سبز و نیاز به ارتقای فناوری یا فناوری‌های جذاب کربن مواجه است. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که دوره ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۰ برای کاهش انتشار در صنایع تولیدی حیاتی خواهد بود و بر اهمیت یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر برای دستیابی به بی طرفی کربن (۲۰۲۲) تأکید می‌کند [۳۴]. فو، شی و زنگ (۲۰۲۱) پتانسیل کاهش انتشار کربن فناوری‌های شبکه هوشمند را در صنعت تولید چین برآورد می‌کنند. تجزیه و تحلیل تجزیه آنها نشان می‌دهد که فعالیت صنعتی و شدت انرژی عوامل اصلی مؤثر بر انتشار کربن هستند. این مطالعه نشان می‌دهد که پذیرش فناوری‌های شبکه هوشمند، که ادغام چندین منبع انرژی تجدیدپذیر را تسهیل می‌کند، می‌تواند انتشار کربن را تا ۲۷.۵۱ درصد در یک سناریوی خوش‌بینانه کاهش دهد [۳۵].

رسمیادی، صلواتی، هاسلینه و جوديجانتو (۲۰۲۳) اثرات سرمایه‌گذاری در فناوری سبز و پذیرش فناوری تجدیدپذیر بر کاهش انتشار کربن در شرکت‌های تولیدی اندونزی را بررسی می‌کنند. تجزیه و تحلیل آنها نشان‌دهنده تأثیر مثبت قوی سرمایه‌گذاری فناوری سبز بر کاهش انتشار کربن و بهره‌وری انرژی است. این مطالعه چالش‌های موجود در بهینه‌سازی بهره‌وری انرژی و تأثیر مثبت پذیرش فناوری تجدیدپذیر بر رضایت شغلی را برجسته می‌کند. این بینش‌ها بر نقش سرمایه‌گذاری فناوری سبز و پذیرش فناوری تجدیدپذیر در کاهش انتشار کربن و افزایش پایداری در صنعت تولید تأکید می‌کنند [۳۶].

هائو (۲۰۲۲) رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار کربن، خروجی و صادرات را در بخش‌های صنعتی و کشاورزی چین بررسی می‌کند. تحلیل اقتصادسنجی یک رابطه علی بلندمدت بین این متغیرها را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر مطلوبی بر محیط‌زیست دارد.

- industrial sites: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 188 (2023) 113802.
21. Nabeel U Rehman & Hooman Farzaneh (2023). "Techno-economic analysis of a hybrid heat recovery-renewable energy system for enhancing power reliability in cement factories in Pakistan". *Energy Conversion and Management: X* 20 (2023) 100492.
 22. Loiy Al-Ghussain & Humayun Ahmed & Fahad Haneef (2024). "Optimization of hybrid PV-wind system: Case study Al-Tafilah cement factory, Jordan". *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 30 (2018) 24–36
 23. MPA (2022) "State of the Art Fuel Mix for UK Cement Production to Test the Path for "Net Zero". VDZ, gGmbH, a Technical, Environmental and Safety Demonstration, London,
 24. MPA, Cinar Ltd (2019) "Options for Switching UK Cement Production Sites to Near Zero CO2 Emission Fuel" VDZ gGmbH, Technical and financial Feasibility, London.
 25. Martin Schneider & Volker Hoenig & Johannes Ruppert & J.Rickert (2023) "The cement plant of tomorrow". *Cement and Concrete Research* 173 (2023) 107290.
 26. Amila C. Kahawalage & Morten C. Melaaen & Lars-Andre Tokheim (2023) "Opportunities and challenges of using SRF as an alternative fuel in the cement industry". *Cleaner Waste Systems* 4 (2023) 100072.
 27. Mohammad Al-Odat & Mohammed Al-Hasan & Firas Obeidat & Ali J. Chamkha (2024). "Optimization of ON gridhy brid PV/ wind system for a cement factory in Kuwait using HOMER pro software". *International Journal of Low-Carbon Technologies* 2024, 19, 120–126.
 28. Niranjana Sahoo & Anil Kumar & Samsheer (2023). "Design of solar cement plant for supplying thermal energy in cement production". *Journal of Cleaner Production*, Volume 426, 10 November 2023, 139151
 29. Nicholas W. Miller & Dilip Guru & Kara Clark (2008). "Wind Generation Applications for the Cement Industry". June 2008Cement Industry Technical Conference
 30. Hassan Qudrat-Ullah. (2024). "A framework for developing and implementing FIT policies for renewable energy based on local economic conditions". *Sustainable Futures* 7 (2024) 100170.
 31. Wattana S & Wattana B. (2020). "An Assessment of the Impacts of Renewable Energy Policies on the Thai Electricity Generation Sector". *International Energy Journal*, 20(2).
 32. Kasharjanto A & Mintarso C.S.J & Suyanto E.M & Rahuna D. (2023). "Study of supply chain management of industrial plan manufacturing development of marine power turbine in Indonesia". In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol.1166, No. 1, p. 012018).
 33. Zietsman M & Adefarati T & Bansal R.C & Naidoo R. (2022). "Cost-benefit analysis of wind power integration in distribution networks". *Journal of Energy in Southern Africa*, 33(1).
 34. Favour Oluwadamilare Usman & Emmanuel Chigozie Ani & Wisdom Ebirim & Danny Jose Portillo Montero & Kehinde Andrew Olu-lawal & Nwakamma Ninduwezuor-Ehiobu (2024). *Engineering Science & Technology Journal*, Volume 5, Issue 3, March 2024.
 35. Fu H & Shi Y & Zeng Y. (2021). "Estimating smart grid's carbon emission reduction potential in China's manufacturing industry based on decomposition analysis". *Frontiers in Energy Research*, 9, 681244.
 36. Rusmayadi G & Salawati U & Haslinah A & Judijanto, L (2023). "The effect of investment in green technology and renewable technology adoption on energy efficiency and carbon emissions reduction in Indonesian manufacturing companies". *West Science Interdisciplinary Studies*, 1(11), 1175-1183.
 37. Hao Y. (2022). "The relationship between renewable energy consumption, carbon emissions, output, and export in industrial and agricultural sectors: evidence from China". *Environmental Science and Pollution Research*, 29(42), 63081-63098.
 4. Wikipedia. (2024). "Renewable energy".
 5. Sharma V.K & Singh R & Gehlot A & Buddhi D & Braccio S & Priyadarshi N & Khan B. (2022). "Imperative role of photovoltaic and concentrating solar power technologies towards renewable energy generation". *International Journal of Photoenergy*, 2022.
 6. Fricke R.M & Olden, J.D. (2023). "Technological innovations enhance invasive species management in the anthropocene". *Bio Science*, 73(4), 261-279.
 7. Favour Usman & Emmanuel Chigozie Ani & Wisdom Ebirim & Danny Jose Portillo Montero (2024) "INTEGRATING RENEWABLE ENERGY SOLUTIONS IN THE MANUFACTURING INDUSTRY: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES: A REVIEW". *March 2024Engineering Science & Technology Journal* 5(3):674-703.
 8. Sahoo S.K & Yanine F.F & Kulkarni V & Kalam A. (2023). "Recent advances in renewable energy automation and energy forecasting". *Frontiers in Energy Research*, 11, 1195418.
 9. Zhen W & Xin-gang Z & Ying, Z. (2021). "Biased technological progress and total factor productivity growth: From the perspective of China's renewable energy industry". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 146, 111136.
 10. Taboada, H., Xiong, Z., Jin, T., & Jimenez, J. (2012, August). Exploring a solar photovoltaic-based energy solution for green manufacturing industry. In *2012 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)* (pp. 40-45).
 11. Xin L & Sun H & Xia X & Wang H & Xiao H & Yan X. (2022). "How does renewable energy technology innovation affect manufacturing carbon intensity in China". *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 59784-59801
 12. Taqvi S & Almansoori A & Elkamel A. (2021). "Optimal renewable energy integration into the process industry using multi-energy hub approach with economic and environmental considerations: Refinery-wide case study". *Computers & Chemical Engineering*, 151.
 13. Wanapinit N & Thomsen J. (2021). "Synergies between renewable energy and flexibility investments: a case of a medium-sized industry". *Energies*, 14(22), 7753.
 14. Joo J.Y & Raghavan, S & Sun Z. (2016, April). «Integration of sustainable manufacturing systems into smart grids with high penetration of renewable energy resources". In *2016 IEEE green technologies conference (Green Tech)* (pp. 12-17).
 15. Onalapo A.K & Carpanen R.P & Dorrell D.G & Ojo E.E. (2022, January). "Assessment of sustainable development: a nexus between reliability, greenhouse gas emissions and renewable energy technologies". In *2022 30th Southern African Universities Power Engineering Conference (SAUPEC)* (pp. 1-5). IEEE.
 16. Akhtar I & Kirmani, S & Jameel, M. (2021). "Reliability assessment of power system considering the impact of renewable energy sources integration into grid with advanced intelligent strategies". *IEEE Access*, 9, 32485-32497.
 17. Kashyap Vyas (2018). "He 11 Biggest Wind Farms and Wind Power Constructions That Reduce Carbon Footprint". From: www.interestingengineering.com
 18. Timothy Gordon Walmsley & Matthias Philipp & Martín Picón-Núñez & Henning Meschede & Matthew Thomas Taylor & Florian Schlosser & Martin John Atkins (2023) "Hybrid renewable energy utility systems for industrial sites: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 188 (2023).
 19. Alicja Uliasz-Bocheńczyk & Jan Deja & Eugeniusz Mokrzycki (2021). "The use of alternative fuels in the cement industry as part of circular economy". *Archives of Environmental Protection*, Vol. 47 no. 4 pp. 109–117.
 20. Timothy Gordon Walmsley & Matthias Philipp & Martín Picón-Núñez & Henning Meschede & Matthew Thomas Taylor & Florian Schlosser & Martin John Atkins (2023). "Hybrid renewable energy utility systems for

تحول هوش مصنوعی در مدیریت نسوز کوره

■ ترجمه: امین معصومی. سیمان زنجان

● چکیده

هوش مصنوعی (AI) در حال انقلابی در تولید سیمان با هدایت پیشرفت به سمت شیوه‌های پایدار و کارآمد است. همانطور که جهان با نیاز مبرم به کاهش اثرات زیست‌محیطی دست و پنجه نرم می‌کند، بخش سیمان، شناخته شده برای رد پای کربن قابل توجهی، به یکی از چالش‌های اصلی AI تبدیل می‌شود تا منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی شود. با استفاده از قدرت تجزیه و تحلیل پیشرفته، هوش مصنوعی قادر به پردازش و همبستگی میلیون‌ها نقطه داده در یک دوره زمان واقعی است. این ثروت از اطلاعات فراهم می‌کند اپراتورهای سیمان با بینش تجویزی که آنها را قادر به ریز عملکرد عملیات کوره برای عملکرد اوج و برای اجرای استراتژی‌های تعمیر و نگهداری پیش‌بینی شده و همچنین بهینه‌سازی نه تنها مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، بلکه عمر تجهیزات را افزایش می‌دهد، در نتیجه به یک فرآیند تولید سازگار با محیط‌زیست و مقرون به صرفه کمک می‌کند.

◀ انرژی در تولید جهانی سیمان

بر این، برق نقش مهمی در استفاده از مجموعه متنوعی از ماشین‌آلات، تجهیزات و روشنایی موجود در کارخانه‌های سیمان دارد. عواملی مانند تکنولوژی کوره، تجهیزات، امکانات و کارایی و هم‌چنین ماهیت مواد خام فرآوری شده، بر سطح مصرف انرژی صنعت تاثیر می‌گذارد. روش‌های تولید مانند فرآیندهای مرطوب و خشک - با دومی بیشتر است، صرفه‌جویی در مصرف انرژی به دلیل کاهش گرمای مورد نیاز الگوهای مصرف انرژی صنعت را مشخص کنید. شدت مصرف انرژی صنعت، که اغلب به ازای هر تن کلنکر یا واحد سیمان تولید شده اندازه‌گیری می‌شود، کارخانه را روشن می‌کند.

صنعت سیمان، که به خاطر نیازهای انرژی قابل توجه خود شناخته شده است، موقعیت قابل توجهی را به‌عنوان یکی از بخش‌های پر انرژی در سراسر جهان اشغال می‌کند. این بخش قابل توجهی از کل مصرف انرژی صنعتی را تشکیل می‌دهد و مصرف انرژی آن عمدتاً ریشه در فرآیندهای تولید مورد نیاز برای تولید سیمان دارد. این فرآیندها شامل طیف وسیعی از عملیات از معدن، استخراج، خرد کردن به سنگ‌زنی، ترکیب و عملیات کوره دوار می‌باشد که با استفاده از انرژی صنعت به صورت مستقیم و غیرمستقیم مشخص می‌شود.

در نتیجه، صنعت با چالش کاهش اثرات زیست‌محیطی خود در حالی که تقاضای رو به رشد سیمان را برآورده می‌کند، مواجه است. اتخاذ فن‌آوری‌های کارآمد انرژی، از جمله استفاده از سوخت جایگزین (AF)، سیستم‌های بازیابی حرارت زباله و طرح‌های پیشرفته کوره، پتانسیل قابل توجهی برای جلوگیری از مصرف انرژی و انتشار کربن مرتبط با آن ارائه می‌دهد. اکتشاف و اجرای AF (به‌عنوان مثال زیست توده، زباله‌های جامد شهری و لاستیک‌ها) و مواد

مصرف اولی مربوط به انرژی است که به‌طور مستقیم در فرآیندهای تولید استفاده می‌شود، در حالی که دومی به انرژی مورد نیاز برای تامین تجهیزات و امکانات کمکی اشاره دارد. مصرف انرژی به شدت به سوخت‌های فسیلی، از جمله زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی متکی است و منابع غالب انرژی برای بخش سیمان است که برای تولید انرژی حرارتی مورد نیاز در کوره‌های سیمان برای تولید کلینکر ضروری است. علاوه

دما داخلی مطلوب، تجزیه و تحلیل AI درک ظرفیتی از پویایی انرژی کوره ارائه می‌دهد. این قابلیت به محاسبه مصرف انرژی اضافی ضروری توسط هر گونه ناکارآمدی در مدیریت حرارتی کوره، از جمله ضخامت نسوز کمتر از حد مطلوب یا سایش ناهموار گسترش می‌یابد.

مهمتر از همه، این سیستم‌ها هم‌چنین می‌توانند افزایش انتشار CO_2 ناشی از مصرف انرژی اضافی را تخمین بزنند چنین بینش‌هایی حیاتی هستند، زیرا آنها ارتباط مستقیم بین بهره‌وری عملیاتی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در فرآیند تولید سیمان تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی نقش مهمی در ترکیب این داده‌ها به هوش عملی دارد. با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و تکنیک‌های یادگیری ماشین، این سیستم‌ها می‌توانند یک منحنی تحلیلی ایجاد کنند که تعامل بین مصرف انرژی، ضخامت نسوز و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد این منحنی به عنوان یک ابزار قدرتمند عمل می‌کند برای شناسایی نقطه مصرف انرژی مطلوب، که در آن کوره در اوج بهره‌وری با کمترین مشخصات انتشار ممکن عمل می‌کند.

پیامدهای این تکنولوژی عمیق است، با ارائه یک تصویر روشن از رابطه بین این پارامترهای عملیاتی کلیدی، تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی مدیران و مهندسان کارخانه را قادر می‌سازد تا تصمیمات آگاهانه‌ای را با هدف بهینه‌سازی تولید بگیرند، این شامل تعیین زمان ایده‌آل برای تعمیر و نگهداری یا جایگزینی نسوز، تنظیم پارامترهای عملیاتی برای به حداقل رساندن تلفات گرما و انتخاب کارآمدترین ترکیب سوخت برای کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای است.

علاوه بر این، قابلیت‌های پیش‌بینی تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی یک رویکرد پیشگیرانه برای تعمیر و نگهداری و عملیات را تسهیل می‌کند، با پیش‌بینی ناکارآمدی بالقوه و توصیه اقدامات پیشگیرانه، این سیستم‌ها می‌توانند به جلوگیری از خرابی برنامه‌ریزی نشده کمک کنند و اطمینان حاصل کنند که کوره در پوشش انرژی و انتشار مطلوب خود عمل می‌کند.

در اصل، تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی یک راه‌حل جامع برای افزایش پایداری تولید سیمان ارائه می‌دهد، با بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش عمر اجزای حیاتی کوره و به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای، این تکنولوژی از انتقال صنعت سیمان به سمت شیوه‌های پایدار و سازگار با محیط‌زیست حمایت می‌کند.

◀ درباره نویسنده

مارک اسرائیلسن بنیانگذار و مدیرعامل Quantum IR است و دارای بیش از ۱۰ اختراع ثبت شده مبتنی بر هوش مصنوعی در صنایع سیمان و پتروشیمی است.

◀ منابع

Word cement magazine may2024

خام (مانند محصولات صنعتی یا پوزولان‌های طبیعی) استراتژی‌هایی با هدف کاهش ردپای انرژی و ترویج پایداری در صنعت هستند.

در حالی که شدت بالای انرژی صنعت سیمان چالش‌های زیست‌محیطی قابل توجهی را ارائه می‌دهد، فرصت‌هایی برای کاهش مصرف انرژی از طریق نوآوری‌های تکنولوژیکی و شیوه‌های پایدار وجود دارد، این تلاش‌ها نه تنها برای به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی، بلکه برای پیشرفت به سمت آینده‌ای پایدار و کارآمدتر است.

◀ هوش مصنوعی زندگی نسوز کوره را بهینه می‌کند

بهینه‌سازی هوش مصنوعی نسوز کوره یک پیشرفت مهم در صنعت تولید سیمان است که یک رویکرد استراتژیک برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهره‌وری انرژی ارائه می‌دهد. با تمرکز دقیق بر مدیریت نسوز کوره، سیستم‌های AI مجهز به سنسورهای پیشرفته‌ای هستند که به‌طور مداوم ضخامت مقاوم را نظارت می‌کنند و داده‌های زمان واقعی را ارائه می‌دهند که از سطح آجرها و سطح دانه‌ای آنها که در ارزیابی میزان خرابی نسوز، به‌طور مستقیم بر بهره‌وری حرارتی کوره تاثیر می‌گذارد، نقش مهمی دارد.

قابلیت‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی نقش مهمی در پیش‌بینی طول عمر پوشش مقاوم ایفا می‌کند و به اپراتورها تخمین روشنی از تعداد روزهای تولید باقی مانده قبل از نیاز به تعمیر و نگهداری می‌دهد، با پیش‌بینی زمان بهینه برای جایگزینی نسوز، AI به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد هم‌چنین خطر خاموش شدن کوره‌های پیش‌بینی نشده، که از نظر از دست دادن تولید و اتلاف انرژی پرهزینه است قابل مدیریت می‌باشد، عمر نسوز نه تنها دوره عملیاتی بین نگهداری را افزایش می‌دهد، بلکه پتانسیل کارآمدی کوره را با اطمینان از این که برای طولانی‌ترین زمان ممکن در خدمت باقی می‌ماند، به حداکثر می‌رساند.

علاوه بر این، حفظ یکپارچگی پوشش نسوز از طریق بهینه‌سازی هوش مصنوعی به عایق بهتر کوره به نوبه خود، مقدار انرژی مورد نیاز برای رسیدن به درجه حرارت بالا مورد نیاز برای تولید کلینکر را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش مستقیم انتشار گازهای گلخانه‌ای صرفه‌جویی در انرژی دو برابر است؛ آنها اثرات زیست‌محیطی کلی تولید سیمان را کاهش می‌دهند و به‌طور هم‌زمان منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در هزینه برای تولیدکنندگان می‌شوند.

◀ هوش مصنوعی بهینه‌سازی نسوز، انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را ادغام می‌کند

ادغام تجزیه و تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی در نظارت و بهینه‌سازی عملیات کوره سیمان نشان‌دهنده یک جهش قابل توجه در پیگیری پایداری و کارایی در فرآیند تولید سیمان است، این سیستم‌های تجزیه و تحلیل پیشرفته در نظارت مداوم بر انرژی منتشر شده از طریق پوسته کوره ماهر هستند و در نتیجه یک دیدگاه جامع از عملکرد حرارتی کوره ارائه می‌دهند با ارزیابی از دست دادن گرما و مرتبط کردن آن با انرژی مورد نیاز برای حفظ

ارائه راهکارهای عملیاتی در بهبود مراحل سه گانه مدیریت بحران

■ سید علیرضا آشفته*، مریم عباسی**، علیرضا طاهری زاده***

● چکیده

نگاه انسان امروز به آینده نسبت به گذشته تغییرات بسیاری داشته است افزایش امید به زندگی و به دنبال آن تدوین برنامه جهت داشتن آینده ای بدون مخاطره یکی از مهمترین دلایل رویارویی او با چالش‌های جدید می‌باشد. علیرغم پیشرفت علوم، بشر امروزه از پیش‌بینی زمان وقوع بحران ناتوان است و به دنبال راهی برای افزایش دانش مدیریت بحران و به کارگیری آن در زندگی می‌باشد و آنچه می‌تواند او را به بهبود مستمر سوق دهد توجه به مدیریت فرآیندها است. در پارادایم جدید، رویکرد به ارتقاء فرآیندها و نیز سیستم‌ها یک رویکرد علمی است که به عنوان فلسفه و اصول مدیریت جامع کیفیت تلقی می‌گردد. ایران به دلیل جغرافیای کوهستانی-بیابانی، کم بودن و نامنظم بودن بارش‌های جوی و ساختار زمین‌شناسی خاص، پتانسیل حادثه‌خیزی بالایی دارد. از آنجا که بلایا به طور غافلگیرکننده و گاه اجتناب‌ناپذیر رخ می‌دهند و تأثیر بسزایی بر منابع مادی و انسانی و قطع روند طبیعی حیات، خارج از ظرفیت تطابق جوامع را به دنبال دارد بدون دانش و تجربه نگاری می‌تواند به فاجعه‌های انسانی گردند. لذا استفاده از تجارب کشورهای که در اجرای مدیریت بحران بیشترین تجربه را دارند می‌تواند به مسئولین کشور کمک نماید. لذا در این پژوهش به روش توصیفی تحلیلی بعد از بیان تاریخچه مدیریت بحران در ایران، سوابق تاریخی مدیریت حوادث و سوانح، ساختار و سازمان مدیریت بحران قبل از انقلاب اسلامی به بیان منشور اخلاقی سازمان مدیریت بحران کشور و سیاست‌های کلی پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه، راهکارهای عملیاتی در بهبود مراحل جامع مدیریت بحران بیان می‌گردد. کلمات کلیدی: مدیریت بحران، ساختار و سازمان، مدیریت حوادث، مراحل جامع، راهکارهای عملیاتی.

◀ مقدمه

متخصصین امر تشکیل می‌دهند. در کشور ژاپن مدیریت بحران به صورت

طرح پیشگیری از سوانح در سه بخش طرح‌ریزی شده است که شامل:

۱. طرح پایه پیشگیری از سوانح که طرح جامعی است که کلیه طرح‌ها و

برنامه‌های پیشگیری از سوانح روی آن استوار است. این طرح توسط

شورای مرکزی پیشگیری از سوانح تهیه و ابلاغ می‌شود؛

۲. طرح اجرایی پیشگیری از سوانح که توسط سازمان‌ها و شرکت‌های

تعیین شده بر اساس طرح پایه پیشگیری از سوانح تهیه می‌گردد.

طرح ملی برای پیشگیری از سوانح که این طرح توسط شوراهای

استانی و شهری ذیربط برای مسائل مورد نظر تهیه می‌شود. تجارب به

دست آمده از زلزله کوبه ژاپن سبب ایجاد تجدیدنظرهای عمده‌ای در طرح

استفاده از تجارب کشورهای بزرگ که در اجرای مدیریت بحران

بیشترین تجربه را دارند می‌تواند به مسئولین کشور ما کمک نماید. در این

راستا به منظور تصمیم‌گیری در مورد مسائل مهم مربوط به پیشگیری از

سوانح مانند تهیه و تسهیل اجرای طرح پایه پیشگیری از سوانح دولت ژاپن

اقدام به تشکیل یک شورای مرکزی پیشگیری از سوانح نموده که ریاست آن

به عهده نخست‌وزیر بوده و اعضای آن را وزیر کشور و سایر دانشمندان و

* عضو هیات علمی پژوهشگاه آموزش و تحقیقات مهندسی

** کارشناسی ارشد مهندسی عمران سازه دانشگاه آزاد اسلامی و کارشناس اداره کل هماهنگی

سازمان‌ها و مناطق فنی عمرانی شهرداری تهران

*** کارشناسی ارشد مهندسی عمران سازه دانشگاه آزاد اسلامی و مدیر علمی پژوهشی شهرداری تهران

و گاه اجتناب‌ناپذیر رخ داده و به علت گستردگی تأثیر بر منابع مادی و انسانی و قطع روند طبیعی حیات، خارج از ظرفیت تطابق جوامع بوده و گاه بدون کمک‌های ملی و بین‌المللی به فاجعه‌های انسانی منتهی می‌گردند. آثار و عواقب یک بلای طبیعی، صرف نظر از نوع آن، می‌تواند تا مدت مدیدی پس از وقوع حادثه باقی بماند. صدمات و بیماری‌های بازماندگان زلزله، فرسایش خاک حاصل‌خیز یک منطقه و از بین رفتن کشاورزی آن در اثر سیل و ... آثاری هستند که معمولاً در ارزیابی و تعیین خسارات به حساب نمی‌آیند. به همین دلیل می‌توان گفت هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بلایای طبیعی بسیار بیش از آن چیزی است که در نگاه اول به نظر می‌رسد. بخش مهمی از تولید ناخالص ملی کشورها بخصوص کشورهای در حال توسعه صرف جبران خسارات ناشی از بلایای طبیعی می‌شود. کشورهای آسیایی و آفریقایی، خسارات بیشتری را از بلایا متحمل می‌شوند و از هر ۱۰ مورد مرگ ناشی از بلایا، ۹ مورد آن را متحمل می‌گردند (سایت سازمان مدیریت بحران کشور).

◀ حادثه خیزی کشور جمهوری اسلامی ایران

ایران به دلیل جغرافیای کوهستانی-بیابانی، کم بودن و نامنظم بودن بارش‌های جوی و ساختار زمین‌شناسی خاص، پتانسیل حادثه‌خیزی بالایی دارد. موقعیت ایران تحت اثر پرفشار جنب حاره باعث شده این کشور بر روی کمربند خشک کره زمین قرار گرفته و میانگین بارش سالیانه در سطح وسیعی از آن حدود ۲۵۰ میلیمتر بوده که کمتر از یک سوم متوسط بارش کره زمین می‌باشد. نکته مهم در بارندگی‌های کشور پراکنش نامناسب آن است به طوری که در بعضی نقاط آن به خصوص استان‌های جنوبی که متأثر از سامانه‌های مونسون هستند، کل بارندگی سالیانه ممکن است در یک روز نازل شده و سبب بروز سیل‌های بسیار مخرب گردد و در برخی سال‌ها میزان بارندگی سالیانه ممکن است. به کمتر از ۵۰ میلیمتر برسد که سبب حادث شدن خشکسالی گردد. قرار گرفتن ایران بر فلات ایران و محاصره شدن آن به وسیله کویرها و بیابان‌های عراق، عربستان و آسیای میانه و دوری بخش وسیعی از آن از دریا سبب تشدید شرایط خشکسالی می‌شود. ضمن اینکه حدود ۲۰ درصد (یک پنجم) مساحت کشور ما را اراضی بیابانی تشکیل می‌دهند. ساختمان زمین‌شناسی فلات ایران به همراه سیستم چین‌خوردگی و کوهزائی آلپ در دوران سوم زمین‌شناسی که دوره فعالی بود، شکل گرفته است و ایران نیز در قسمت میانی کمربند پر تنش آلپ-همیالیا قرار گرفته که هنوز به حالت تعادل نهایی نرسیده و این موضوع باعث می‌شود که هر از چندگاهی در یک نقطه از کشور زمین‌لرزه‌های مخرب رخ دهد. حرکت رو به شمال صفحه عربستان با سرعت بیش از ۳۰ میلیمتر در سال سبب بازشدگی دریای سرخ و فشردگی و کوتاه شدن خرده صفحات ایران و ترکیه شده است. این فشردگی مداوم سبب چین‌خوردگی ایران و قرار گرفتن کشور ما در معرض تنش دائمی گردیده که عامل اصلی بیشتر زمین‌لرزه‌های ایران است (سایت سازمان مدیریت بحران کشور). سیر

پایه ایجاب نمود که در طرح پایه در آنها استفاده شده است که آمادگی در مقابل سوانح به اقدامات اضطراری در سوانح و احیا و بازسازی پس از سوانح برای هر نوع سانحه‌ای به طور مشخص تعریف شده است که در این کتاب سعی شده است اقدامات لازم در خصوص زلزله که در طرح پایه پیش‌بینی شده است، پرداخته شود. در اقدامات پایه ابتدا روی آمادگی در مقابل سوانح تأکید شده است که شامل بالا بردن مقاومت ملی و محلی در مقابل زلزله، آمادگی جهت انجام اقدامات اضطراری به موقع و راحت جهت پیشگیری و احیا و بازسازی بسط فعالیت‌های پیشگیری از سوانح بین مردم و گسترش مراکز تحقیقاتی، نظارت و غیره در زلزله و پیشگیری از آن را می‌توان نام برد. در خصوص اقدامات اضطراری سوانح می‌توان به جمع‌آوری و انتقال اطلاعات و تأمین ارتباطات پس از وقوع سانحه، ایجاد مجموعه‌های از فعالیت‌ها شامل نجات، کمک‌های اولیه، درمان پزشکی و فعالیت‌های آتش‌نشانی، و فعالیت‌های مربوط به تخلیه آوار، فعالیت‌های مربوط به بهداشت، سلامتی، قرنطینه، دفن اجساد و غیره، فعالیت‌های مربوط به مواد غذایی، آب آشامیدنی و نیازهای روزانه دیگر، فعالیت‌های مربوط به تأمین نظم اجتماعی، تثبیت قیمت کالا و غیره، فعالیت‌های مربوط به انتقال اطلاعات صحیح به قربانیان سوانح و ... فعالیت‌های مربوط به راه‌اندازی اضطراری تسهیلات و تجهیزات، فعالیت‌های مربوط به جلوگیری از وقوع سوانح ثانوی و پذیرش پشتیبانی داوطلبانه اشاره کرد. در خصوص احیا و بازسازی باید در مورد جهات اصلی احیا و بازسازی سریع تصمیم‌گیری کرد و روش‌های احیا سریع و فعالیت ثانویه و بازسازی منظم و تأمین حمایت مالی جهت بازسازی منظم و تأمین حمایت مالی جهت بازسازی و احیا زندگی آسیب‌دیدگان از سانحه را مدنظر داشت. با توجه به الگوی مدرن کشور ژاپن در ساختار تشکیلاتی مدیریت بحران می‌توان از این مدل در ساختار مدیریت بحران در کشورمان استفاده کرد و یک فرآیند مدونی برای آن تهیه کرد (امینی و کریمپوریان، ۱۳۸۵: ۱). در طیعه قرن بیست و یکم، جهان شاهد بلایای عظیمی است که حوادث طبیعی و غیرطبیعی به وجود آورده است. طوفان عظیم کاترینا، تسونامی آسیای جنوب شرقی، زلزله بم و ده‌ها حادثه مشابه بزرگ و کوچک، بارها این حقیقت را به جهانیان گوشزد می‌کند که پیش‌بینی‌ها و چاره‌اندیشی‌ها و راه‌های مقابله و سازش با این بلایا هنوز نارسا و ناکافی است و تنها شمار اندکی از ملل دنیا دانش، فن و هنر مدیریت و مهار این‌گونه بلایا را فراگرفته و به کار می‌بندند. در اکثر کشورها اغلب پس از وقوع هر حادثه بزرگ، سیل کمک‌های سازماندهی نشده اعم از نیروی انسانی و مادی به منطقه حادثه دیده گسیل می‌شود و با اتلاف نیروی فراوان، اندکی وضع تخفیف می‌یابد و به سرعت همه چیز به دست فراموشی سپرده می‌شود. بنابراین یکی از مهمترین چالش‌های زمان حاضر، نیاز به داشتن سیستم مدیریت بلایا در مواجهه با بلایای طبیعی و غیرطبیعی می‌باشد. با توجه به وسعت ایران، تنوع بلایای مختلف و شدت و تعداد آن‌ها، لزوم وجود ساختاری مناسب برای نظام مدیریت بلایا از نیازهای اساسی کشور به شمار می‌رود. بلایا اتفاقاتی هستند که به طور غافلگیرکننده

خورشید سابق در ششم مرداد ماه مصادف با عید سعید غدیر خم سال ۱۳۰۲ با حضور نخست وزیر و هیئت دولت وقت و تعدادی از افراد خیرخواه و نیکوکار تشکیل و رسماً فعالیت خود را در چارچوب اهداف تعیین شده بین‌المللی آغاز نمود. علیرغم فلسفه شکل‌گیری جمعیت شیر و خورشید که ضرورت ارائه کمک به آسیب‌دیدگان و سوانح بود، در طول حیات سه مرحله‌ای خود به دلیل ضعف و کمبودهای درمانی در سطح کشور و به دلیل حمایت‌های وسیع و گسترده هیئت حاکمه و حضور عوامل تراز اول کشور در هیأت سوئیس، هیأت مدیره و در رأس آن افراد خانواده سلطنتی و دربار همچنین صاحبان قدرت و نفوذ در استان‌ها و شهرستان‌ها، خدمات درمانی و پزشکی و آموزش‌های درمانی، پایه و اساس فعالیت‌های این جمعیت در سطح ملی و بین‌المللی قرار گرفت. بیشترین امکانات و تجهیزات امدادی در قالب بیمارستان‌ها و درمانگاه‌های صحرایی تبلور یافت و عملیات امدادی متکی بر امکانات و تجهیزات و عوامل انسانی نیروهای مسلح بوده است.

◀ ساختار و سازمان مدیریت حوادث و سوانح (مدیریت بحران) قبل از انقلاب اسلامی

تا قبل از پیروزی انقلاب اسلامی در کشور ساختار خاصی از مدیریت سوانح در بخش‌های پیش‌بینی و پیش‌آگاهی، پیشگیری و کاهش اثرات سوانح، آمادگی، مقابله و بازسازی وجود نداشت. فعالیت‌های مربوط به صورت پراکنده در برخی از قوانین سازمان‌ها پیش‌بینی شده بود، از جمله در برخی از مفاد قانون تشکیل ایالات و ولایت مصوب ۱۲۸۶/۱۷ وزارت کشور مسئولیت داشته است تا در موقع طغیان رودخانه (سیل و طوفان)، با تمام امکانات برای حفظ نفوس و کمک و اعانه اقدام کند. در این زمان به دلیل توسعه نیافتگی شبکه راه‌ها و ضعف سیستم ارتباطات، عملاً فعالیت موثری صورت نمی‌گرفته است. از این رو مدیریت حوادث احتمالی بیشتر محلی و متکی بر توان نیروهای بومی بوده است، فقط جمعیت شیر و خورشید سرخ ایران مأمور و مسئول خدمات امدادی در پیش‌آمد حوادث و سوانح بوده و به محض وقوع حادثه بنا بر وسعت دامنه و ضرورت، از طریق سازمان ای امدادی متعلق به خود با تمام توان در رده‌های بخش، شهرستان، استان و کشور به کمک آسیب‌دیدگان می‌پرداخته است. در چنین شرایطی فرماندهی منطقه آسیب‌دیده به تناسب شدت و وسعت حادثه‌ها، ده روز اول حادثه بر عهده فرمانده زمینی منطقه یا جانشین ایشان (ارشد نظامیان در منطقه شامل فرمانده پادگان یا ژاندارمری) بود. در عین حال به منظور ارتباط و هماهنگی با سایر بخش‌ها و سازمان‌ها، ستاد هماهنگی خدمات امدادی؛ مرکب از نمایندگان ارگان‌ها و سازمان‌های حکومتی، دولتی، عمومی، نظامی و انتظامی وجود داشته است. بدیهی است در چنین شرایطی میزان تلفات بالا و اطلاع‌رسانی جریان حادثه ضعیف بوده است. در نهم اردیبهشت ماه سال ۱۳۴۸ «قانون پیشگیری و مبارزه با خطرات سیل» مشتمل بر هشت ماده و پنج تبصره به تصویب مجلس شورای ملی وقت رسید. در ماده ۱ این قانون وزارت کشور مکلف به انجام اقدامات لازم برای حفظ و اصلاح مسیل و

تحولی مدیریت بحران در ایران در تمام کشورهای دنیا، مدیریت ملی بحران عموماً بر عهده حکومت است. در برخی کشورها مدیر بحران رئیس قوه مجریه است ولی در اکثر آن‌ها مدیر بحران عضو قوه مجریه (به ویژه در سطح ریاست جمهوری و وزارت کشور) است. نمایندگان منطقه‌ای دولت (استاندار، فرماندار، بخشدار) زیر نظر وزیر کشور عمل می‌کنند. همچنین شهرداری‌ها و دهیاری‌ها (دولت‌های محلی) علیرغم استقلال نسبی خود، با وزارت کشور هماهنگی به عمل می‌آورند. مدیریت بحران در کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در مسیر تحولی خود بطور متناوب تحت نظر ریاست جمهوری، معاون اول رئیس جمهور، نخست وزیر، معاون اجرایی رئیس جمهور و وزیر کشور به مسئولیت‌های خود عمل نموده است که در زیر به طور مشروح‌تر مورد بررسی قرار می‌گیرد (سایت سازمان مدیریت بحران کشور).

◀ سوابق تاریخی مدیریت حوادث و سوانح (مدیریت بحران) در ایران

بررسی سوابق تاریخی در خصوص مدیریت سوانح در کشور نشان می‌دهد تا قبل از سال ۱۳۰۲ هیچ‌گونه تشکیلات و یا محلی برای فعالیت‌های سازمان یافته بخش‌های مدیریت سوانح در کشور وجود نداشته است و علیرغم اینکه حوادث و سوانح متعددی در کشور به وقوع می‌پیوست، هیچ یک از سازمان‌ها و یا ارکان رسمی کشور به نیازهای آسیب‌دیدگان رسیدگی نمی‌کردند و جز خود آسیب‌دیدگان، کمتر کسی از آحاد جامعه از وضعیت تلفات و خسارات سوانح اطلاع دقیقی در دست داشت و اگر مساعدتی انجام می‌شد از طریق خود امدادی و دیگر امدادی توسط خود آسیب‌دیدگان یا اهالی مناطق مجاور بوده است. در بسیاری از سوانح به دلیل عدم وجود امکانات برای بازسازی مجدد، خانه ویران شده و منابع معیشتی از بین می‌رفت و ناچاراً بازماندگان سانحه، مناطق خود را ترک می‌کردند و روستاها تخلیه می‌شده است. در خرداد ماه ۱۳۰۲ وقوع زلزله در شرق خراسان و به فاصله ۳ ماه بعد در سیرجان و کرمان نه تنها موجب کشته شدن جمع کثیری از اهالی بلکه منجر به ویرانی صدها روستا در این مناطق گردید. همچنین در همان سال سیلاب‌های گسترده و وسیعی در استان‌های گیلان، مازندران، آذربایجان شرقی، و اصفهان جاری و ماحصل زندگی هزاران روستایی را نابود کرد و روستاهایی که در مسیر این سیلاب قرار داشتند یکی پس از دیگری ویران و خانه‌ها خالی از سکنه و متروکه شدند. در این سانحه با توجه به وسعت و گستردگی خسارت و انعکاس آن در کشور برای اولین بار نیروهای ارتش به عنوان عوامل حکومت و با استفاده از نیرو و امکانات موجود به کمک آسیب‌دیدگان شتافتند و اولین استمداد ملی برای کمک به آسیب‌دیدگان در سطح کشور به کار گرفته شد. عملیات امدادی ارتش و استمداد انجام شده جرقه‌ای بود برای سازماندهی تشکیلاتی که سال‌ها قبل قراردادهای آن امضاء شده بود (دولت ایران در چهاردهم آذرماه ۱۲۵۳ معادل پنجم دسامبر ۱۸۴۷ میلادی قرارداد ژنو و در تاریخ ۱۳ شهریور ۱۲۷۹ قوانین الحاقی را امضاء نمود). اولین جلسه شیر و

سیل برگردان و کشیدن کانال فاضلاب و ... به منظور حفظ جان و مال مردم از خطرات سیل و تأمین بهداشت عمومی شده است. مسئولیت اجرای این قانون بر عهده وزارت کشور و شهرداری‌ها نهاده شد. در هیجدهم آذرماه ۱۳۷۷ «قانون تشکیل سازمان دفاع غیر نظامی کشور» به منظور حفظ جان و مال افراد کشور از تعرضات هوایی و حوادث طبیعی و سوانح غیر مترقبه و تقلیل اثرات آن و همچنین تقویت روحی و ایجاد علائق و همکاری متقابل بین افراد در مواقع عادی و اضطراری تشکیل گردید. این سازمان وابسته به وزارت کشور و در شهرستان‌ها تحت نظر مستقیم استاندار و فرماندار انجام وظیفه می‌نمود. در بیست و ششم اردیبهشت ماه ۱۳۵۱ «قانون اصلاح قانون سازمان دفاع غیر نظامی کشور» به تصویب مجلس شورای ملی وقت رسید و از تاریخ تصویب این قانون سازمان دفاع غیر نظامی کشور با کلیه دارائی و بودجه و کارکنان به نخست‌وزیری وابسته و سرپرست آن سمت «معاون نخست وزیر» را داشت. مشکلات اصلی مدیریت سوانح کشور در این سال‌ها عبارتند از:

- نقص در ساختار و سازمان موجود؛

- نبود قوانین مناسب در مراحل مختلف مدیریت سوانح؛

- عدم شفافیت در نقش‌ها، وظایف و مسئولیت‌ها؛

- نبود یا کمبود آمادگی در پاسخگویی به سوانح؛

- مشکلات هماهنگی مشارکت‌کنندگان در پاسخ به سوانح.

ناگفته پیداست که در چنین شرایطی اوضاع و احوال آسیب‌دیدگان از نظر دریافت کمک‌های امدادی، حمایت‌های درمانی، بهداشتی - روانی نامناسب و ناچیز و وضعیت بازسازی پس از سانحه به مراتب بدتر از امداد رسانی بوده است.

ساختار و سازمان مدیریت حوادث و سوانح (مدیریت بحران) بعد از پیروزی انقلاب اسلامی به موازات تغییر و تحول در ساختار سازمان‌های اداری ایران، برنامه‌های مدیریت حوادث و سوانح نیز دستخوش تغییرات عمده گردید. نظر به اهمیت امر سازماندهی و هماهنگی در مدیریت حوادث و سوانح و همچنین لزوم مشارکت دستگاه‌ها، سازمان‌ها و نهادهای مختلف در مراحل مختلف مدیریت سوانح، دفتر ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه کشور تحت عنوان ستاد ویژه امداد رسانی و بازسازی مناطق سیل‌زده در ساختار نخست وزیر سابق در سال ۱۳۶۵ تشکیل شد. تشکیلاتی که با هماهنگی وزارت کشور در سطح ملی و استانداران، فرمانداران در سطح استانی و شهرستانی در بخش‌های مختلف مدیریت به ویژه در امر پاسخگویی فعالیت می‌نمود. با حذف پست نخست وزیر از ساختار دولت جمهوری اسلامی ایران و اداره امور دولت مستقیماً به وسیله ریاست جمهوری، طبیعتاً دفتر ستاد حوادث و سوانح غیر مترقبه نیز مستقیماً از واحدهای تحت امر ریاست جمهوری قرار گرفت و لذا در سال ۱۳۶۸ اداره کل حوادث غیر مترقبه در حوزه معاونت اجرائی رئیس جمهور تشکیل گردید (سایت سازمان مدیریت بحران کشور). به طور کلی مدیریت بحران حوادث طبیعی و سوانح غیر مترقبه در ایران را می‌توان به

قبل از انقلاب و به تاریخچه تشکیل جمعیت سابق شیر و خورشید سرخ ایران نسبت داد. در این زمینه پس از انقلاب نیز قوانین مختلفی تدوین شده است. از جمله قوانین و مصوبات مربوط به مدیریت بحران در ایران در سال‌های اخیر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: اصل بیست و نهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران مقرر داشته است که بر خورداری از تأمین اجتماعی از نظر بازنشستگی، بیکاری، پیری، از کار افتادگی، بی‌سرپرستی، در راه ماندگی، حوادث و سوانح و نیاز به خدمات بهداشتی و درمانی و مراقبت‌های پزشکی به صورت بیمه و غیره حقی همگانی است. کمیته ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی که در سال ۱۳۷۰ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسید، به منظور مبادله اطلاعات، مطالعه، تحقیقات عملی و پیدا کردن راهکارهایی منطقی جهت پیشگیری و کاهش اثرات بلایای طبیعی ناشی از طوفان، سیل، خشکسالی، سرمازدگی، آفات گیاهی، آلودگی هوا، زلزله و لغزش‌های لایه زمین، نوسانات آب دریاها و دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و امثال آن، به ریاست وزیر کشور و عضویت وزرا و مسئولین سازمان‌ها و عضویت سازمان هواشناسی کشور، وزارت نیرو، وزارت کشاورزی، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت جهاد سازندگی، وزارت راه و ترابری، سازمان برنامه و بودجه، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت مسکن و شهرسازی، موسسه ژئوفیزیک، جمعیت هلال احمر، سازمان جنگل‌ها و مراتع، وزارت بازرگانی و هر وزارتخانه، موسسه و نهاد و نیروهای انتظامی و یا نظامی که ریاست این کمیته بر حسب ضرورت مصلحت بدانند، تشکیل می‌گردد. به موجب تبصره یک این ماده واحد، به کمیته ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی اجازه داده شده است. که جهت انجام مطالعات و تحقیقات دامنه‌دار بر روی بلایای طبیعی کشور، تاریخچه آنها، پیش‌آگهی و همچنین برای اعلام وضعیت اضطراری و نحوه مقابله با جبران خسارت‌ها، کمیته‌های فرعی به تعداد مورد نیاز شکل دهد (شفیعی، ۱۳۹۴).

منشور اخلاقی سازمان مدیریت بحران کشور ایران

۱. هشیاری، آمادگی همیشگی و وقف خود برای آرامش، آسایش و امنیت مردم؛
۲. توجه به وحدت فرماندهی، رعایت سلسله مراتب و اطاعت کامل از فرماندهی بحران؛
۳. توجه دائمی به فرصت‌های طلایی در حادثه، سرعت و دقت در عمل.
۴. ارتقاء سطح اطلاعات و آگاهی‌های مورد نیاز و حضور بی‌منت و متواضعانه در مدیریت بحران؛
۵. احساس مسئولیت در مقابل انسان‌ها و منابعی که در اختیار داریم؛
۶. توجه به حقوق انسان‌های آسیب‌دیده برای حفظ کرامت و زندگی توأم با منزلت انسانی؛
۷. سعی وافر در کاهش رنج انسان‌ها از بلایای طبیعی و حوادث انسان ساخت؛
۸. حفظ و توسعه آراستگی ظاهری در چهارچوب اخلاق اسلامی در صحنه‌های خدمتگزاری؛



▲ نمودار ۱. چارت سازمانی مدیریت بحران

۳. ایجاد مدیریت واحد با تعیین رئیس جمهور برای آمادگی دائمی و اقدام مؤثر و فرماندهی در دوره بحران؛

۴. ایجاد نظام مدیریت جامع اطلاعات به کمک شبکه‌های اطلاعاتی مراکز علمی- پژوهشی و سازمان‌های اجرایی مسئول، به منظور هشدار به موقع و اطلاع‌رسانی دقیق و به هنگام در زمان وقوع حادثه؛

۵. تقویت آمادگی‌ها و امکانات لازم برای اجراء سریع و مؤثر عملیات جست و جو و نجات در ساعات اولیه، امداد و اسکان موقت آسیب‌دیدگان، تنظیم سیاست‌های تبلیغاتی و اطلاع‌رسانی و سازماندهی کمک‌های داخلی و خارجی در زمینه‌های فوق؛

۶. در اختیار گرفتن کلیه امکانات و توانمندی‌های مورد نیاز اعم از دولتی و نهادهای عمومی غیردولتی و نیروهای مسلح در طول زمان بحران؛

۷. تدوین برنامه‌های جامع علمی به منظور بازتوانی روانی و اجتماعی آسیب‌دیدگان و بازسازی اصولی و فنی مناطق آسیب‌دیده؛

۸. گسترش نظامات مؤثر جبران خسارت نظیر انواع بیمه‌ها، حمایت‌های مالی و تشویقی، تسهیلات ویژه و صندوق‌های حمایتی پیشگیری و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله در شهرها و روستاها و افزایش ضریب ایمنی در ساخت و سازهای جدید از طریق؛

۹. رعایت اصل حقیقت‌گویی، امانت‌داری و حفظ اسرار سازمان، همکاری با خسارت‌دیدگان؛

۱۰. تقویت احساس خدمتگزاری به هم‌نوعان به مثابه افتخار و ارزش والای انسانی؛

۱۱. تلاش در جهت تقویت و توسعه فضای با نشاط، صمیمی، تفاهم و همدلی در محیط کار؛

۱۲. تلاش در توسعه بستر مناسب برای ظهور نوع‌دوستی و احساس مسئولیت عمومی.

سیاست‌های کلی پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه ابلاغی توسط مقام معظم رهبری - مصوب ۱۳۸۴/۰۲/۰۳

۱. افزایش و گسترش آموزش و آگاهی و فرهنگ ایمنی و آماده‌سازی مسئولان و مردم برای رویارویی با عوارض ناشی از سوانح طبیعی و حوادث غیرمترقبه به ویژه خطر زلزله و پدیده‌های جوی و اقلیمی؛

۲. گسترش و تقویت مطالعات علمی و پژوهشی و حمایت از مراکز موجود، به منظور شناسایی و کاستن از خطرات این‌گونه حوادث با اولویت خطر زلزله؛

۹. مکان‌یابی و مناسب‌سازی کاربری‌ها در مراکز جمعیتی شهری و روستایی و تأسیسات حساس و مهم متناسب با پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در کشور؛

۱۰. بهبود مدیریت و نظارت بر ساخت‌وساز با به‌کارگیری نیروهای متخصص و تربیت نیروی کار ماهر در کلیه سطوح و تقویت نظام مهندسی و تشکل‌های فنی و حرفه‌ای و استفاده از تجربه‌های موفق کشورهای پیشرفته زلزله‌خیز؛

۱۱. ممنوعیت و جلوگیری از ساخت و سازهای غیرفنی و نامنن در برابر زلزله و الزامی کردن بیمه و استفاده از کلیه استانداردها و مقررات مربوط به طرح و اجراء.

◀ مراحل جامع مدیریت بحران

رسانه‌ها، در شرایط بحران، نقش بسیار مهمی دارند. در واقع هم بحران‌های بیرونی باید به وسیله رسانه‌ها مدیریت شوند و هم اینکه رسانه‌ها عملکرد صحیح، به موقع و پاسخ به نیازهای مخاطبان خود به بحران مبتلا نشود. شناخت مراحل بحران در ترسیم رابطه این پدیده با رسانه‌ها موثر است. این مراحل با تحلیل وضعیت رسانه‌ها از منظر بحران‌زدگی یا بحران‌زایی، می‌تواند به تبیین فرایند بحران کمک کند. مراحل سه‌گانه زیر برای بحران بر پایه "زمان وقوع" می‌باشد که هر مرحله خود ویژگی‌های خاصی دارد که در شکل‌گیری، گسترده‌گی و عمق آن موثر است.

- مرحله قبل از بحران: پیش‌بینی، پیشگیری، آمادگی؛
- مرحله حین بحران: امداد و نجات، عملیات ویژه، مهارسازی؛
- مرحله پس از بحران: بازسازی، بازسازی، یادگیری
- مرحله قبل از وقوع بحران.

این مرحله که دوره زمانی پیش از وقوع را شامل می‌شود، براساس نوع بحران ممکن است، قابل پیش‌بینی یا غیرقابل پیش‌بینی باشد. مدیران رسانه با توجه به اثرات حیاتی و عمیق بحران بر رسانه و جامعه، در این مرحله باید حتی‌الامکان، رویدادها و حوادث با ظرفیت بحرانی را زیر نظر داشته باشند و سناریوهای مختلف و محتمل در مورد نوع، چگونگی وقوع، وسعت اثرگذاری و تبعات آن بر جامعه و رسانه را تدوین کنند و برای هر یک از سناریوها برنامه داشته باشند. در صورتی که بحران قابل پیش‌بینی باشد، رسانه باید خود را با توجه به مختصات قابل پیش‌بینی از بحران، تطبیق دهد و خود و مخاطبان را برای اقدام (پیشگیری، مواجهه با مقابله و بحران‌زایی) آماده کند. در این مرحله برخی از کارشناسان اتخاذ استراتژی p4 را پیشنهاد می‌کنند: پیشگیری (prevent)، برنامه‌ریزی (plan)، آماده‌سازی (prepare) و آموزش و تمرین (practice). برخی دیگر از نویسندگان با تاکید بر نقش مخاطبان رسانه، مدل پروانه‌ای نقش رسانه در مدیریت مرحله پیش از بحران را ارائه می‌نمایند. براساس این مدل، مدیریت مرحله پیش از بحران شامل سه وظیفه اصلی پیش‌بینی، پیشگیری و آمادگی می‌شود. در خصوص وظیفه پیش‌بینی بحران، مهم‌ترین کارکرد رسانه رصد و نظارت بر محیط

است. رسانه باید با رصد تیزبینانه و هوشمندانه محیط و تحولاتش، اقدام به شناسایی تهدیدات موجود و به تبع آن پیش‌بینی بحران‌ها کند. وظیفه بعدی مدیریت بحران در مرحله قبل از بحران، پیشگیری از وقوع بحران است. در این مرحله نیز رسانه‌ها می‌توانند با آموزش و هدایت افکار عمومی به مدیریت بحران کمک کنند. پس از پیش‌بینی بحران و در صورت عدم موفقیت در پیشگیری از وقوع آن، نوبت به وظیفه سوم مدیریت بحران در مرحله پیش از وقوع یعنی آماده‌شدن برای مواجهه با بحران می‌رسد. در اینجا، رسانه‌ها می‌توانند از طریق اطلاع‌رسانی و ایجاد همبستگی عمومی به آماده‌شدن جامعه برای مواجهه با بحران کمک کنند. در این مرحله همه رسانه‌ها می‌توانند به ایفای نقش پردازند، و در محیط اجتماعی، آمادگی لازم را برای مواجهه با بلاها و حوادث طبیعی و بحران‌های ناشی از آن به وجود آورند. در این مرحله همه رسانه‌ها به طرق مختلف می‌توانند به مخاطبان خود اطلاعات کافی درباره بحران‌هایی بدهند که آن جامعه ممکن است در معرض آن قرار بگیرد تا توانایی و دانش آنها را برای مواجهه در لحظه وقوع حادثه بالا ببرند. این دانش و آگاهی نه تنها باید درباره حفظ جان شخص و دیگران باشد، بلکه لازم است شامل طریقه کمک به آسیب‌دیدگان و حفظ اموال و دارایی‌ها نیز باشد. در این مرحله شاید تلویزیون بهترین نقش را بتواند بر عهده بگیرد. آموزش عملی رسانه‌ها، خصوصاً تلویزیون در لحظه بروز واقعه، کمک بزرگی به مردم می‌کند تا با شبیه‌سازی با آنچه در تلویزیون مشاهده کرده‌اند، از خطر حادثه نجات یابند. در این مرحله آموزش پیش از بحران رادیو و رسانه‌های مکتوب، نقش مکملی برای تلویزیون دارند. آموزش در این مرحله شامل تبیین بحران و وضعیت‌های آن، ایجاد آمادگی در بخش‌های سازمانی و مسئولان مواجهه با بحران و چگونگی راه‌های مقابله با بحران و یا کمک به آسیب‌دیدگان احتمالی می‌باشد.

◀ مرحله حین بحران

در این مرحله، رسانه‌ها به عنوان منبع ارزشمند اطلاعاتی، نقش سرنوشت‌سازی در مدیریت بحران دارند. اطلاع‌رسانی، وظیفه اصلی و اساسی رسانه‌ها در این مرحله است. نوع اخبار در این مرحله توصیفی است یعنی توصیف آنچه اتفاق افتاده است. اطلاع‌رسانی صحیح و به موقع در جلب مشارکت مردم، جلوگیری از شایعات و تمرکز بر موارد مهم نقش مؤثری دارد. در این مرحله، نظریه برجسته‌سازی مدعی تأثیر رسانه‌ها بر شناخت و نگرش مردم و تعیین اولویت‌های ذهنی آنان از طریق انتخاب و برجسته‌سازی بعضی از موضوعات و رویدادها در قالب خبر و گزارش خبری است. به این معنا که رسانه‌ها با برجسته‌ساختن بعضی از موضوعات و وقایع، بسر آگاهی و اطلاعات مردم تأثیر می‌گذارند. اگر چه نمی‌توانند تعیین کنند که مردم چگونه فکر کنند، اما می‌توانند تعیین نمایند که درباره چه چیزی فکر کنند. منظور از برجسته‌سازی رسانه‌ها در بحران این است که رسانه‌ها، به ویژه در اخبار و گزارش‌های خبری، این قدرت را دارند که توجه عموم مردم را به مجموعه‌ای از مسائل و موضوعات معین و محدود

مرحله بعد از بحران، رسانه‌ها می‌توانند وظیفه خود را با توجه به نظریه مسئولیت اجتماعی، در دو سطح بیرونی و درونی انجام دهند. در سطح بیرونی، استمرار تولید و انتشار اخبار مورد لزوم مردم، پیگیری وعده‌های داده شده و مطالبه آن از مسئولان و ایفای نقش نظارتی بر برنامه‌های اجرا شده در مناطق بحران زده مهمترین وظایف هستند.

در سطح درونی، مهمترین اقدامات عبارتند از: ارزیابی عملکرد و شناسایی نقاط قوت و ضعف (از راه‌های گوناگون مانند برگزاری نظرسنجی، بررسی پیام‌های مخاطبان، برگزاری جلسات کارشناسی و اخذ دیدگاه‌های کارشناسی) ثبت تجربیات به دست آمده از بحران و انتقال آن به کارکنان، قدردانی از خبرنگاران، مدیران و سایر افراد موفق، بررسی دستورالعمل‌ها و اصلاح آنها و تامین تجهیزات و امکانات برای استفاده در بحران احتمالی آینده. مسلم است که مدتی پس از وقوع هر بحران، از شدت اولیه آن کاسته می‌شود و ممکن است دست‌اندرکاران با گروه‌های خبری، به یک غفلت ناخواسته خبری دچار شوند و فکر کنند کار پایان یافته است. در حالی که در مرحله پس از بحران ممکن است اتفاقاتی رخ دهد که خبرها و نکاتی به مراتب جالب تر و مهم تر از خود بحران داشته باشند و جریان اخبار آنها کاملاً متفاوت از جریان اولیه بحران باشد. از این رو مرحله پس از بحران از اهمیت زیادی برخوردار است و به توجه ویژه و برنامه‌ریزی جامع نیاز دارد. پیامدهای بلند مدت مرحله پایان بحران، معمولاً به شکل غیرملموس و ناخواسته در ابعاد اجتماعی و روانی منعکس می‌شوند و رسانه‌ها این توانایی را دارند که آنها را تشخیص و کاهش دهند. به هر حال، پس از وقوع بحران، هنوز هم رسانه‌ها کارهای زیادی دارند که باید انجام دهند. رسانه‌ها با چیدمان اسنادی (ارائه تصویری واقعی) و چیدمان احساسی و عاطفی (بررسی حادثه و ارائه چشم‌اندازی از آینده متأثر از بحران)، تا پایان بحران، همچنان وظیفه مراقبت از محیط و افکار عمومی و اطلاع‌رسانی به جامعه را ادامه می‌دهند و سرانجام با ارزیابی تأثیر اقدامات صورت گرفته، با هدف جلوگیری از بازگشت دوباره اوضاع بحرانی، کار خود را دنبال می‌کنند. از اقدامات اساسی رسانه‌ها در این مرحله، یادگیری و کسب تجربه از بحران‌هاست که حجم زیادی از محتوای آنها را به خود اختصاص می‌دهد. بدون این مرحله، مدیریت بحران در چرخه سنتی خود باقی می‌ماند و بدین ترتیب محدود تجربیاتی که از هر بحران به دست می‌آید، شخصی، پراکنده و بدون مبانی علمی - کاربردی خواهد بود. بنابراین، با پایان یافتن بحران، نوبت به بازنگری و نقد ابعاد گوناگون آن در رسانه‌های جمعی می‌رسد؛ در این بازنگری، نظام‌های جمع‌آوری، پردازش و توزیع اطلاعات، دستگاه‌های تصمیم‌گیری، نظام‌های کنترل و بازرسی، دستگاه‌های ارتباطی و متغیرهای مهم اثرگذار در حوزه مدیریت بحران نقد و بررسی می‌شوند. مرحله پس از بحران، از فعالیت‌های مهم زیر تشکیل می‌شود: استمرار تولید و انتشار اخبار؛ پیگیری وعده‌های مقامات و مطالبات مردم؛ ایفای نقش نظارتی؛ آموزش چگونگی انطباق مردم با اوضاع جدید؛ تحقیق و تفحص در مورد علل بحران و نظرسنجی از مخاطبان و اعلام نتایج به مدیران تولید پیام و در

معطوف سازند و از مسائل و موضوعات دیگر چشم‌پوشی کنند. حاصل کار این می‌شود که بعضی از مسائل خاص توسط بسیاری از مردم در جامعه و خارج از قلمرو رسانه‌ها به بحث گذاشته می‌شود، در حالی که به مسائل و موضوعات دیگر توجه نمی‌شود. مفهوم برجسته‌سازی را نباید صرفاً به مفهوم اولویت‌گذاری به معنی انتخاب و اولویت بعضی از موضوع‌ها و وقایع در رسانه‌ها در قالب تیتراژ اول مطبوعات یا عناوین اول اخبار رادیو و تلویزیون تقلیل داد. برجسته‌سازی فراتر از اولویت‌گذاری و دارای شیوه‌ها و پیچیدگی‌های خاص خود است. در حین بحران رسانه‌ها قوی‌ترین و مطمئن‌ترین وسیله توزیع و پخش به موقع اطلاعات حیاتی در جامعه هستند. طبق تحقیقات انجام شده، از منظر مردم، رسانه‌ها اصلی‌ترین منبع کسب اطلاعات در خصوص بحران هستند. بی‌اطلاعی مردم در خصوص بحران، امکان این که آنها نتوانند آمادگی‌های لازم را کسب کنند و تصمیمات حیاتی بگیرند، را افزایش می‌دهد. از این جهت رسانه‌های جمعی در قبال تامین اطلاعات لازم در خصوص بحران برای مردم، مسئولیت دارند. پوشش رسانه‌ای که در حین بحران ایجاد می‌شود، باعث جلب مشارکت عمومی در سطح محلی، ملی و منطقه‌ای می‌شود. این جلب مشارکت حتی می‌تواند در سطح بین‌المللی نیز کمک‌های کوتاه مدت کشورهای جهان را به دنبال داشته باشد. کارکرد اطلاع‌رسانی و خبری رسانه‌ها و نیز جلب مشارکت همگانی از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا بحران‌ها همراه با شایعات هستند و به منظور هدایت افکار عمومی باید به شیوه صحیحی اطلاع‌رسانی شوند. از دیدگاه مارش، کاری که یک رسانه باید در حین بحران انجام دهد، آگاه کردن همه کارکنان است. شایعات ممکن است از درون رسانه آغاز شود؛ از این رو تربیت کادری آگاه و با اطلاعات صحیح و زیاد، از اهمیت بسیار برخوردار است.

◀ مرحله بعد از بحران

نقش رسانه پس از بحران، اگر بیشتر از مراحل قبل نباشد، کمتر نیست. رسانه‌ها در این مرحله نیز وظایف بسیار مهمی برعهده دارند که غفلت از آن ممکن است دوباره عملکرد مراحل قبلی آنها نیز تردید کند. بنابراین کسب اعتبار و حفظ مخاطب، اقدام تدریجی و مستمر را می‌طلبد و نحوه عمل رسانه در هر مرحله از بحران در مراحل دیگر اثرگذار است. مراحل بعد از بحران مرحله رسیدن به دستاورد است و باید از این مرحله حداکثر استفاده را کرد. براساس نظریه مسئولیت اجتماعی اصل بر ایجاد پیوند میان استقلال و آزادی رسانه‌ها و وظایف و مسئولیت‌های اجتماعی آنهاست که تاکید می‌کند رسانه‌ها باید در عین پاسخگویی به نیازهای مخاطبان، در برابر فعالیت‌های خود مسئولیت نیز داشته باشد و وظایف اجتماعی خود را محدود به مالکان رسانه‌ها ندانند. مضمون اصلی این نظریه این است که آزادی و مسئولیت، مکمل هم هستند و همان گونه که رسانه‌ها حق دارند از دولت و سایر نهادها انتقاد کنند، مسئولیتی نیز در قبال مصالح و منافع ملی و پاسخ به نیازهای جامعه دارند. بر این اساس و با توجه به حساسیت زیاد

صورت نیاز اصلاح برنامه‌ریزی قبلی؛ اصلاح دستورالعمل‌ها.

◀ چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴

۱. استانداردسازی مصالح پایه و اصلی سازه‌ای و الزامی کردن استفاده از مصالح استاندارد، با کیفیت و مقاوم و ترویج و تشویق فناوری‌های نوین و پایدار و ساخت سازه‌های سبک؛
۲. تهیه و تصویب قوانین و مقررات لازم برای جرم و تخلف شناختن ساخت‌وسازهای غیرفنی کاهش آسیب‌پذیری وضعیت موجود کشور در برابر زلزله با محوریت حفظ جان انسان‌ها از طریق؛
۳. تدوین و اصلاح طرح‌های توسعه و عمران شهری و روستایی متناسب با پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در مناطق مختلف کشور؛
۴. ایمن‌سازی و بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های دولتی، عمومی و مهم، شریان‌های حیاتی و تأسیسات زیربنایی و بازسازی و بهسازی بافت‌های فرسوده حداکثر تا مدت ده سال؛
۵. ارائه تسهیلات ویژه و حمایت‌های تشویقی (بیمه و نظایر آن به منظور ایمن‌سازی و بهسازی لرزه‌ای؛
۶. شناسایی پدیده‌های جوی و اقلیمی و نحوه پدیدار شدن خطرات و ارزیابی تأثیر و میزان آسیب آنها از طریق تهیه اطلس ملی پدیده‌های طبیعی، ایجاد نظام به هم پیوسته ملی، پایش و بهبود نظام‌های هشدار سریع و پیش‌آگاهی بلند مدت با استفاده از فناوری‌های پیشرفته.

◀ نتیجه‌گیری

نگاه انسان امروز به آینده نسبت به گذشته تغییرات بسیاری داشته است افزایش امید به زندگی و به دنبال آن تدوین برنامه جهت داشتن آینده‌ای بدون مخاطره یکی از مهمترین دلایل رویارویی او با چالش‌های جدید می‌باشد. علیرغم پیشرفت علوم، بشر امروزه از پیش‌بینی زمان وقوع بحران ناتوان است و به دنبال راهی برای افزایش دانش مدیریت بحران و به کارگیری آن در زندگی می‌باشد و آنچه می‌تواند او را به بهبود مستمر سوق دهد توجه به مدیریت فرآیندهاست. در پارادایم جدید، رویکرد به ارتقاء فرآیندها و نیز سیستم‌ها یک رویکرد علمی است که به عنوان فلسفه و اصول مدیریت جامع کیفیت تلقی می‌گردد. ایران به دلیل جغرافیای کوهستانی-بیابانی، کم بودن و نامنظم بودن بارش‌های جوی و ساختار زمین‌شناسی خاص، پتانسیل حادثه‌خیزی بالایی دارد. از آنجا که بلایا به طور غافلگیرکننده و گاه اجتناب‌ناپذیر رخ می‌دهند و تأثیر بسزایی بر منابع مادی و انسانی و قطع روند طبیعی حیات، خارج از ظرفیت تطابق جوامع را به دنبال دارد بدون دانش و تجربه نگاری می‌تواند به فاجعه‌های انسانی گردند. لذا استفاده از تجارب کشورهایی که در اجرای مدیریت بحران بیشترین تجربه را دارند می‌تواند به مسئولین کشور کمک نماید. لذا توجه به مدل پروانه‌ای نقش رسانه در مدیریت مرحله پیش از بحران که شامل سه وظیفه اصلی پیش‌بینی، پیشگیری و آمادگی می‌شود و پوشش رسانه‌ای

در حین بحران که باعث جلب مشارکت عمومی در سطح محلی، ملی و منطقه‌ای می‌شود و در پایان ارزیابی عملکرد و شناسایی نقاط قوت و ضعف (از راه‌های گوناگون مانند برگزاری نظرسنجی، بررسی پیام‌های مخاطبان، برگزاری جلسات کارشناسی و اخذ دیدگاه‌های کارشناسی) ثبت تجربیات به دست آمده از بحران و انتقال آن به کارکنان، قردادانی از خبرنگاران، مدیران و سایر افراد موفق، بررسی دستورالعمل‌ها و اصلاح آنها و تامین تجهیزات و امکانات برای استفاده در بحران احتمالی آینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

◀ منابع

۱. طاهری زاده، علیرضا و عباسی، مریم و نورمحمد نصرآبادی، غلامرضا، ۱۴۰۱، ارزیابی اثرات اقدامات سه گانه مدیریت بحران در پیشگیری و کاهش اثرات سوانح، پنجمین کنفرانس بین‌المللی سالانه تحولات نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری، تهران، <https://civilica.com/doc/1539912>.
۲. میرشکرانی، سید محمود، ۱۴۰۰، تأثیر برنامه‌ریزی در مدیریت بحران شهرداری تهران و ارائه راهکارها و روش‌ها، هشتمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری، تهران، <https://civilica.com/doc/1492034>.
۳. طاهری زاده، علیرضا و عباسی، مریم، ۱۳۹۹، بررسی روش‌های ارزیابی ریسک در مدیریت بحران، کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی، مدیریت شهری و آینده پژوهی، تهران، <https://civilica.com/doc/1170835>.
۴. ابراهیمی، بهاره و عبدالله زاده، ندا و پهلوان، علی و ابراهیم پور، هومن و بهرامی، بهرام، ۱۴۰۰، نقش رسانه‌های اجتماعی در مدیریت بحران‌های ناشی از جنگ نرم، هفتمین کنفرانس ملی مطالعات مدیریت در علوم انسانی، تهران، <https://civilica.com/doc/1475653>.
۵. ابراهیمی، بهاره و عبدالله زاده، ندا و پهلوان، علی و بهرامی، بهرام و ابراهیم پور، هومن، ۱۴۰۰، نقش مدیریت رسانه‌های اجتماعی بر جهت‌دهی افکار عمومی در هنگام وقوع بحران، هفتمین کنفرانس ملی مطالعات مدیریت در علوم انسانی، تهران، <https://civilica.com/doc/1475650>.
۶. طاهری زاده، علیرضا، حسینی زاده، سجاد و بی‌باکیان سنگسر، منصوره، ۱۴۰۱، مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در محیط شهری، انتشارات اساتید دانشگاه.
۷. مجتبی روشنی، مدیریت بحران در مدیریت شهری، ۱۴۰۱، انتشارات اساتید دانشگاه.





تحلیل آماری با Minitab تبدیل توانی باکس-کاکس (قسمت اول)

■ محمد شعبانی، فوق لیسانس آمار. کارشناس برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات، سیمان داراب

● چکیده

در این نوشتار قصد داریم تا کاربرد تبدیلات نرمال کننده باکس-کاکس را با استفاده از نرم افزار آماری Minitab مورد بررسی قرار دهیم. کلمات کلیدی: تبدیل توانی باکس-کاکس، توزیع نرمال، نمودار کنترلی شوهارت، فاصله اطمینان، فرض صفر.

◀ مقدمه

با توجه به اهمیت نرمال بودن توزیع داده‌ها در آمار پارامتری و نظر به این که در عمل ممکن است داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نکنند لذا می‌بایست از تکنیک‌های نرمال کننده داده‌ها استفاده نمود. یکی از متدهای معرفی شده در نرم افزار Minitab استفاده از تبدیلات باکس و کاکس (Box-Cox Transformation) جهت نرمال کردن داده‌ها طبق رابطه ۱ می‌باشد.

$$y' = \frac{y^{\lambda} - 1}{\lambda}$$

رابطه ۱

$$y' = \ln(y)$$

درجایی به ازای مقدار $\lambda=0$ داریم:

نرم افزار Minitab مقدار ۸ را به قسمی تعیین می‌کند تا انحراف معیار متغیر تبدیل شده کمترین مقدار را داشته باشد. گفتنی است که اگر ۸ عددی بین ۵- و ۵+ باشد نرم افزار قابلیت تبدیل داده‌های غیر نرمال به نرمال را خواهد داشت. یکی از معایب این متد آن است که نمی‌توان از این تکنیک برای داده‌های منفی استفاده کرد. در تبدیل باکس-کاکس مقدار ۸ برابر با ۱ به معنی عدم استفاده از تبدیل و استفاده از داده‌های اصلی است. بنابراین اگر فاصله اطمینان برای مقدار ۸ عدد ۱ را در برگرد یعنی تبدیلی لازم نیست.

◀ مثال

فرض بر این است که از انرژی خورشیدی جهت گرم کردن روغن بهران حرارت در دیگ بویلر روغن داغ در صنعت سیمان استفاده می‌گردد. مقدار انرژی مصرفی بر حسب کیلوکالری در هر ساعت در طی ۳ روز پایش می‌گردد. مهندس تأسیسات قصد دارد که با استفاده از نمودار کنترل شوهارت (نمودار مشاهدات انفرادی-برد متحرک) نسبت به تحت کنترل بودن میانگین و انحراف معیار انرژی مصرفی اقدام نماید. با توجه به اهمیت نرمال بودن داده‌ها در نمودار کنترلی، وی قبل از هر کاری تصمیم می‌گیرد نرمال بودن متغیر مصرف انرژی را مورد بررسی قرار دهد. داده‌های جدول ۱ مصارف انرژی را در طی ۷۲ ساعت نمایش می‌دهد. گفتنی است داده‌ها شبیه‌سازی شده و واقعی نبوده و در عمل با میزان مصرف انرژی در صنعت سیمان مطابقت نداشته و به قسمی تولید شده تا فرض‌های تحقیق برآورده گردد.

در ابتدا با طی مراحل زیر در نرم افزار:

Minitab(Stat >Basic Statistics > Normality Test) آزمون

نرمالیتی اندرسن-دارلینگ (Anderson-Darling) طبق خروجی ۱ انجام

جدول. میزان مصارف انرژی بر حسب کیلوکالری در طی ۷۲ ساعت پایش در بویلر روغن داغ

ساعت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
مصرف انرژی	۵۹۷	۵۲۶	۵۲۹	۵۲۷	۴۵۱	۴۹۶	۴۵۶	۵۹۹	۶۰۱	۵۳۴	۴۵۱	۴۳۸
ساعت	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴
مصرف انرژی	۵۴۲	۴۳۲	۴۵۲	۴۷۷	۵۱۰	۴۹۵	۴۲۳	۳۸۹	۵۰۲	۳۷۵	۴۰۴	۶۴۱
ساعت	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶
مصرف انرژی	۴۷۵	۴۴۵	۴۶۴	۴۶۷	۵۶۷	۳۷۶	۳۷۷	۶۸۸	۶۰۵	۵۳۱	۴۵۰	۴۸۰
ساعت	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸
مصرف انرژی	۷۰۰	۴۲۳	۴۸۵	۴۵۰	۵۲۵	۴۴۴	۴۴۴	۵۳۸	۵۲۳	۴۰۰	۶۷۹	۶۸۰
ساعت	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰
مصرف انرژی	۴۶۳	۴۷۰	۴۸۰	۴۶۹	۵۶۸	۴۱۱	۳۸۸	۶۷۰	۶۰۰	۵۳۴	۴۶۳	۴۶۶
ساعت	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲
مصرف انرژی	۶۷۷	۴۱۸	۵۰۰	۴۶۶	۵۳۳	۴۵۵	۴۳۰	۵۴۶	۵۲۵	۴۰۰	۶۵۶	۶۹۹

Box-Cox Transformation

All observations for a chart are in one column:

Energy

Subgroup sizes: 1 (enter a number or ID column)

Options...

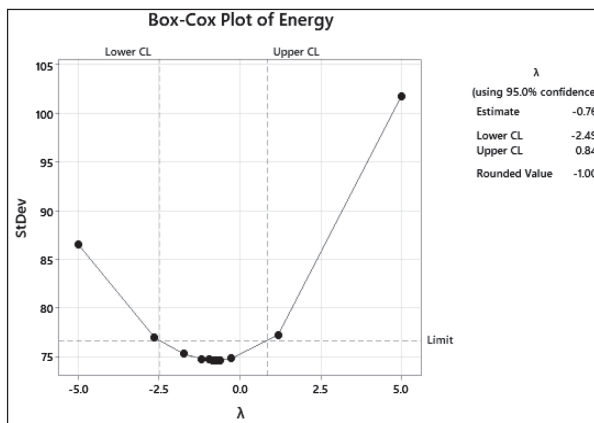
Select

Help

OK

Cancel

خروجی ۲. تبدیلات باکس و کاکس انرژی مصرفی بویلر روغن داغ



شکل ۲. نمودار باکس و کاکس برای انرژی مصرفی بویلر روغن داغ

کاکس اقدام می‌کنیم.

باطی مراحل زیر در نرم‌افزار (Stat>Control Chart>Box-Cox Transformation) و خروجی ۲ خواهیم داشت.

طبق شکل ۲ مقدار بهینه تعیین شده توسط نرم افزار برای ۸ (مقدار ۸ رند شده است) برابر است با: ۱-.

طبق نمودار ۲، نرم‌افزار مقادیر انحراف معیار را بر حسب ۸ رسم نموده و کمترین مقدار ۸ طبق گراف، ۱- محاسبه شده است. فاصله اطمینان ۹۵

Normality Test

Variable: Energy

Percentile Lines

None

At Y values:

At data values:

Tests for Normality

Anderson-Darling

Ryan-Joiner (Similar to Shapiro-Wilk)

Kolmogorov-Smirnov

Title:

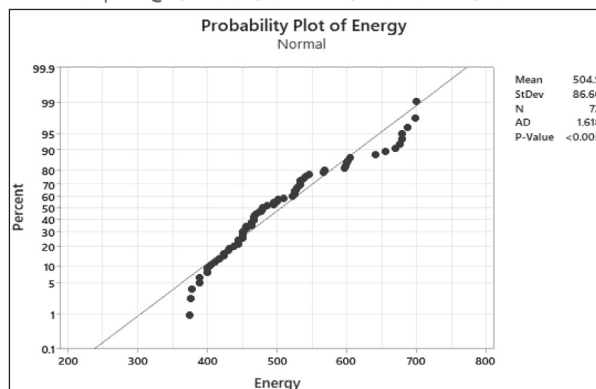
Select

Help

OK

Cancel

خروجی ۱. آزمون نرمالیتی انرژی مصرفی بویلر روغن داغ در نرم افزار

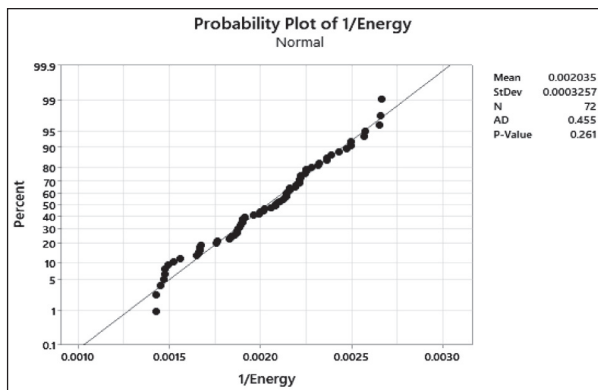


شکل ۱. نمودار احتمال انرژی مصرفی بویلر روغن داغ و آزمون اندرسن-دارلینگ

می‌گردد.

طبق نمودار احتمال نرمال (شکل ۱)، داده‌ها حول خط مرجع قرار نگرفته و مقدار احتمال (P-Value) آزمون اندرسن-دارلینگ در سطح معنی دار ۵ درصد نیز دلالت بر آن دارد که مصرف انرژی از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند (مقدار احتمال کوچکتر از سطح معنی دار بوده و فرض صفر نرمال بودن داده‌ها قویاً رد می‌گردد).

حال که طبق نمودار احتمال نرمال و آزمون اندرسن-دارلینگ مشخص گردید که داده‌ها نرمال نیستند لذا با استفاده از تبدیلات نرمال‌کننده باکس-



▲ شکل ۳. نمودار احتمال معکوس انرژی مصرفی بویلر روغن داغ و آزمون اندرسن-دارلینگ آن

منابع

۱. تجارب شخصی در صنعت سیمان

درصد برای ۸ یعنی (۰/۸۴، -۲/۴۹)، شامل عدد ۱ نبوده لذا تبدیل توانی باکس-کاکس باید اعمال گردد. در حقیقت طبق رابطه ۲ باید تبدیل عکس داده‌ها بکار گرفته شود.

$$y' = \frac{1}{y} \quad \text{رابطه ۲}$$

گفتنی است که مجدداً آزمون اندرسن-دارلینگ را برای متغیر معکوس انرژی اعمال و شکل ۳ حکایت از نرمال بودن داده‌هاست.

نتیجه گیری

در این تحقیق از روش تبدیل توانی باکس-کاکس جهت نرمال کردن داده‌ها استفاده شده است. البته در نرم افزار از تبدیل جانسون نیز به عنوان تکنیک دیگری جهت نرمالیتی داده‌ها استفاده می‌گردد که این موضوع خود تحقیق دیگری را می‌طلبد.



نشریه سیمان و افزودنی‌ها

سیمان

در راستای تبادل اطلاعات علمی و تخصصی، بهره‌مندی از طرح‌های نوین پژوهشی و تحقیقاتی، ارتقای سطح کیفی محصولات، خدمات و تعالی سازمانی و فراهم کردن فرصتی مناسب برای معرفی پیشرفت‌های جدید در حوزه فناوری و تقویت همکاری پژوهشگران ایران با یکدیگر در خصوص بهینه‌سازی خطوط تولید و طرح‌های توسعه و مصرف انرژی، مواد در جریان تولید و محصولات و تنوع تولیدات در صنعت سیمان، از تمامی اندیشمندان، صاحب نظران، محققان، کارشناسان و دانشجویان و ... دعوت می‌شود تا با ارسال مقاله، نظرها و پیشنهادهای خود در ارتقای این صنعت و نیز این نشریه سهمی داشته باشند. به منظور بهره‌گیری بیشتر و بهتر از مطالب، لازم است مقاله‌های ارسالی به نشریه یا همایش و سمینار دیگری ارائه نشده باشد.

noori_cement@yahoo.com
cementarticle@gmail.com

۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳

۰۹۳۸۱۰۷ ۱۳۱۰

۰۹۱۲۱۰۷ ۱۳۱۰



۱۴۰۳ - ۱۳۷۴

۳ سال در قدمت توزین و بار گیرفانه سیمانها

Schenck Haver & Boecker



www.mehr-machine.com

mail@mehr-machine.com

دفتر مرکزی - تهران خیابان قائم مقام خیابان ۱۰ شماره ۷

تلفن: ۳-۸۵۰۳۹۰۰ فاکس ۸۸۷۴۱۰۲۳

کارخانه شماره ۱. جاجرود، منطقه صنعتی کمرد

کارخانه شماره ۲. پردیس، منطقه صنعتی خرم دشت

بررسی الزامات ساخت و اجرای بتن در هوای سرد مطابق با استانداردهای ملی و بین‌المللی و مطالعه بر روی پارامترهای موثر بر گیرش بتن در هوای سرد

■ علیرضا رحمتی^{*}، مهدی ساکی^{**}، مجید لک^{***}، حامد شایسته نام^{****}

● چکیده

بتن بعد از آب پر مصرف‌ترین فرآورده در جهان است. توسعه زیرساخت‌ها و پیشرفت هر کشور با مصرف و تولید بتن‌های با کیفیت رابطه مستقیم دارد. در نتیجه توجه به کیفیت نهایی این محصول بسیار حائز اهمیت است. یکی از مهمترین پارامترهای موثر بر کیفیت بتن، دمای بتن در هنگام مصرف و در دوره عمل‌آوری می‌باشد. در این پژوهش عوامل موثر بر کیفیت بتن در ساخت و اجرای بتن در هوای سرد با توجه به استانداردهای ملی و بین‌المللی و آیین‌نامه‌های داخلی بررسی شده است. از آنجایی که عدم رعایت الزامات بتن‌ریزی در هوای سرد، بشدت می‌تواند بر خواص بتن سخت شده یا در حال سخت شدن تأثیر نامطلوب ایجاد نماید بنابراین، برای تأمین خواص مورد نیاز بتن براساس الزامات فنی پروژه، انجام یک سری تدابیر و تمهیدات ضروری است که در این پژوهش آمده است. هم‌چنین نتایج آزمون‌های ساخت بتن با دماهای مختلف نشان می‌دهد که با کاهش دمای بتن در لحظه ساخت (در محدوده مورد مطالعه) نتایج بتن تازه و سخت شده به طور چشمگیری بهبود می‌یابند. آزمون‌های تعیین زمان گیرش بتن نشان می‌دهد که در شرایط بتن‌ریزی در هوای سرد احتمال رویارویی زود هنگام بتن در حال سخت شدن با شرایط یخ‌بندان افزایش می‌یابد و ممکن است به آن آسیب برساند. بعلاوه شرایط هوای سرد آهنگ کسب مقاومت بتن را کند می‌کند.

کلمات کلیدی: بتن، هوای سرد، گیرش، مقاومت فشاری، سیمان.

◀ ۱. مقدمه

در مخلوط آب و سیمان کاهش یابد و گیرش بتن را با مشکلات جدی رو به رو نماید. بتنی که در چنین شرایطی عمل‌آوری شود، ویژگی‌هایی که برای آن پیش‌بینی شده و طراحی شده را ممکن است بدست نیاورد. اگر آب در قسمت‌هایی از بتن یخ بزند، واکنش هیدراتاسیون در آن قسمت‌ها به‌طور کلی متوقف می‌شود و در نتیجه بتن در آن قسمت دچار ضعف‌های جدی می‌شود. بنابراین باید تدابیری اندیشیده شود تا در هنگام بتن‌ریزی در هوای سرد، بتن با دمای مناسب تهیه گردد و محافظت‌های لازم از بتن پس از ریخته شدن انجام شود و بتن بتواند با سرعت مناسبی سخت شود و برای مقاومت و ویژگی‌های نهایی آن مشکلی ایجاد نشود. براساس تعریف ارائه شده در مقررات ملی ساختمان، بتن‌ریزی در هوای سرد به مواردی اطلاق می‌شود که بتن در دمای محیطی کمتر از ۵ درجه سلسیوس ریخته

بتن، حاصل واکنش شیمیایی آب و سیمان است. به شکل بسیار ساده شده طی این واکنش ابتدا سیمان با آب، یک ترکیب ژله‌ای ایجاد می‌کند. این ترکیب، حالت سیال ویسکوزی را به وجود می‌آورد که سنگدانه‌ها در آن فضا معلق می‌شوند و با توسعه واکنش شیمیایی، تدریجاً این بخش ژله‌ای سخت شده و در این راستا سنگدانه‌ها را به یکدیگر چسبانده و باعث سختی بتن می‌گردد. این واکنش به واکنش هیدراتاسیون (هیدراته شدن یا آبگیری) معروف است. دمای پایین باعث می‌شود تا سرعت واکنش هیدراتاسیون

*رئیس کمیته فنی کانون سراسری انجمن‌های صنفی تولیدکنندگان بتن کشور و مدرس دانشگاه شهید بهشتی

**کارشناس ارشد شیمی آلی، کارشناس آزمایشگاه بتن، سیمان نزار قم

***کارشناسی مهندسی بهره برداری سیمان، رئیس فنی آزمایشگاه بتن

****دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، مدیر فروش و بازاریابی، سیمان نزار قم

جدول ۱. حداقل دمای بتن، درجه سلسیوس [۲]

شرایط	حداقل اندازه مقطع عضو بتنی، متر			
	کمتر از ۰/۳	بین ۰/۳ تا ۰/۹	بین ۰/۹ تا ۱/۸	بیش از ۱/۸
حداقل دمای بتن در هنگام بتن ریزی و در دوره ی حفاظت	۱۳	۱۰	۷	۵
حداقل دمای بتن پس از مخلوط کردن:	* برای دمای هوا بیش از صفر درجه	۱۶	۱۰	۷
	بین صفر تا -۱۵ درجه سانتیگراد	۱۸	۱۳	۱۰
	کمتر از -۱۵ درجه سانتیگراد	۲۰	۱۸	۱۲

ریختن بتن روی زمین یا بتن یخ زده اجتناب شود و دمای آنها قبل از بتن ریزی به بیش از صفر درجه ی سلسیوس افزایش یابد. آب یخ زده روی میلگردها یا قطعات فولادی می تواند به کاهش چسبندگی بتن به فولاد منجر شود. [۲]

۲.۲. الزامات پس از بتن ریزی

در هوای سرد، آب ناشی از آب انداختن به مدت طولانی تری بر سطح بتن باقی می ماند. عملیات پرداخت سطح در هوای سرد باید با دقت بیشتری، به ویژه برای سطوحی که بعدها دارای تردد و سایش هستند، انجام پذیرد. بلافاصله پس از بتن ریزی، باید حفاظت از بتن با پوشش عایق رطوبتی و حرارتی (مانند پشم شیشه درون پوشش نایلون) یا گرم کردن آغاز شود. در صورتی که لازم باشد از روش گرم کردن برای محافظت بتن استفاده شود، نیاز به ایجاد فضای بسته در اطراف بتن خواهد بود. در این موارد باید از روشن کردن آتش بر روی عضو بتنی اجتناب شود. در مواردی که از وسایل گرمای استفاده می شود و گاز دی اکسید کربن تولید می گردد، گازهای تولید شده باید با روش یا وسیله مناسب، نظیر لوله ی دودکش، به بیرون از فضای بسته اطراف بتن، هدایت شود. برای مقایسه دمای بتن در طی مدت حفاظت با حداقل دمای دوره حفاظت که در جدول ۱ ارائه شده، لازم است دمای سطح بتن، به ویژه در نواحی بحرانی نظیر سطوح قالب بندی نشده یا لبه ها و گوشه ها، حداقل دو بار در هر شبانه روز اندازه گیری و ثبت گردد. [۲]

۲.۳. حداقل دمای بتن تازه

حداقل دمای مجاز مخلوط بتن تابع دمای هوا و حداقل اندازه مقطع عضو بتنی است. در جدول ۱ حداقل دمای مخلوط بتن در هنگام مخلوط کردن، در زمان بتن ریزی و در دوره حفاظت ارائه شده است. بتن ریزی نباید در دمای کمتر از (-۱۵) درجه سلسیوس، انجام شود مگر آنکه دستگاه نظارت با رعایت تمهیدات خاص آن را مجاز بداند. دمای مخلوط بتن در هنگام بتن ریزی نباید بیش از ۱۱°C از دماهای ذکر شده در ردیف ۱ جدول ۱ بیشتر باشد و هم چنین دمای بتن پس از مخلوط کردن نباید بیش از ۸°C از دماهای ذکر شده در ردیف ۲ جدول ۱، بالاتر باشد. حداقل دمای مجاز بتن هنگام اختلاط، ریختن و نگهداری و نیز حداکثر مجاز افت تدریجی دما در ۲۴ ساعت اولیه پس از خاتمه دوره عمل آوری بتن مطابق جدول ۱ می باشد. [۲]

۲.۳.۱. محاسبه دمای مخلوط

اگر وزن، دمای همه اجزای سازنده، رطوبت سنگدانه ها در بتن تعیین شده باشد می توانیم با معادله ۱ دمای بتن را تخمین بزنیم [۴].

$$1. \frac{0.22(T_s W_s + T_a W_a + T_c W_c) + T_w W_w + T_s W_{ws} + T}{0.22(W_s + W_a + W_c) + W_w + W_{wa} + W_{ws}}$$

۲.۳.۲. افت دمای بتن هنگام تحویل

افت دمای بتن، جهت تحویل یک ساعته مطابق با روابط شماره ۲ الی ۴ می باشد:

$$2. T_d = 0.25 (tr - ta) \quad (\text{برای میکسرهای درام گردان})$$

$$3. T_d = 0.10 (tr - ta) \quad (\text{برای بدنه عایق دار و پوشیده شده})$$

و نگهداری می شود. در این موارد باید تمهیدات خاص، هم برای ریختن و هم برای عمل آوردن، به کار گرفته شوند، تا از شرایط یخ زدگی جلوگیری شده و شرایط مناسب برای کسب مقاومت مطلوب تامین شوند. [۱]

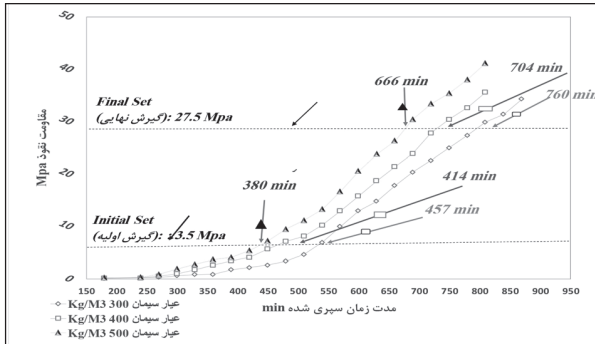
مطابق تعریف آیین نامه بتن ایران (آبا)، در مواردی که دمای هوا کمتر از +۵ درجه سلسیوس باشد و یا احتمال برود که در مدت حفاظت از بتن، دمای هوا به کمتر از این مقدار برسد، شرایط هوای سرد به وجود می آید و باید الزامات این بخش رعایت گردد. در صورتی که شرایط آب و هوایی مطابق با تعاریف ذکر شده باشد می توان گفت، بتن های جوان ممکن است در معرض چرخه ذوب و یخبندان قرار بگیرند. این چرخه باعث تغییر حجم بتن و در نتیجه ترک خوردگی و تخریب بتن جوان می گردد. این تخریب ناشی از انبساط خمیر سیمان به دلیل چرخه یخ زدگی و آب شدن پی در پی می باشد. بیشترین تاثیر هوای سرد بر روی گیرش بتن می باشد. چنانچه یخ زدن بتن در ساعات های ابتدایی بتن ریزی صورت گیرد این احتمال وجود دارد که، گیرش بتن انجام نشود. [۲]

۲. الزامات تولید و اجرای بتن ریزی در هوای سرد

مطابق آیین نامه های ملی و بین المللی الزامات بتن ریزی در هوای سرد باید انجام گیرد. این الزامات مربوط به، قبل از بتن طریزی، بعد از بتن طریزی، رعایت دمای بتن در هنگام ریختن و عمل طآوری، محاسبه طرح مخلوط بتن و مصالح مصرفی می طباشد که در ادامه توضیح داده شده است.

۲.۱. الزامات قبل از بتن ریزی

کلیه وسایل و تجهیزات بتن ریزی در هوای سرد باید در کارگاه موجود باشد. این موارد شامل دماسنج، پوشش محافظتی برای بتن و در صورت لزوم وسایلی برای محفوظ کردن فضای اطراف بتن و وسایل گرمایشی است. هم چنین قبل از بتن ریزی باید شرایط آرماتورها و قالب ها مورد بازرسی قرار گیرند و نباید یخ و برف در سطح آنها مشاهده شود. هم چنین دمای هر نوع فلزی که در تماس با بتن قرار می گیرد، باید قبل از بتن ریزی بیش از صفر درجه سلسیوس باشد. باید به این نکته توجه داشت که از



Water weight(L)	Weight of Coarse(Kg)	Weight of sand(Kg)	Environment temperature(°C)	Fresh concrete temperature(°C)	W/C	عنوان طرح
170	750	1120	12.2	13.9	0.57	عیار 300
190	690	1036		14.5	0.48	عیار 400
215	640	951		14.7	0.43	عیار 500

▲ نمودار ۱. تعیین زمان گیرش اولیه و نهایی بتن مطابق استاندارد ملی ایران شماره [۳]۶۰۴۶

اجرای آسان‌تر از مصالح دیگر است. معمولاً اگر دمای آب مخلوط، حدود 60°C باشد، جهت رسیدن به دمای مناسب در بتن به دمای بیشتر از 15°C برای سنگدانه نیاز است. برف و توده‌های یخ همراه مصالح را با گرم کردن از بین ببرید زیرا اغلب توده‌هایی به بزرگی ۷۶ میلیمتر در مخلوط بتن حالت خود را حفظ می‌کنند و باز نمی‌شوند. یکی از کارآمدترین روش‌های گرم کردن مصالح و جلوگیری از یخ زدن آنها استفاده از لوله‌های آب گرم در زیر دیوای مصالح بخصوص مصالح ریزدانه می‌باشد. نمودار ۱ آزمون گیرش بتن را نشان می‌دهد این آزمون در آزمایشگاه بتن شرکت سیمان نیاز قم انجام شده است.

۳. نکات مربوط به حمل و ریختن بتن

حمل و ریختن بتن باید به نحوی باشد که بتن تازه، دمای خود را از دست ندهد. بتن باید در حد امکان در وسایل و ماشین‌آلات سر بسته و عایق بندی شده حمل گردد. (عایق کردن بدنه تراک میکسرها با گونی یا عایق حرارتی خشک‌ها). لازم به ذکر است که قبل از بتن‌ریزی باید میلگردها، قالب، سطح بتن سخت شده قبلی و زمین از هر نوع یخ‌زدگی زدوده شود. [۲]

۴. عمل‌آوری

عمل‌آوری اولیه یا محافظت مربوط به مرحله‌ای است که بتن، سخت نشده است یا مراحل ابتدایی سخت شدن را می‌گذراند در این مرحله بتن ممکن است تحت اثر آسیب‌ها و اثرات نامطلوب، مانند: شسته شدن با جریان آب یا رگبار، خشک شدن اولیه در اثر وزش باد یا تابش مستقیم آفتاب، یخ زدن سریع در هوای بسیار سرد و لرزش و ضربه ناگهانی قرار گیرد. شرط مقاومتی مدت حفاظت از بتن در هوای سرد رسیدن به مقاومت ۵ مگاپاسکال در بتن غیر اشباع یا ۲۵ مگاپاسکال در حالت اشباع است. عمل‌آوری نهایی یا مراقبت مربوط به زمان پس از گیرش بتن و در مرحله سخت شدن است، که در آن باید: رطوبت سطحی و حداقل دمای لازم برای

$$T_d = 0.20 (t_r - t_a) \quad ۴.$$

مثال:

اگر بتن مطابق معادله ۲ در میکسر درام گردان باشد، و دمای هوا 7°C - درجه سانتیگراد، و دمای تحویل بتن 10°C درجه سانتیگراد در محل پروژه باشد، از رابطه ۵ افت دما را محاسبه می‌کنیم:

$$T_d = 0.20 (10 - (-7)) = 4.2^{\circ}\text{C} (7.5^{\circ}\text{C}) \quad ۵.$$

با توجه به شرایط تحویل بتن، در می‌یابیم که دمای بتن باید حدوداً 14°C درجه سانتیگراد باشد. با محاسبه افت دمای بتن (4°C درجه سانتیگراد) بتن با دمای 10°C درجه سانتیگراد تحویل می‌شود. [۴]

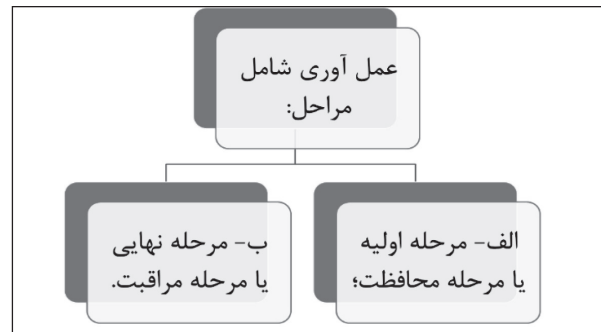
۲.۴. مصالح مصرفی

یکی از نکات مهم در شرایط بتن‌ریزی در هوای سرد این است که از سیمان‌های پوزولانی و آمیخته به دلیل حرارت هیدراتاسیون کمتر استفاده نشود. این عمل می‌تواند احتمال یخ زدن بتن را تشدید کند. استفاده از مقادیر بیشتر سیمان پرتلند (عیار سیمان) در بتن به دلیل افزایش حرارت ناشی از هیدراته شدن سیمان و کاهش نسبت آب به سیمان باعث افزایش حرارت بتن و کاهش زمان گیرش بتن (افزایش سرعت سخت شدن) در قالب خواهد شد. بدین منظور سه طرح مخلوط بتن در آزمایشگاه بتن شرکت سیمان نیاز قم با شرایط کاملاً یکسان ساخته شد که تنها تفاوت آنها در عیار سیمان بود ($300, 400$ و 500 کیلوگرم در متر مکعب). آزمون گیرش بتن مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 6046 بر روی آزمون‌ها انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش عیار سیمان زمان گیرش بتن به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. نمودار ۱ تفاوت ساخت بتن با عیارهای مختلف را نشان می‌دهد. در تولید بتن جهت تامین دمای مناسب باید از آب گرم برای تهیه بتن استفاده گردد. باید توجه داشت که از تماس مستقیم آب با دمای بالای 40°C درجه سانتیگراد با سیمان اجتناب شود. آب گرم می‌تواند به مصالح سنگدانه‌ای اضافه و سپس سیمان مخلوط شود. در استاندارد ملی افزودنی‌های شیمیایی بتن ایران واژه‌ای بنام ضد یخ وجود ندارد و استفاده از این کلمه توصیه نمی‌گردد و در صورت لزوم (فوق) روان‌کننده زودگیر کننده فاقد یون کلر می‌تواند مصرف گردد. استفاده از مواد افزودنی فاقد نشان استاندارد ممنوع است و زودگیر کننده‌های دارای یون کلر صرفاً در بتن غیر مسلح قابل استفاده هستند.

با کاهش میزان آب مصرفی در هنگام ساخت بتن با کمک روان‌کننده‌ها یا فوق روان‌کننده‌های حاوی زودگیر کننده‌های استاندارد کمک مهمی به کاهش ریسک یخ‌زدگی بتن جوان می‌شود. اضافه کردن 5 تا 10 لیتر آب در یک متر مکعب بتن تقریباً بین نیم تا 2 ساعت گیرش بتن را به تاخیر می‌اندازد. سنگدانه‌ها نباید قبل از استفاده با برف و یخ ترکیب شده باشند. معمولاً ماسه از شن مرطوب‌تر و احتمال یخ زدن در آن بیشتر است. بنابراین اغلب گرم کردن ماسه ضرورت پیدا می‌کند.

از آنجا که گرمای ویژه آب بیشتر از مصالح دیگر است توصیه می‌شود ابتدا آب مصرفی مخلوط بتن گرم شود هم‌چنین گرم کردن آب از نظر

۲. در شرایط هوای سرد اصل بر این است که عمل آوری به روش عایقی (پوشاندن با نایلون یا مواد غشاساز) برای حفظ رطوبت درون بتن انجام گردد و از عمل آوری مرطوب اجتناب گردد؛
۳. نباید اجازه داده شود بتن اشباع تا قبل از رسیدن به مقاومت فشاری ۲۵ مگاپاسکال، یخ بزند؛
۴. بتن تازه باید در مقابل وزش باد، به ویژه پس از برداشتن پوشش‌ها محافظت گردد. باید توجه داشت که از تبخیر زیاد آب و بروز پدیده کربناسیون در سطوح بتن بر اثر احتراق مواد سوختی برای گرم کردن آن جلوگیری شود؛
۵. لازم به ذکر است که در صورتی که از افزودنی حباب‌زا در هنگام ساخت بتن استفاده نماییم دست یابی به مقاومت ۲۵ مگاپاسکال در بتن اشباع ضرورتی ندارد [۲].
- نمودار ۲ مراحل مختلف عمل آوری را نشان می‌دهد.



▲ نمودار ۲. مراحل عمل آوری بتن



▲ شکل ۱. نمونه‌ای از محافظت بتن در برابر یخ زدگی

▼ جدول ۲. حداکثر افت دمای بتن، ۲۴ ساعت پس از خاتمه حفاظت [۲]

حداکثر مجاز افت دما، درجه سلسیوس	حداقل بُعد عضو بتنی، متر
۲۸	کمتر از ۰/۳
۲۲	۰/۳ تا ۰/۹
۱۷	۰/۹ تا ۱/۸
۱۱	بیشتر از ۱/۸ متر

▼ جدول ۳. مشخصات طرح مخلوط بتن و نتایج بتن تازه با رده مقاومتی C30

کد نمونه	عنوان طرح	سیمان (Kg)	درشت دانه (Kg)	ریز دانه (Kg)	آب (Lit)	نسبت آب به مواد سیمانی	اسلامپ (mm)	هوای بتن (%)	وزن بتن مخصوص (Kg/Cm3)	دمای بتن تازه (°C)
۱۳۴۵	بتن با دمای ۵۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۷۶۰	۹۲۰	۲۳۰	۰/۵۳	۱۰۰	۱/۶	۲۳۵۲	۵۵
۱۳۵۵	بتن با دمای ۴۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۷۸۰	۹۴۵	۲۱۴	۰/۴۹	۱۰۰	۱/۷	۲۳۵۴	۴۵
۱۳۵۸	بتن با دمای ۳۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۷۹۰	۹۶۰	۲۰۵	۰/۴۷	۱۰۰	۱/۵	۲۳۵۸	۳۵
۱۳۶۵	بتن با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۷۶۵	۱۰۱۰	۲۰۰	۰/۴۴	۱۰۰	۱/۵	۲۳۶۶	۲۵
۱۳۷۶	بتن با دمای ۱۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۸۰۰	۹۷۰	۱۹۵	۰/۴۴	۱۰۰	۱/۶	۲۳۷۹	۱۵
۱۳۷۴	بتن با دمای ۵ درجه سانتیگراد	۴۰۰	۸۰۰	۹۷۰	۲۰۰	۰/۴۵	۱۰۰	۱/۶	۲۳۷۹	۵

هیدراته شدن سیمان فراهم شود. بنابراین رعایت نکات زیر در عمل آوری نهایی ضروری و لازم می‌باشد:

۱. نباید اجازه داده شود بتن غیر اشباع تا قبل از رسیدن به مقاومت فشاری ۵ مگاپاسکال، یخ بزند؛

۵. محافظت بتن سخت شده

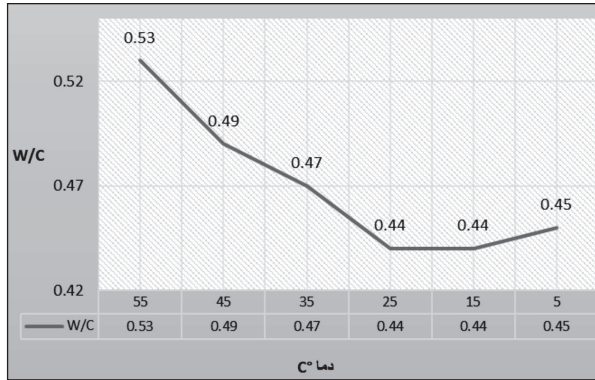
مطابق الزامات اجرایی آیین‌نامه بتن ایران، پس از بتن‌ریزی لازم است دمای بتن برای مدت حداقل ۳ روز، با دمای حداقل برابر با دمای ردیف یک در جدول ۱ نگهداری شود. این عمل را می‌توان توسط پوشش مناسب و در صورت لزوم ایجاد محفظه بسته و اعمال گرمایش، تامین کرد. در صورتی که با استفاده از نمونه‌های آگاهی یا بلوغ‌سنجی یا روشهای غیرمخرب، بتوان نشان داد که بتن به مقاومت ۵ مگاپاسکال رسیده است، می‌توان حفاظت را خاتمه داد [۲]. در هنگام گرم کردن بتن باید از خشکی زدگی سریع آن (ناشی از تبخیر) اجتناب و گرما به صورت یکنواخت بر سطح بتن اعمال شود. شکل ۱ نمونه‌ای از محافظت بتن در برابر یخ زدگی را نشان می‌دهد.

۶. افت دما پس از دوره حفاظت

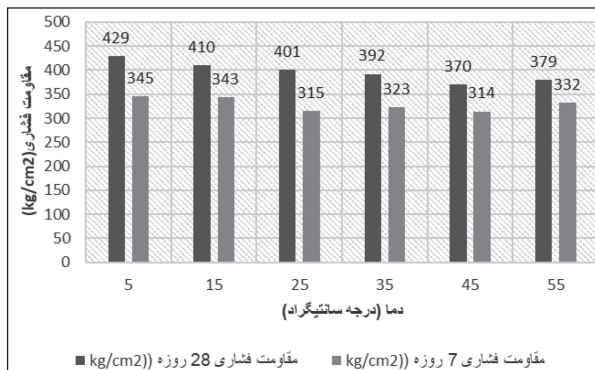
پس از اتمام دوره حفاظت از بتن، در طی مدت حداقل ۲۴ ساعت باید به تدریج از حفاظت کاسته شود تا بتن، در معرض تغییرات ناگهانی دما قرار نگیرد. حداکثر مجاز افت دما پس از ۲۴ ساعت باید با توجه به حداقل بُعد عضو بتنی مطابق با جدول ۲ باشد [۲].

۷. نتایج آزمایشگاهی و تجربی

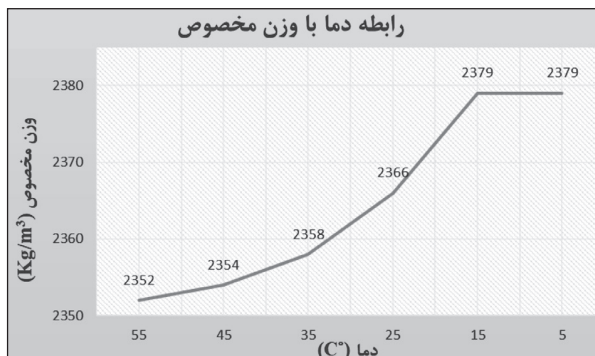
با توجه به اهمیت دمای مصالح در لحظه ساخت بتن، شش طرح مخلوط با دماهای ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتیگراد ساخته شد. تمامی مصالح و مراحل نمونه‌گیری برای همه نمونه‌ها در شرایط یکسان بود و شاخص اسلامپ ۱۰۰ میلی‌متر برای همه طرح مخلوط‌ها در نظر گرفته شد. در این مطالعه تاثیر دمای مصالح مصرفی بر تغییرات طرح اختلاط به ویژه نسبت آب به سیمان و مقاومت‌های ۷ و ۲۸ روزه بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش دما نسبت آب به سیمان به طور قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. و بدیهی است که این کاهش مصرف آب در هنگام



▲ نمودار ۳. رابطه نسبت آب به سیمان با دما (با روانی برابر)



▲ نمودار ۴. تاثیر دما بر مقاومت فشاری



▲ نمودار ۵. رابطه دما با وزن مخصوص بتن تازه

T_w = temperature of added mixing water, °F (°C)

W_a = saturated surface-dry weight of coarse aggregate, lb (kg)

W_c = weight of cement lb (kg)

W_s = saturated surface-dry weight of fine aggregate, lb (kg)

W_w = weight of mixing water, lb (kg)

W_{wa} = weight of free water on coarse aggregate, lb (kg)

W_{ws} = weight of free water on fine aggregate, lb (kg)

۱۱. منابع

۱. مبحث نهم مقررات ملی ساختمان. طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه، ویرایش پنجم، نشر توسعه ایران (۱۳۹۹)؛
۲. آیین‌نامه بتن ایران آبا، تجدید نظر دوم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۹۹)؛
۳. مجموعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و تحقیقاتی سیمان و بتن در مرکز تحقیقات بتن شرکت سیمان نيزار قم؛

ساخت بتن منجر به افزایش مقاومت خواهد شد.

این تحقیق در آزمایشگاه بتن (همکار سازمان ملی استاندارد) شرکت سیمان نيزار قم انجام شده و طرح اختلاط آن و مشخصات بتن تازه در جدول ۳ آمده است. [۳]

۸. نتایج

نمودار ۳ رابطه نسبت آب به سیمان با دما را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش دمای بتن، نسبت آب به سیمان نیز کاهش می‌یابد. این در حالی است که میزان روانی ثابت است و در این تحقیق ۱۰۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است.

نمودار ۴ رابطه دما با مقاومت فشاری را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش دما حین ساخت بتن مقاومت فشاری افزایش می‌یابد. نمودار ۵ رابطه وزن مخصوص بتن تازه را با دمای بتن نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش دمای بتن در حین ساخت وزن مخصوص بتن تازه افزایش می‌یابد که این امر به دلیل کاهش نسبت آب به سیمان و در واقع کاهش آب مصرفی حین ساخت می‌باشد.

۹. نتیجه‌گیری

دمای بتن در هنگام تولید و در محل پروژه باید با حداقل‌های ذکر شده تطبیق داشته باشد. هم‌چنین باید جهت کاهش آب و آسیب یخ‌زدگی احتمالی آن، بتن با نسبت آب به سیمان کم (روانی اولیه پایین) تولید گردد و تامین روانی لازم با مصرف افزودنی فوق روان‌کننده زودگیر فراهم گردد. در فصول سرد سال در طرح اختلاط از عیار سیمان بیشتر استفاده نماییم تا بتوان مقاومت فشاری بالاتری در سنین اولیه جهت کاهش زمان قالب برداری به دست آوریم و از حرارت هیدراتاسیون سیمان برای حفظ دمای بتن و کاهش زمان گیرش آن نیز بهره ببریم. نمودار ۱ به درستی این موضوع را نشان می‌دهد.

لازم است پس از ریختن بتن، الزامات و مراحل مختلف عمل‌آوری را رعایت کنیم. برای تعیین زمان قالب برداری نیز باید مطابق جداول آیین‌نامه بتن ایران (آبا) و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان عمل نماییم.

۱۰. ضمایم

M = maturity factor, deg-h

t_a = ambient air temperature, °F (°C)

t_r = concrete temperature upon delivery to the jobsite, °F (°C)

T = concrete temperature, °F (°C)

T_a = coarse aggregate temperature, °F (°C)

T_c = cement temperature, °F (°C)

T_d = drop in temperature to be expected during a 1-hour delivery time, °F (°C). (This value should be added to t_r to determine the recommended temperature of concrete at the plant after batching.)

T_o = datum temperature, °F (°C)

T_s = fine aggregate temperature, °F (°C)

4. ACI 306, Guide to Cold Weather Concreting, First Printing September (2016)

5. ASTM C94 / C94M: 2017a, Standard Specification for Ready-Mixed Concrete

۶. استاندارد ملی ایران، بتن آماده-ویژگی‌ها، شماره ۶۰۴۴، تجدید نظر دوم، ۱۳۹۷؛

۷. استاندارد ملی ایران، بتن سخت شده-روش آزمون، شماره ۳-۱۶۰۸؛

۸. مکرمیان، محمدرضا، ۱۴۰۱، ارزیابی بتن، ساخت بتن و بتن ریزی در آب و هوای سرد، کنفرانس بین‌المللی پیشرفت‌های اخیر در مهندسی، نوآوری و تکنولوژی، <https://civilica.com/doc/1465549>؛

۹. اسعدی، سعید، ۱۳۸۸، بتن ریزی در هوای سرد و اقدامات اصلاحی در جهت کاهش مدت زمان اجرای اسکلت بتنی با سیستم قالب تونلی، سومین کنفرانس بین‌المللی بتن و توسعه، تهران، <https://civilica.com/doc/60601>؛

۱۰. شهرکی، مهتاب، ۱۴۰۲، بتن ریزی در هوای گرم و راهکارهای مقابله با اثرات هیدراتاسیون در دمای بالا، اولین همایش بین‌المللی معماری، عمران، علوم زمین و محیط‌زیست سالم، همدان، <https://civilica.com/doc/1716867>؛

نشریه ایران
نشریه و افزودنی‌ها

در راستای تبادل اطلاعات علمی و تخصصی، بهره‌مندی از طرح‌های نوین پژوهشی و تحقیقاتی، ارتقای سطح کیفی محصولات، خدمات و تعالی سازمانی و فراهم کردن فرصتی مناسب برای معرفی پیشرفت‌های جدید در حوزه فناوری و تقویت همکاری پژوهشگران ایران با یکدیگر در خصوص بهینه‌سازی خطوط تولید و طرح‌های توسعه و مصرف انرژی، مواد در جریان تولید و محصولات و تنوع تولیدات در صنعت سیمان، از تمامی اندیشمندان، صاحب‌نظران، محققان، کارشناسان و دانشجویان و ... دعوت می‌شود تا با ارسال مقاله، نظرها و پیشنهادها خود در ارتقای این صنعت و نیز این نشریه سهمی داشته باشند.

به منظور بهره‌گیری بیشتر و بهتر از مطالب، لازم است مقاله‌های ارسالی به نشریه یا همایش و سمینار دیگری ارائه نشده باشد.

noori_cement@yahoo.com
cementarticle@gmail.com

۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳



بررسی سنسورها و ترانس‌میترها ی دمای مورد استفاده در صنعت سیمان بخش دوم

■ ابوالفضل کریم آبادی، کارشناس بازرسی فنی برق و الکترونیک، واحد فنی و مهندسی، سیمان سبزوار

● چکیده

در این مقاله در بخش اول به بررسی سنسورهای RTD که به طور متداول در کنترل دمایی یاتاقان‌های تجهیزات دوار مثل لارج فن‌ها و... بکار گرفته می‌شوند به لحاظ مکانیزم عملکرد سنسورهای RTD و روش نصب و ساختار و اجزای اصلی تشکیل دهنده سنسور و نگهداری و کالیبراسیون آنها پرداخته و سپس به بررسی انواع سنسور RTD و مزایا و معایب آن و نحوه و چگونگی انتخاب آن می‌پردازیم و در بخش دوم به بررسی سنسورهای ترموکوپل که به طور متداول در سیکلون‌های پیش گرم کن کوره و... می‌پردازیم و مکانیزم و اساس کار ترموکوپل‌ها و انواع ترموکوپل‌ها و مزایا و معایب آن و نحوه انتخاب ترموکوپل‌ها و پارامترهای موثر در انتخاب ترموکوپل‌ها سپس به بررسی عوامل خرابی ترموکوپل‌ها و نحوه تست و عیب‌یابی آنها می‌پردازیم و سپس به مقایسه ترموکوپل و RTD پرداخته و در نهایت به بررسی سنسورهای دمای ترمیستور و RTD مورد استفاده در الکتروموتورهای MV و ترانسفورماتورهای کاهنده یا افزایش دهنده... می‌پردازیم و در بخش سوم به بررسی ترانس‌میترها ی دما به لحاظ مکانیزم عملکرد و انواع ترانس‌میترها ی دما و مزایا و معایب آن و فاکتورهای موثر در انتخاب ترانس‌میترها ی دما و نحوه پیکربندی و کالیبره ترانس‌میترها ی دما و در نهایت در بخش چهارم به نحوه اتصال ترانس‌میترها به کارت‌های آنالوگ و سیگنال‌های پردازش آنالوگ در سیستم PLC کنترل کننده و نحوه تنظیمات و SCAL بندی آن در HMI می‌پردازیم.

◀ ترموکوپل صنعتی چیست؟

ترموکوپل‌ها یکی از پرکاربردترین سنسورهای دما هستند، که به دلیل قابلیت اطمینان بالا، ساده بودن مکانیزم عملکرد، رنج دمایی گسترده و مقرون به صرفه بودن از محبوبیت زیادی برخوردارند. ترموکوپل‌ها در صورت نصب صحیح، می‌توانند اندازه‌گیری دما را با دقت مناسبی انجام دهند. این تجهیزات که براساس اثر ترموالکتریک فعالیت می‌کنند، مکانیسم ترموکوپل (Thermocouple) را براساس پدیده سبیک (Seebeck) طراحی کرده‌اند که در این عملکرد اختلاف دما بین دو نقطه را به ولتاژ تبدیل می‌کنند. در ورودی خود دما را دریافت کرده و در خروجی ولتاژ تولید می‌کنند.

◀ تولید ولتاژ از طریق دما

این فرآیند به اثر ترموالکتریک مشهور بوده و اساس کار ترموکوپل‌ها است.

◀ اثر ترمو الکتریسیته و کاربرد آن در ترموکوپل

این پدیده توسط سبیک در سال ۱۸۲۱ کشف شد. او متوجه شد هرگاه دو انتهای دو رشته سیم غیر هم جنس را به یکدیگر وصل کرده و نقطه اتصال را حرارت دهیم در این محل یک اختلاف پتانسیل الکتریکی که به آن پتانسیل تماس یا ولتاژ سبیک می‌گویند به وجود می‌آید. در صورتی

◀ اساس کار ترموکوپل

ترموکوپل یکی از انواع تجهیزات ابزار دقیق می باشد که جهت اندازه گیری دما در صنایع مختلف و در رنج های مختلف دمایی مورد استفاده قرار می گیرد. این وسیله از دو فلز غیر همسان ساخته شده است که به یکدیگر متصل می باشند. زمانی که به محل اتصال این فلزات حرارت می رسد در این محل جریان بسیار ضعیفی تولید شده و به سمت سیم ها جریان پیدا می کنند. با توجه به اثر سیبک، با تغییر دمای سمت مشترک دو فلز، در دو سر جدا از هم اختلاف پتانسیل ایجاد می شود. بالا رفتن دما در محل اتصال دو فلز باعث می شود که ولتاژ تولید شده افزایش پیدا کند در واقع باید بدانید که این سنسور در هر دما ولتاژ معینی را تولید کرده با اندازه گیری دقیق این ولتاژ با استفاده از یک ولتمتر ولتاژ خروجی قادر خواهید بود که دمای محل اتصال را به شکل دقیق اندازه گیری نمایید. و میزان دما را بر اساس آن محاسبه می کنیم. در واقع، ولتاژ بین دو سیم منعکس کننده تغییر دماست. اگرچه دقت اندازه گیری سنسور دمای ترموکوپلی کمی کمتر از یک سنسور RTD باشد، اما آنها دارای محدوده گسترده دمایی از -200 درجه سانتیگراد تا 1750 درجه سانتیگراد) بوده و انتخاب مقرون به صرفه تری نسبت به سنسورهای RTD هستند.

◀ تفاوت ترموکوپل صنعتی با مدل ساده آن چیست؟

ترموکوپل صنعتی یا جفت گرمایی تفاوت این نوع با ساده آن در دقت بالا و سرعت و توان اندازه گیری بالایی دارد در مدل های ساده آن اندازه گیری دما بین 180 تا $180 +$ است اما در مدل های صنعتی این قابلیت ارتقا یافته و تشخیص دما از 270 تا $2500 +$ درجه سلسیوس را دارد که این قابلیت ها بسته به نوع پیکربندی آن قابل استفاده است. با توجه به اینکه این دستگاه ها از توانایی های فوق العاده ای برخوردار هستند اما در عین حال از ساختار ساده ای برخوردار هستند. در ساخت مدل های صنعتی از آلیاژهای مختلفی استفاده می شود.

◀ انواع ترموکوپل از نظر نوع متریال

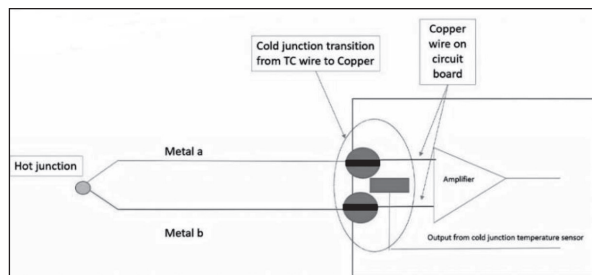
بر اساس ترکیبات ممکن از فلزها، می توان تعداد بیشماری ترموکوپل ساخت ولی در عمل تعداد ترموکوپل ها مشخص و محدود است. ترموکوپل ها از فلزات پایه یا فلزات خاص تشکیل شده اند. انواع B, S, R, E, T, J, K, N با توجه به نوع فلزات دسته بندی می شوند.

ترموکوپل های نوع J, K, T, E و به عنوان ترموکوپل های بیسمتال (Base Metal Thermocouple) و ترموکوپل های S, R و به عنوان ترموکوپل های نوبلمتال (Noble Metal) هستند.

ترموکوپل هایی که از فلزات پایه ساخته شده اند به شرح زیر می باشند:

۱. ترموکوپل نوع K ؛

۲. ترموکوپل نوع J ؛



که دمای اتصالات تشکیل شده با یکدیگر متفاوت باشد جریانی در سیم ها جاری خواهد شد... دستگاه های ترموالکتریک زمانی که دمای متفاوتی در هر قسمت داشته باشند، ولتاژ ایجاد می کنند یا وقتی یک ولتاژ به آن ها اعمال می شود، گرما از یک قسمت به قسمتی دیگر منتقل می شود و اختلاف دما ایجاد می کند. در مقیاس اتمی، دما باعث می شود که حامل های بار از سمت گرم ماده به سمت سرد آن پخش شوند. این اثر می تواند برای تولید الکتریسیته، اندازه گیری دما یا تغییر دمای اجسام استفاده شود. از آنجا که جهت گرمایش و سرمایش توسط قطب های ولتاژ اعمال شده تعیین می شود، دستگاه های ترموالکتریک را می توان به عنوان کنترل کننده دما مورد استفاده قرار داد. اصطلاح "اثر ترموالکتریک" شامل سه اثر جداگانه است:

• اثر سیبک (Seebeck)؛

• اثر پلتیر (Peltier)؛

• اثر تامسون (Thomson).

اثر سیبک: بر مبنای این اثر، گرادیان دما عامل ایجاد اختلاف پتانسیل است.

◀ اثر پلتیر

وقتی جریان الکتریکی از دو رسانای غیر هم جنس عبور کند، در محل اتصال دو فلز گرما یا سرما ایجاد خواهد شد.

◀ اثر تامسون

اگر جریان الکتریکی در ماده ای با گرادیان دمایی برقرار شود، گرما، کاهش یا افزایش می یابد. مقدار این میزان کاهش یا افزایش گرما، با جریان الکتریکی و گرادیان دما متناسب است. با توجه به این سه اثر می توانیم انتظار داشته باشیم با تغییر دمای دو فلز نا هم جنس و اندازه گیری ولتاژ آنها، مکانیزمی برای اندازه گیری دما داشته باشیم، این مکانیزم همان مکانیزم عملکرد ترموکوپل است. پدیده ترموالکتریک بنابراین زمانی که ترموکوپل در مجاورت سیالی که قرار است اندازه گیری دمای آن را انجام دهد قرار می گیرد، اعمال حرارت به نقطه اتصال دو فلز در اثر پدیده سیبک باعث ایجاد ولتاژ کوچکی بین دو فلز در طرف دیگر می شود. در این نقطه که به ترنسدمتر یا ولت متر متصل می شود اتصال مرجع یا سرد تشکیل می شود. این اختلاف پتانسیل در ولتمتر محاسبه و به درجه حرارت نسبت به ترموکوپل تبدیل می گردد. میزان ولتاژ تولید شده متناسب با میزان دما است اثر ترموالکتریک تبدیل مستقیم اختلاف دما به ولتاژ الکتریکی و بالعکس است.

ساخته می‌شود. رنج عملکرد دمایی این نوع ترموکوپل، بین 250°C - سانتیگراد و 400°C + سانتیگراد است. این ترموکوپل نسبتاً ارزان و برای کاربردهای با دمای پایین مناسب است و در برابر رطوبت مقاوم است. حساسیت این ترموکوپل، $46\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است. ترموکوپل تیپ T در صنعت به دلایل زیر بیشتر مورد استفاده می‌گیرد:

- نسبت به تمام انواع ترموکوپل خطی تر است؛
- رنج درجه حرارت مناسبی دارد؛
- همچنین از حساسیت خوبی برخوردار است.

◀ ترموکوپل نوع N

این ترموکوپل از فلزهای Ni-Cr-Si به نام تجاری نیکروسیل و Ni-Si-Mg به نام تجاری نیسیل Nisil ساخته می‌شود. محدوده دمائی آن بین 270°C - سانتیگراد و 1300°C + سانتیگراد است. حساسیت این ترموکوپل، $30\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است و معمولاً در دماهای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین تحمل این سنسور در برابر اکسید شدن در دماهای بالا بسیار مقاوم می‌باشد.

◀ ترموکوپل نوع B, S, R

این ترموکوپل‌ها با استفاده از Pt-Rh پلاتین - رادیوم با ترکیبات مختلف ساخته می‌شود تفاوت این سه نوع در میزان پلاتین آنهاست. قیمت آنها بالا و حساسیت آن بسیار کم و در حدود $10\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ و محدوده دمایی آن تقریباً 50°C - سانتیگراد و 1750°C + سانتیگراد است. انواع این ترموکوپل‌ها در اندازه گیری با دمای بالا به طور مثال در صنعت شیشه و فولاد به کار می‌روند. جدول ۱ رنج دمایی ترموکوپل‌های استاندارد می‌باشد که با توجه به کاربرد، محیط اندازه‌گیری دما و رنج دما، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در ترموکوپل‌ها، رابطه بین ولتاژ و دما خطی نیست. دمای فرآیند با توجه به مقدار ولتاژ حاصل، با خواندن از روی یک منحنی یا بوسیله جدول‌های ترموکوپل بدست می‌آید.

نمودار ۱، مقدار میلی ولت خوانده شده براساس دما را برای تیپ‌های مختلف ترموکوپل نشان می‌دهد.

◀ چطور ترموکوپل انتخاب کنیم؟

از آنجا که ترموکوپل می‌تواند اشکال مختلفی داشته باشد، انتخاب صحیح نوع ترموکوپل چالش خواهد بود. در زمان انتخاب ترموکوپل باید به موارد زیر توجه شود:

تعیین جزئیات اپلیکیشنی که در آن از ترموکوپل استفاده می‌شود؛
تعیین محدوده دمایی مناسب ترموکوپل با توجه به شرایط نصب؛
مشخص کردن طول زمان پاسخ ترموکوپل، در نظر گرفتن شرایط خاص حاکم بر محیط مانند وجود مواد شیمیایی و خوردنده و ...؛

- توجه به الزامات نصب ترموکوپل؛
- رنج دمایی کارکرد ترموکوپل.
- رنج تحمل دمایی سیم‌های ترموکوپل؛

۳. ترموکوپل نوع T؛

۴. ترموکوپل نوع N؛

۵. ترموکوپل نوع E؛

و ترموکوپل‌هایی که از فلزات خاص تشکیل شده‌اند به قرار زیر هستند:

۱. ترموکوپل نوع S؛

۲. ترموکوپل نوع R؛

۳. ترموکوپل نوع B؛

هر کدام از انواع ترموکوپل‌هایی که به آن اشاره کردیم، رنج اندازه‌گیری دمایی خاص خودشان را دارند و برای صنعت و کاربرد خاصی مناسب هستند.

◀ ترموکوپل نوع K

این ترموکوپل از سیم فلزی (Ni-Cr) به نام تجاری کرومل Chromel و (Ni-Al) به نام تجاری آلومل Alumel ساخته می‌شود.

این ترموکوپل ارزان قیمت است و یکی از پرکاربردترین و متداول‌ترین نوع ترموکوپل‌ها می‌باشد. رنج عملکرد دمایی آن بین 250°C - سانتیگراد و 1300°C + سانتیگراد این رنج مطلق نیست و بسته به سازنده و نوع ظاهری آن متفاوت خواهد بود. به طور مثال ترموکوپل‌های سیمی شکل نوع K رنج 40°C تا 250°C درجه می‌باشد و نوع میله‌ای آن قادر به اندازه‌گیری تا محدوده 1300°C درجه هستند. حساسیت ترموکوپل تیپ K تقریباً $41\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است و معمولاً در دماهای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترموکوپل نوع K بخاطر استفاده از مس خاصیت ضد اکسیداسیون دارد لذا در کوره‌ها که اکسیداسیون رخ می‌دهد مناسب است.

◀ ترموکوپل نوع J

این ترموکوپل از فلز آهن (Fe) و آلیاژهای مس - نیکل (Cu-Ni) کنستانتان Constantan ساخته می‌شود. رنج دمایی این ترموکوپل بین 180°C - سانتیگراد و 800°C + سانتیگراد است. به دلیل احتمال اکسید شدن آهن این ترموکوپل، در صنایع قالب‌ریزی پلاستیک استفاده می‌شود. حساسیت ترموکوپل تیپ J به اندازه $51\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ است. در ترموکوپل نوع J به علت وجود آهن در مکان‌هایی که امکان اکسیداسیون وجود دارد بهتر است استفاده نشود.

◀ ترموکوپل نوع E

این ترموکوپل با استفاده از فلزات (Ni-Cr) کرومل و (Cu-Ni) کنستانتان (Constantan) ساخته می‌شود. رنج عملکرد دمایی آن، بین 40°C - سانتیگراد و 900°C + سانتیگراد است. این ترموکوپل $62\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ بیشترین حساسیت را دارد و می‌توان از آن در کاربردهای خلاء و مواردی که سنسور در آن حفاظت نشده، استفاده کرد.

◀ ترموکوپل نوع T

این ترموکوپل از مس Cu و آلیاژ Cu-Ni کنستانتان (Constantan)

▼ جدول ۱. رنج دمایی و مشخصات فنی انواع مختلف ترموکوپل صنعتی

نوع ترموکوپل	محدوده عملکرد دمایی C (مداوم)	محدوده عملکرد دمایی C (کوتاه مدت)	ترکیب فلزات ترموکوپل	کد رنگ	مغناطیسی بودن یا نبودن فلز مورد استفاده
ترموکوپل K	۰ تا ۱۱۰۰	۱۸۰ تا ۱۳۰۰	کرومِل آلومِل	+ زرد - قرمز	غیر مغناطیسی مغناطیسی
ترموکوپل J	۰ تا ۷۵۰	۸۰ تا ۱۸۰۰	آهن کنستانتان	+ سفید - قرمز	مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل N	۰ تا ۱۱۰۰	۲۷۰ تا ۱۳۰۰	نیکروسیل نیسیل	+ نارنجی - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل R	۰ تا ۱۶۰۰	۵۰ تا ۱۷۰۰	پلاتین (۱۳٪) + رودیوم پلاتین	+ سبز - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل S	۰ تا ۱۶۰۰	۵۰ تا ۱۷۵۰	پلاتین (۱۰٪) + رودیوم پلاتین	+ سیاه - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل B	۲۰۰ تا ۱۷۰۰	۱۸۲۰ تا ۰	پلاتین (۳۰٪) + رودیوم + خاکستری پلاتین (۶٪) + رودیوم	+ خاکستری - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل T	۱۸۵ تا ۳۰۰	۲۵۰ تا ۴۰۰	مس کنستانتان	+ آبی - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی
ترموکوپل E	۰ تا ۸۰۰	۴۰ تا ۹۰۰	کرومِل کنستانتان	+ بنفش - قرمز	غیر مغناطیسی غیر مغناطیسی

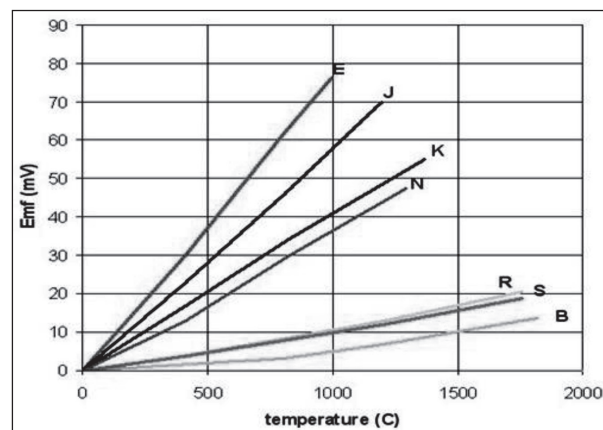
ترموکوپل نصب شده در ترموول تعویض می شود باید نوک ترموول تمیز شود زیرا احتمال دارد در طی تعویض یا به مرور زمان موادی در ته ترموول جمع شوند و باعث جدایی ترموکوپل از ترموول شده و مانع انتقال حرارت شوند. مشکل دیگر زمانی است که ترموکوپل جدید نسبت به ترموکوپل قدیمی جنس متفاوتی دارد. این مساله روی زمان پاسخ تاثیر می گذارد و هر چند روی دقت تاثیر ندارد ولی می تواند روی پایداری سیستم حلقه بسته تاثیر بگذارد. مشکل دیگر مربوط به زمین کردن است. دقت و پاسخ ممکن است بین تجهیزات زمین شده و زمین نشده متفاوت باشد. با تعویض ترموکوپل ها، ممکن است نیاز به تعویض کابل های الحاقی نیز وجود داشته باشد. کشش و تنش و استهلاک کابل می تواند روی دقت تاثیر بگذارد.

۵ نکته مهم برای ترموکوپل مخصوص سیمان ترموکوپل سیمان باید بتواند شرایط سختی که کوره های سیمان دارند را تحمل کنند. این شرایط شامل:

- دمای بالای کاری حدودا تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس؛
- برخورد مستقیم مواد کوره در بعضی نقاط با ترموکوپل.
- گازهای خورنده داخل کوره فرو پاشی مواد سیمان و محیطی شدیداً سایشی و ... می باشد و هم چنین امکان آتش سوزی و انفجار ذرات گرد و غبار وجود دارد.

◀ موارد مصرف ترموکوپل سیمانی چیست؟

در صنعت سیمان از هر دو تایپ ترموکوپل نوع K، ترموکوپل نوع S، و RTD سنسورها استفاده می شود که متناسب با محل نصب باید استفاده شود. انتخاب بهترین تجهیز در چنین شرایطی نیاز به تجربه، تخصص و شناخت کامل مواد و شرایط محیطی کوره سیمان را دارد. بنابراین انتخاب ترموکوپل مخصوص سیمان و یا سنسور حرارتی RTD و ساختار ظاهری سنسور کاملاً بستگی به دمای پروسه، شرایط شیمیایی و فیزیکی کوره سیمان دارد.



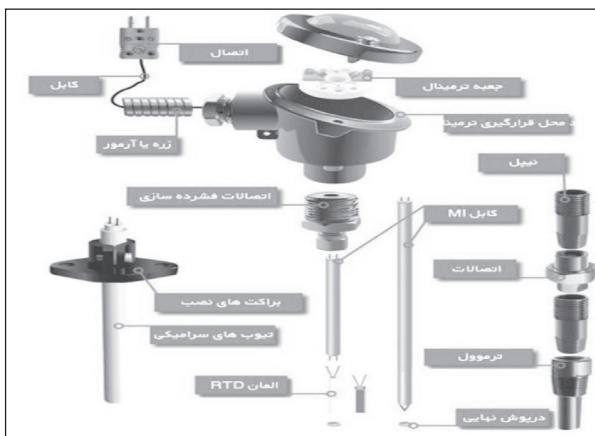
▲ نمودار دما بر حسب میلی ولت تیپ های مختلف ترموکوپل

- رنج دمایی غلاف یا پوشش محافظ سرامیکی یا فلزی؛
- تیپ ترموکوپل؛
- طول ترموکوپل؛
- جنس غلاف ترموکوپل؛
- امکان داشتن خروجی ۴ تا ۲۰ میلی آمپر برای ترموکوپل؛
- دقت بودن ترموکوپل و کلاس دقت آن؛
- نوع سرامیک به کار برده شده در ترموکوپل.

جزئیات کاربردی انتخاب ترموکوپل وقتی تجهیز تعویض می شود ممکن است عملکرد تجهیز قدیمی و جدید متفاوت باشد. در تعویض ترموکوپل ها و RTD ها مشکلات مشابهی وجود دارد که عبارتند از: اگر ترموکوپل نصب شده با ترموول اتصال نداشته باشد، در انتهای ترموول یک فاصله هوایی بوجود می آید که روی پاسخ زمانی ترموکوپل تاثیر می گذارد و باعث تفاوت بین دمای اندازه گیری شده و دمای واقعی می شود. برای حل این مشکل می توان از یک Thermopaste استفاده کرد و آن را در نقطه ای که اندازه گیری دما انجام می شود قرار داد. در مواقعی که



▲ غلاف سرامیکی



▲ شکل ۱. اجزای تشکیل دهنده ترموکوپل

با ضخامت‌های کمتر تهیه کرد که البته از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر ولی از نظر کارکرد طول عمر خیلی خیلی کمتری دارد.

◀ انواع ترموکوپل صنعتی براساس نوع اتصال

اتصال ترموکوپل استاندارد: ترموکوپل رایج یا استاندارد از دو سیم غیر هم جنس و یک نقطه اتصال تشکیل می شوند؛

اتصال موازی ترموکوپل: دو یا چند ترموکوپل به حالت موازی در نقطه سرد به همدیگر متصل می شوند.

اتصال سری ترموکوپل دو یا چند ترموکوپل: به حالت سری در نقطه سرد به همدیگر متصل می شوند.

ترموکوپل دلتا (دیفرانسیل): از اتصال دو فلز A هم جنس در نقطه سرد و اتصال آنها به فلز B در نقطه گرم تشکیل می شوند.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می کنید، ترموکوپل‌ها از قطعاتی مانند هد، مبدل، فیتینگ، ترمینال و غیره تشکیل شده‌اند.

نحوه اتصال نقطه گرم ترموکوپل به غلاف در نقطه اندازه‌گیری دما در محیط‌هایی که احتمال ضربه و تنش‌های مکانیکی و شیمیایی وجود دارد برای محافظت سنسور از غلاف محافظ استفاده می‌کنند. جنس غلاف با توجه به نوع سیال و کاربری ترموکوپل، می‌تواند استیل، تفلون، تیتانیوم،

◀ غلاف ترموکوپل

برخی از نمونه‌ها برای جدا کردن آن از محیط توسط یک غلاف ایمنی احاطه شده است. این غلاف ایمنی اثر خوردگی را به شدت کاهش می‌دهد. در ادامه باید بگوییم که Thermocouple در انواع غلاف‌دار، پرابی، پرابی پرتابل، سیمی و سطحی ارائه می‌شوند. در صنایع مختلف با توجه به شرایط کاربری خاص در هر کدام از بخش‌ها، باید از آلیاژ و متریال خاصی برای غلاف ترموکوپل استفاده شود. ترموکوپل‌های مخصوص کوره که در صنایعی از جمله صنایع نفت و گاز، صنایع سرامیک، صنایع فولاد و بسیاری از صنایع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد، توجه به نوع کوره، از ترموکوپل خاصی از جمله تایپ K و S و R و B استفاده می‌گردد. با توجه به شرایط کوره‌ای که ترموکوپل در آن استفاده می‌گردد، نوع ترموکوپل مناسب انتخاب می‌گردد. غلاف‌های ترموکوپل به دو گروه فلزی و سرامیکی تقسیم‌بندی می‌گردند. غلاف فلزی: غلاف‌های فلزی معمولاً از خانواده فولادهای ضد زنگ یا فولاد های مقاوم به دما هستند.

◀ غلاف سرامیکی

غلاف‌های سرامیکی خود به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- غلاف‌های سرامیکی با آلومینای ۶۰ درصد و آلومینای بالای ۹۹ درصد؛
- غلاف‌های آلومینای ۶۰ درصد می‌توانند تا دمای ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کنند.

این غلاف‌ها برای ترموکوپل‌های نوع K, S مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکسید آلومینیوم و عناصر قلیایی عناصر سازنده این نوع غلاف سرامیکی هستند. غلاف آلومینای ۶۰ درصد کاملاً سفید رنگ است. غلاف سرامیکی با آلومینای بالای ۹۹ درصد حداکثر تا ۱۸۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کند.

ترموکوپل غلاف فلزی که در صنعت سیمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به نام ترموکوپل سیمان معروف است معمولاً از ترموکوپل نوع K می‌باشد. غلاف این نوع ترموکوپل از آلیاژهای نسوز ساخته می‌شود و معمولاً باید ضخامت زیادی داشته باشد تا بتواند در فرایند سیمان کار کرده و بیشترین طول عمر را دارا باشد. با ساختن ترموکوپل سیمانی با غلافی با ضخامت گوشت ۷,۵ میلی‌متر طول عمر این نوع ترموکوپل‌ها را به بیشترین حد معمول رسانده‌ایم.

◀ ترموکوپل مخصوص سیمان با غلاف فلزی چه جنس‌هایی می‌تواند داشته باشد؟ جنس غلاف ترموکوپل سیمان نیز باید از آلیاژهای نسوز باشد، که در استانداردهای متالورژی نام‌های مختلفی دارد که ما به برخی از آنها اشاره می‌کنیم.

استاندارد آلمان : DIN 1.4841, DIN 2.4816 I , DIN 1.4762 , ...

این آلیاژها شامل : INCONE; L 600 , AISI310 , AISI446

این آلیاژها شامل که متریال AISI310 از همه آنها از نظر اقتصادی به صرفه‌تر می‌باشد، زیرا در کشور ما ایران به قیمت کالا توجه ویژه‌تری دارند. البته شایان ذکر است که می‌توان این نوع ترموکوپل سیمانی را با لوله

اینکونل و غیره باشد. اتصال جفت گرمایی ترموکوپل به غلاف به روش های زیر صورت می گیرد:

◀ سیم ترموکوپل بیرون از غلاف محافظ (Exposed Junction)

در این حالت، سیم ترموکوپل جوش داده شده و در برابر نفوذ گاز و مایع، به وسیله یک عایق محافظت شده است. در این نوع اتصال، سریع ترین زمان پاسخ را داریم، اما از آنجایی که در این نوع اتصال هیچ گونه غلافی روی سیم ترموکوپل وجود ندارد و سیم های ترموکوپل حفاظت مکانیکی ندارند، در مقابل ضربات مکانیکی یا سیالات خوردنده، آسیب پذیر هستند.

◀ سیم ترموکوپل متصل به غلاف محافظ (Grounded Junction)

در این نوع اتصال، غلاف و سیم های ترموکوپل به هم جوش خورده و یک اتصال کاملاً محکم را تشکیل می دهند و برای قرارگیری در آب، بخار، گاز و فشار بالا پیشنهاد می گردد. سیم ها از شرایط خوردنده و سایش دهنده محافظت شده و زمان پاسخ گویی بالایی دارد.

◀ سیم ترموکوپل جدا از غلاف محافظ (Ungrounded Junction)

در این نوع، محل اتصال به طور کامل از پایین غلاف عایق شده و جوش داده شده است و زمان پاسخ گویی طولانی نسبت به بقیه اتصالات دارد.

◀ سیم ترموکوپل جدا از غلاف با قطر غلاف کاهش یافته (Ungrounded Reduced) ویژگی های فنی این نوع اتصال مانند روش ۳ می باشد، اما در این حالت قطر بیرونی غلاف کمتر و زمان پاسخ گویی سریع تر شده است بدون این که استحکام ساختاری از دست برود.

طول غلاف به طور تقریبی به صورت زیر می باشد:

- قطر بیرونی ۱,۵ mm کمتر شده به ۱,۰ mm؛
- قطر بیرونی ۳,۰ mm کمتر شده به ۲,۲ mm؛
- قطر بیرونی ۴,۵ mm کمتر شده به ۳,۴ mm؛
- قطر بیرونی ۶,۰ mm کمتر شده به ۴,۵ mm.

◀ به چه مواردی باید در زمان استفاده از ترموکوپل توجه کنیم؟

۱. ترموکوپل را در معرض حرارت مستقیم قرار ندهید، ترموکوپل ها تنها آنچه که حس می کنند گزارش می گیرند؛
۲. ایجاد عمق کافی برای نصب ترموکوپل و جلوگیری از اتلاف حرارت، اصولاً عمق ورود ترموکوپل ده برابر قطر غلاف ترموکوپل می باشد؛
۳. در محیط حرارت بالا ترموکوپل به صورت عمودی استفاده شود و با یک ساپورت ترموکوپل را از لرزش جلوگیری کنید؛
۴. برای تعویض ترموکوپل در کوره های در حال کار، غلاف را گرم کنید.
۵. در صورت از بین رفتن غلاف آنرا سریع تعویض کنید؛
۶. عمق غوطه وری ترموکوپل را تغییر ندهید؛
۷. برای عمر بالاتر ترموکوپل از سیم های قطور و بلندتر با قطر بیشتر استفاده کنید؛
۸. برای پاسخ دهی سریع، از سیم های نازک و غلاف کوتاه تر و قطر کمتر استفاده کنید.

◀ مزایای استفاده از ترموکوپل

- هزینه کم؛
- اندازه کوچک؛
- مقاوم بودن؛
- محدوده کاری وسیع؛
- پایدار در حد قابل قبول؛
- دقیق برای تغییرات دمایی بالا؛
- پاسخ سریع.

◀ معایب استفاده از ترموکوپل

- خروجی خیلی ضعیف در حد میلی ولت؛
- دقت محدود برای تغییرات دمایی کم؛
- حساس نسبت به نویز الکتریکی؛
- غیر خطی؛
- تبدیل پیچیده از emf به دما.

◀ برندهای ترموکوپل

Emerson	Delta Fluid	Atbin
Fuji	Euromisure	Endress & Hauser
Pyro Controle	Jumo	Nagano
Wise Control	Thermo Electric	Rueger

◀ تولید انواع محصولات ترموکوپل

ترموکوپل ها در انواع مختلفی در سطح دنیا تولید می شود در حالی که استانداردهای متداول آن بین ۱۰ تا ۱۲ ترموکوپل میباشد که در مدل های مختلف و اشکال گوناگون تولید می شود و با توجه به کاربرد، محیط اندازه گیری دما و رنج دمای اندازه گیری به طبقات زیر تقسیم بندی می شوند:

ترموکوپل داخلی؛

ترموکوپل همدار.

ترموکوپل ها با توجه به نوع استفاده، رنج دمایی و محل و طریقه نصب به اشکال مختلف ساخته می شوند. یکی از پر مصرف ترین و محبوب ترین این اشکال ترموکوپل همدار یا junction box می باشد. در این نوع ترموکوپل به دلیل نوع ساختار قسمت اتصال الکتریکی توسط هد محافظت می شود و باعث سهولت نصب اتصال الکتریکی گردیده و هم چنین تعویض و تغییر کابل رابط به سادگی و بدون نیاز به تعویض خود سنسور توسط خود مصرف کننده امکان پذیر می باشد.

ترموکوپل با ترانسسمیتر:

ترموکوپل ها به دلیل رنج گسترده اندازه گیری و دقت بالا یکی از محبوب ترین و پر مصرف ترین سنسورهای دما است اما در صورتی که فاصله محل نصب تا محل قرأت یا کنترل دما زیاد سنسورهای دما است اما در صورتی که فاصله محل نصب تا محل قرأت یا کنترل دما زیاد باشد استفاده از ترموکوپل با ترانسسمیتر ضروری است در غیر این صورت خطا و

خرابی ترموکوپل و بررسی کامل علائم خرابی این تجهیزات برقی، یکی از مواردی است که ممکن است با توجه به نوع مصرف و مکانی که به منظور اندازه‌گیری دما مورد استفاده قرار می‌گیرد، اتفاق بیفتد. زمانی که یک سنسور ترموکوپل صنعتی در پروسه فرآیند سیستم شما دچار عیب و ایراد می‌گردد، مشکلات زیادی برای شما ایجاد خواهد کرد. تأثیر خرابی سنسور دما ممکن است حداقل باشد یا می‌تواند آن قدر گسترده باشد که به معنای از دست دادن صدها هزار تومان محصول از دست رفته یا تاخیر در فرآیند تولید شما عزیزان باشد. پس لازم است در این زمینه اقدامات لازم را انجام دهید تا دچار مشکلات متعدد نشوید.

در این مقاله قصد داریم در مورد عوامل و علائم خرابی سنسورهای Thermocouple صحبت کنیم. این واقعیت بسیار حائز اهمیت است که شما وقتی ترموکوپل خراب خود را از مکان نصب باید برداشته و با یک محصول جدید جایگزین می‌کنید، این موارد به صورت زنجیروار به فرآیند تولید و درآمد شما آسیب و عامل تأخیر در فرآیند تولید شما خواهد شد. بنابراین بررسی علل و علایم خرابی ترموکوپل و تحلیل عوامل موثر در خرابی این تجهیزات بسیار کاربردی، حائز اهمیت است این مورد باعث می‌رود که آن‌ها را به دقت بررسی کرده و در آینده از عواملی که در آینده ممکن است برای سنسور دما اتفاق بیفتد، جلوگیری کنیم. پس اگر سنسور دما شما خراب شد، باید آن را در سریع‌ترین زمان ممکن و به منظور جلوگیری از زیان‌ها احتمالی تعویض کنید. چرا و چگونه دماسنج ترموکوپل خراب می‌شود؟ چند دلیل مشخص و واضح وجود دارد که سنسور ترموکوپل خراب می‌شود. ممکن است غلاف ترموکوپل یا (Protection Tube Ther-mocouple) کوتاه باشد یا در حین نصب، دچار آسیب و شکستگی گردد. هم‌چنین با توجه به نوع غلاف (فلزی، سرامیکی) ممکن در حین نصب یا از جا درآوردن از محل، دچار اشکال گردد و بسیاری عوامل دیگر که فکرش را بکنید در خرابی این تجهیزات اندازه‌گیری تأثیر گذارند

◀ بررسی لیست عوامل مختلف خرابی ترموکوپل

- طراحی پروب / غلاف؛
 - مواد عایق‌بندی انتخابی؛
 - ساختار ترموکوپل (دارای اتصال زمین، فاقد اتصال زمین، یا غلاف ته باز)؛
 - نصب نادرست؛
 - سیم یا خود اتصال ترموکوپل؛
 - سیمهای خروجی پروب به طرف مدار الکترونیکی؛
 - مدار الکترونیکی؛
 - طراحی پروب.
- عموماً پروب را دستگاهی بسیار مقاوم تلقی می‌کنیم این قطعه غالباً از

عدم دقت اندازه‌گیری حتمی خواهد بود. این نوع ترموکوپل به دلیل وجود ترانسیمتر که در هد سنسور تعبیه شده سیگنال دریافتی از ترموکوپل را به یک سیگنال ۴~۲۰ میلی آمپر تبدیل می‌کند که قابل انتقال به مسیرهای طولانی می‌باشد.

ترموکوپل دمای بالا:

این مدل ترموکوپل‌ها غالباً در انواع صنایع با شرایط دمایی بسیار بالا مانند صنایع شیشه و فولاد استفاده می‌شود. این نوع ترموکوپل‌ها از نوع R, S, B هستند به وسیله پلاتین و رادیوم و ترکیبات مختلف ساخته می‌شود. در واقع ترموکوپل پلاتین رادیوم را از فلزات گران‌قیمت تنها به همین دلیل ساده تولید می‌کنند که بتوان به نوعی دمای سیالات بسیار داغ مانند فلزات ذوب شده یا شیشه مذاب را بدست آورد. محدوده دمایی که برای این نوع ترموکوپل‌ها در نظر گرفته شده ۰° سانتیگراد و ۱۷۵۰° سانتیگراد می‌باشد.

ترموکوپل با سوکت:

استفاده از ترموکوپل با سوکت برای نصب در محل‌هایی که دسترسی ساده‌ای ندارد و هم‌چنین فضای کافی جهت اتصال الکتریکی وجود ندارد بسیار مناسب است. سادگی اتصال کابل رابط به ترموکوپل از طریق سوکت تعبیه شده، قابل تعویض بودن کابل رابط در صورت بروز صدمات احتمالی، کوچکی اتصال الکتریکی یا همان سوکت از مزایای ترموکوپل با سوکت است.

ترموکوپل با سیم رابط:

بایکی دیگر از انواع ترموکوپل‌ها که از نظر شکل فیزیکی تنوع بسیار زیادی دارند ترموکوپل کابل رابط می‌باشد. در این نوع ترموکوپل سیم یا کابل رابط مستقیم در نوک غلاف محافظتی کوپل شده است و به دلیل حجم کوچک و نصب ساده در محل‌هایی که فضای کافی جهت نصب وجود ندارد بسیار مناسب است. انتخاب کابل مناسب با توجه به شرایط محیطی محل نصب از نکات مهم در هنگام خرید این نوع ترموکوپل می‌باشد. البته جهت انتخاب صحیح ترموکوپل باید موارد بسیاری را در نظر گرفت که از آن جمله می‌توان به رنج دمای ترموکوپل، محل نصب ترموکوپل، محیط اندازه‌گیری دما، فاصله ترموکوپل تا نمایش‌دهنده یا محل اندازه‌گیری و کنترل، نوع اتصال یا نحوه اتصال ترموکوپل اشاره کرد.

◀ عیب‌یابی خرابی ترموکوپل در دماهای بالا

عیب‌یابی و بررسی علائم خرابی ترموکوپل در مصارف دما بالا چرا و چگونه دماسنج ترموکوپل خراب می‌شود؟

◀ بررسی لیست عوامل مختلف خرابی ترموکوپل

- اتصال سیم/ترموکوپل؛
- نحوه سیم‌کشی سیستم؛
- تجهیزات الکترونیکی؛
- بازرسی و تعویض ترموکوپل خراب.

موضوعاتی که باید هنگام بررسی سیم و اتصال ترموکوپل در نظر گرفته شوند عبارتند از:

آیا نوع سیم انتخاب شده برای بازه دمایی مربوطه مناسب است؟
 آیا ممکن است سیم پاره و موجب قطعی مدار شده باشد
 آیا میان سیم‌های ترموکوپل در نقطه‌ای غیر از اتصال
 ترموکوپل اتصال کوتاه روی داده است؟ این موضوع می‌تواند
 ناشی از رسوب‌گذاری ماده رسانا روی اجزاء مجاور، آسیب مکانیکی،
 رطوبت، و نظایر آن باشد.

آیا ترموکوپل درست نصب شده است؟ عدم تخصیص
 فضای کافی برای انبساط یا انقباض حرارتی سیم‌ها ممکن است
 با ایجاد پارگی در سیم‌ها موجب قطعی شود.

آیا از اتصال مناسب استفاده کرده‌اید (نوک تماسی، دارای اتصال زمین،
 فاقد اتصال زمین)؟

آیا پروب طوری آسیب مکانیکی دیده که مانع عملکرد مناسب آن
 شده است؟

مشکل ساده‌ای همچون تماس سیم ترموکوپل با سیم دیگر در ترمینال
 ها ممکن است موجب نمایش دمای نادرست در ترموکوپل شود. اکثر
 تیغه‌های ترمینال طوری طراحی شده‌اند که با ایجاد حفاظ‌هایی میان
 ترمینال‌های مثبت و منفی مانع بروز این مشکل شوند،

اما در مصارف صنعتی، استفاده نادرست از تیغه‌های
 ترمینال یادشده ممکن است موجب تخریب‌روکش‌های حفاظ و ایجاد اتصال شود.

◀ نحوه سیم‌کشی سیستم (System Wiring)

بسیاری از افراد اغلب موارد ساده‌ای نظیر سیم‌جبران‌ساز یا رابط
 (extension wire) و نحوه انتقال سیگنال از Prob به سیستم کنترل (control system)
 را نادیده می‌گیرند. این فقط سیمی است که به نمایشگر دما متصل است،
 اینطور نیست؟

البته که این‌طور است، اما مشکل ساده‌ای همچون ایجاد شکاف در روکش
 سیم به مرور زمان می‌تواند موجب بروز اتصال شود. با وقوع چرخه‌های
 انبساط و انقباض حرارتی، تمامی زمینه‌های لازم برای وقوع اتصال کوتاه
 فراهم است. احتمال وقوع خرابی در سیم‌بندی دستگاه چندان بالا نیست،
 اما اگر تمامی وضعیت‌های احتمالی خرابی دیگر را آزمایش و هنوز علت
 اصلی را پیدا نکرده‌اید، باید این را در نظر بگیرید. اتصالات یا ترمینال‌ها
 terminations اجزاء کلیدی سیم‌بندی سیستم هستند، بعضی وقت‌ها،
 نیمه‌های جفت‌کننده اتصال‌دهنده‌ها بدون توجه به خوردگی آنها دوباره استفاده
 می‌گردند. به‌طور کلی، بهتر است در هنگام تعویض ترموکوپل از مجموعه‌ای از
 کانکتورهای جدید (نر و ماده) استفاده کنید. کانکتورها یا اتصالات کم هزینه
 هستند اما می‌توانند در کارایی کلی سیستم نقشی حیاتی ایفا کنند. اتصالات
 ضعیف ممکن است موجب بروز خطا شوند و خرابی سنسور را القا کنند،
 در حالی که مشکل واقعاً ناشی از اتصال یا قطعه دیگری غیر از سنسور است.

مواد خاصی ساخته می‌شود که بسیار سخت هستند: فولاد ضدزنگ، (Stain-
 less Steel) مولیبدن، تانتالوم، زیرکونیا، و سایر سرامیک‌ها. این مواد اگر چه
 بسیار مقاومند، محدودیت‌های خاص خود را دارند و باید در محیط‌های
 مناسبی به کار گرفته شوند. به‌عنوان مثال، مولیبدن (Molybdenum) از خواص
 مکانیکی عالی در دمای بالا برخوردار است. در عین حال، از این ماده می‌توان
 در شرایط جوی کاهنده یا خشی استفاده کرد، در حالی که رفتار آن در اتمسفر
 هیدروژن و گازهای بی‌اثر مطلوب است، اما در محیط‌های اکسیدی ضعیف
 است.

هم‌چنین، این ماده مقاومت فوق‌العاده‌ای در برابر شوک حرارتی دارد
 و در محیط خلاء می‌تواند در دماهای زیاد از طول عمر بالایی برخوردار
 باشد. مولیبدن در دماهای بالاتر از ۸۰۰ درجه فارنهایت (۲۷۰°C) با اکسیژن
 واکنش می‌کند. از سوی دیگر، از تانتالوم (Tantalum) باید در مقابل گازهایی
 مثل اکسیژن و نیتروژن در دماهای بالاتر ۳۰۰ درجه سانتیگراد محافظت
 کرد. مانند مولیبدن، بیشترین کارایی آن در اتمسفرهای احیایی و خشی
 یا در محیطه‌ای خلاء است. تانتالوم در مصارف با چرخه‌های حرارتی
 مکرر کاملاً مقاوم است. به‌طور کلی، این ماده در مقابل خوردگی بسیار
 مقاوم است و مناسب استفاده در محیط‌های اسیدی است (به استثناء اسید
 هیدروفلوئوریک). در میان تمامی فلزات دیرگداز، تنگستن
 بیشترین مقاومت را در دماهای بالا دارد، و علاوه بر آن، از مقاومت
 سایشی مطلوبی نیز برخوردار است. از این ماده می‌توان در محیط‌های
 هیدروژنی، آرگون خشک و هلیوم در هر دمایی استفاده کرد، اما استفاده
 از تنگستن در محیطه‌ای اکسیژنی توصیه نمی‌شود، زیرا خواص آن ظرف
 چند ساعت افت می‌کند. نهایتاً، این ماده به دلیل شکنندگی زیاد نیاز به مراقبت
 ویژه دارد. فولاد ضدزنگ ۳۰۴ مقرون به‌صرفه‌ترین ماده است و در مقابل
 اکسیداسیون تادمای ۹۰۰ درجه سانتیگراد مقاوم است. اینکونل ۶۰۰ از مقاومت
 فوق‌العاده‌ای در برابر ترک ناشی از خوردگی تنش برخوردار است و تا
 دمای ۱۱۵۰ درجه سانتیگراد مقاوم است. تصویر کلی غلاف‌ها در شکل
 ۲ نمایش داده شده است.

بررسی ساختار پروب مستلزم ارزیابی پروب، طراحی آن، و روش
 به‌کارگیری آن است. ممکن است متوجه شویم که انتظارات ما فراتر از قابلیت‌های
 طراحی پروب است و نیاز به تغییر دارد. با فروشنده خود صحبت کنید، و
 حتماً، روش مورد نظر خود برای استفاده از محصول را برای او توضیح
 دهید. صرف زمان برای گفتگو درباره امکان استفاده از پروب‌های دیگری
 با مقاومت بالاتر ممکن است نهایتاً میزان خرابی‌ها را کمتر کند و هزینه‌های
 شما را کاهش دهد.

سایر عواملی که باید در نظر گرفته شوند عبارتند از:

آیا قطر خارجی یا طراحی ترمینال انتخابی برای حساسیت دمایی مورد
 نظر مناسب است؟

آیا افزودن پایه برای استفاده از ترموکوپل‌های بلندتر لازم است؟ آیا
 عایق‌بندی‌ها درست تعیین شده‌اند؟

◀ مدار الکترونیکی یا، تجهیزات الکترونیکی (Electronics)

تولید، پروسه فرآیند از کار می‌افتد. بنابراین تست تجهیزات از اهمیت بسیاری برخوردار است و در صورت بروز مشکل، سنسور معیوب باید جهت بررسی و تست، از مدار خارج گردد. جابه‌جایی سنسور از مکانی به مکان دیگر جهت تست نیز ممکن است مشکلاتی به همراه داشته باشد و در مکان دیگر در بازه دمایی متفاوتی در محیط قرار گیرد و در اندازه‌گیری با خطا همراه باشد. بهترین روش جهت تست ترموکوپل، استفاده از یک ترموکوپل جدید (که قبلاً کامل تست شده و از سالم بودن آن اطمینان دارید) در کنار ترموکوپلی که به خرابی مشکوک است، می‌باشد. چنانچه شرایط استفاده به صورت همزمان از ترموکوپل را ندارید، نمونه جدید را جایگزین نمونه قبلی کنید و رنج دما دو نمونه را با هم مقایسه کنید. در صورت نیاز، می‌توان ترموکوپل معیوب را به آزمایشگاه‌های کالیبراسیون ارسال کرد که مورد آزمایش قرار گیرد و گواهی کالیبره برای آن نیز صادر گردد. به‌عنوان نمونه ترموکوپل یکی از سیکلون‌ها خراب شده می‌خواهیم عیب‌یابی و تست کنیم به ترتیب مراحل زیر انجام می‌دهیم مرحله اول: به موقعیت ترموکوپل رفته و اتصالات ترموکوپل را از ترنس‌میتور جدا کرده و با مولتی متر مقدار اهم آن را می‌خوانیم و سپس با توجه به جدول مربوطه و نوع ترموکوپل دمای آن را محاسبه می‌کنیم و سپس دما را با دمای ترموکوپل پرتابل مقایسه می‌کنیم یکسان بودن دما نشان‌دهنده سالم بودن ترموکوپل می‌باشد حال مرحله دوم اتصالات ترموکوپل را به ترنس‌میتور مربوطه متصل کرده و خروجی میلی‌ولت ترنس‌میتور را با مولتی متر می‌گیریم و با توجه به رنج و scal دمای ترموکوپل و مقدار خوانده شده میلی‌ولت خروجی ترنس‌میتور مقدار دما را محاسبه می‌کنیم در صورتی که همخوانی داشتن با دمای ترموکوپل پرتابل یا دمای پروسه نشان‌دهنده سالم بودن ترنس‌میتور مربوطه می‌باشد و در مرحله سوم اگر ترموکوپل با ترنس‌میتور سالم بودند تنظیمات HMI و PLC آن رو مورد بررسی قرار می‌دهیم به گونه‌ای که رنج scal در hmi و plc با coding kay کارت آنالوگ و هم‌چنین حد تفکیک یا رزولوشن آن همخوانی و مطابقت داشته باشد با رنج دمایی ترموکوپل یا سنسور دمایی مورد استفاده.

◀ تفاوت ترموکوپل و RTD چیست؟

سنسورهای ترموکوپل و RTD را به‌عنوان مشهورترین سنسورهای دما می‌شناسیم. گاهی در زمان انتخاب سنسور دمایی مناسب، بین دو سنسور ترموکوپل و RTD دچار سردرگمی می‌شویم. برای انتخاب صحیح لازم است، تفاوت‌های آن‌ها را به خوبی درک کنیم تا براساس ویژگی‌های پروژه مورد نظر، بهترین سنسور دما را انتخاب کنیم. برای دست یافتن به این هدف، به تفاوت ترموکوپل و RTD می‌پردازیم تفاوت ترموکوپل و RTD در بازه اندازه‌گیری دما برای مقایسه از نظر بازه اندازه‌گیری دما بیایید به بازه هر کدام از این تجهیزات نگاهی بیاندازیم. بازه اندازه‌گیری دما در ترموکوپل‌ها بازه بزرگ ۱۲۰۰ - تا ۱۲۶۰+ درجه سانتیگراد است، در حالی که در RTDها این عدد بسته به برند سازنده حداکثر تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد را پوشش می‌دهد.

وسایل یا تجهیزات الکترونیکی اغلب به شکل بسیار بدی از کار می‌افتند و اغلب دچار خرابی و سوختگی می‌شوند. آنها یا روشن نمی‌شوند یا شروع به کار نمی‌کنند. یافتن این خرابی‌ها آسان است، اما ارزیابی سایر مسائل عملیاتی قبل از خرابی تجهیزات بسیار دشوار است. لوازم الکترونیکی باید از نظر عملکرد بررسی گردند. یک آزمایش ساده این است که ترموکوپل (TC) را در یک حمام یخ قرار دهید و ببینید که آیا سیستم دمای ۰ درجه سانتیگراد (۳۲ درجه فارنهایت) را نشان می‌دهد یا خیر یا سیم‌ها را به یک دستگاه دستی متصل و ببینید دستگاه، دماهای یکسان یا متفاوت گزارش می‌دهد. ما گاهی در عیب‌یابی خرابی ترموکوپل در دماهای بالا مواردی را دیده‌ایم که در آن تجهیزات الکترونیکی به اشتباه بانوع ترموکوپل تطبیق داده شده‌اند. ممکن است بدیهی به نظر برسد، اما بیشتر از آن چیزی که فکر می‌کنید، اتفاق می‌افتد. در محیط‌های پرسر و صدا، ممکن است نویز بر سیگنال سنسور غلبه و موجب نمایش دمای نامانوس باشد. برخی از کانکتورها دارای فیلترهای فریت داخلی برای این منظور هستند، اما به‌طور کلی این یک راه‌حل بسیار گران است، درحالی که شیوه‌ی نصب مطلوب می‌تواند مانع بروز این مشکل شود انتخاب و برنامه‌ریزی صحیح فرستنده "hockey-puck" می‌تواند نیاز شما به سیم‌های گران‌قیمت ترموکوپل را از بین برده یا کاهش دهد، اما هزینه ترانس‌میتور و ترموکوپل را افزایش می‌دهد، یک مبادله‌ای که توسط برنامه و سیستم انجام می‌گردد. بازرسی و تعویض:

با پیشرفت‌های حاصل در پردازش مواد، نیاز به مواد جدید و کوره‌های دما بالا، با شرایطی مواجه شده‌ایم که فناوری موجود در تولید غلاف‌ها و پوشش‌های ترموکوپل به انتهای مسیر خود نزدیک شده است.

در چنین موقعیت‌هایی، باید این مسئله را در نظر بگیرید که آیا تعویض ترموکوپل‌ها به‌طور منظم و برنامه‌ریزی شده ارزان‌تر است، یا انتظار تا زمان وقوع خرابی و سپس تعویض آنها. به‌عنوان مثال، بسیاری از مجموعه‌های اقلام تخصصی ممکن است تا میلیاردها تومان یا بیشتر هزینه داشته باشند. آیا حاضرید به دلیل خرابی یک ترموکوپل چند هزار میلیون تومانی خطر اتلاف مجموعه‌ای از اقلام یک دسته یا بخشی از آن را بپذیرید؟ پاسخ این سؤال به احتمال زیاد خیر است.

◀ نتیجه‌گیری

دستیابی به دلیل ریشه‌ای خرابی ترموکوپل و رفع آن مهم است. عیب‌یابی خرابی ترموکوپل در دماهای بالا می‌تواند به صرفه‌جویی در میزان هزینه‌ها و کاهش زمان توقف خط تولید منجر شود.

◀ نحوه تست و عیب‌یابی انواع ترموکوپل صنعتی

در بسیاری از صنایع تولیدی و کارخانه‌ها، در صورت توقف خط

بنابراین ترموکوپل‌ها که توانایی تشخیص دماهای بالاتر از ۶۰۰ درجه سانتیگراد را هم دارند، کاربرد بیشتری در صنایع مختلف خواهند داشت. تفاوت ترموکوپل و RTD در دقت اندازه‌گیری دما به‌طور کلی می‌تواند RTD را دقیق‌تر از ترموکوپل دانست. میزان خطای RTD حداکثر ۰.۱ درجه سانتیگراد است. در حالی که این عدد برای ترموکوپل حدود ۰.۵ درجه سانتیگراد است. میزان خطای پنج برابری در ترموکوپل‌ها آنها را در رده دوم میزان دقت قرار می‌دهد. با این حال، در برخی از انواع خاص ترموکوپل‌ها می‌توان به دقتی مشابه RTD‌ها رسید. مقایسه ترموکوپل و RTD از نظر مکانیزم اندازه‌گیری دما در ترموکوپل برای اندازه‌گیری دمای یک ناحیه، با قرار دادن محل اتصال دو فلز بر آن، دما را اندازه‌گیری می‌گیریم. در حالی که در RTD‌ها، اندازه‌گیری با در نظر گرفتن مقدار متوسط در تمام سطح فلز RTD انجام می‌شود. مقایسه ترموکوپل و RTD از نظر طول زمان پاسخگویی در حالی که هر دو نوع سنسور به تغییرات دما سریع واکنش نشان می‌دهند، اما ترموکوپل سریع‌تر عمل می‌کند. حدود ۱۰ تا ۱۰۰ ثانیه طول می‌کشد، تا ترموکوپل‌ها به تغییرات دما پاسخ دهند. اما این عدد در RTD‌ها برابر ۱۱ تا ۵۰ ثانیه است. در مقابل زمان بیشتری طول می‌کشد تا ترموکوپل به تعادل حرارتی برسد. چون در ترموکوپل، سرهایی از المان فلزی که به هم متصل نیستند، کندتر از نقطه اتصال دو فلز به تغییر دما واکنش نشان می‌دهند. تفاوت ترموکوپل و RTD در رابطه دما و مقاومت رابطه دما و مقاومت در RTD‌ها در بازه عملکردشان خطی است، اما این رابطه در ترموکوپل‌ها خطی نیست.

تفاوت ترموکوپل و RTD از نظر سطح پایداری RTD‌ها در بین سنسورهای دما پایداری بیشتری دارند. اما ترموکوپل‌ها به دلیل تغییرات سیم‌شان در روبروشدن با گرما، شرایط خاص شیمیایی و یا آسیب‌های مکانیکی مانند خم شدن، کشیده شدن یا فشرده شدن در حین استفاده، پایداری کمتری دارند. به همین دلیل، ترموکوپل‌ها با فواصل زمانی کم‌تری به کالیبره شدن مجدد تنظیمات نیازمند هستند، در حالی که در RTD‌ها بازه کالیبراسیون می‌تواند به پنج سال هم برسد.

تفاوت ترموکوپل و RTD از نظر اثر خود گرمایشی با عبور جریان از فلز و افزایش مقاومت، دما نیز افزایش پیدا می‌کند. گرمای حاصل از عبور جریان، که اثر خود گرمایش (self-heating effect) نامیده می‌شود، خطای کوچکی در مقدار خروجی سنسور ایجاد می‌کند. RTD به‌عنوان سنسور پسیو برای کار به جریان الکتریکی نیاز دارد. اما ترموکوپل به‌عنوان سنسور اکتیو، نیازی به نیروی خارجی برای فعالیت ندارد. بنابراین در ترموکوپل خطای ناشی از اثر خود گرمایش وجود نخواهد داشت. مقایسه ترموکوپل و RTD از نظر کاربردهای گوناگون برخی از کاربردهای این تجهیزات را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم:

در صنایع بزرگ که با چالش اندازه‌گیری دماهای بالا روبرو هستیم، معمولاً از ترموکوپل به‌عنوان سنسور دما استفاده می‌شود. در برنامه‌های

مختلف صنایع شیمیایی که با عامل خوردگی و آلودگی بیشتر مواجه هستیم، بهتر است از RTD‌ها استفاده کنیم. در صنایع غذایی که به استانداردهای با کیفیت و دقت زیاد نیاز دارند، RTD گزینه بهتری است. ترموکوپل سنسور مورد استفاده در صنایع فولاد و فراوری فلزات است. این سنسور در شرایط نا مساعد محیطی به خوبی حرارت فولاد، مس، نیکل و سایر فلزات را اندازه‌گیری می‌کند.

مقایسه ترموکوپل و RTD از نظر میزان هزینه وقتی صحبت از هزینه‌ها می‌شود، معمولاً ترموکوپل‌ها از RTD‌ها هزینه کم‌تری دارند. بطوری‌که استفاده از یک RTD حدود دو تا سه برابر یک ترموکوپل هزینه خواهد داشت.

◀ ترمیستور ضریب دمایی منفی (NTC)

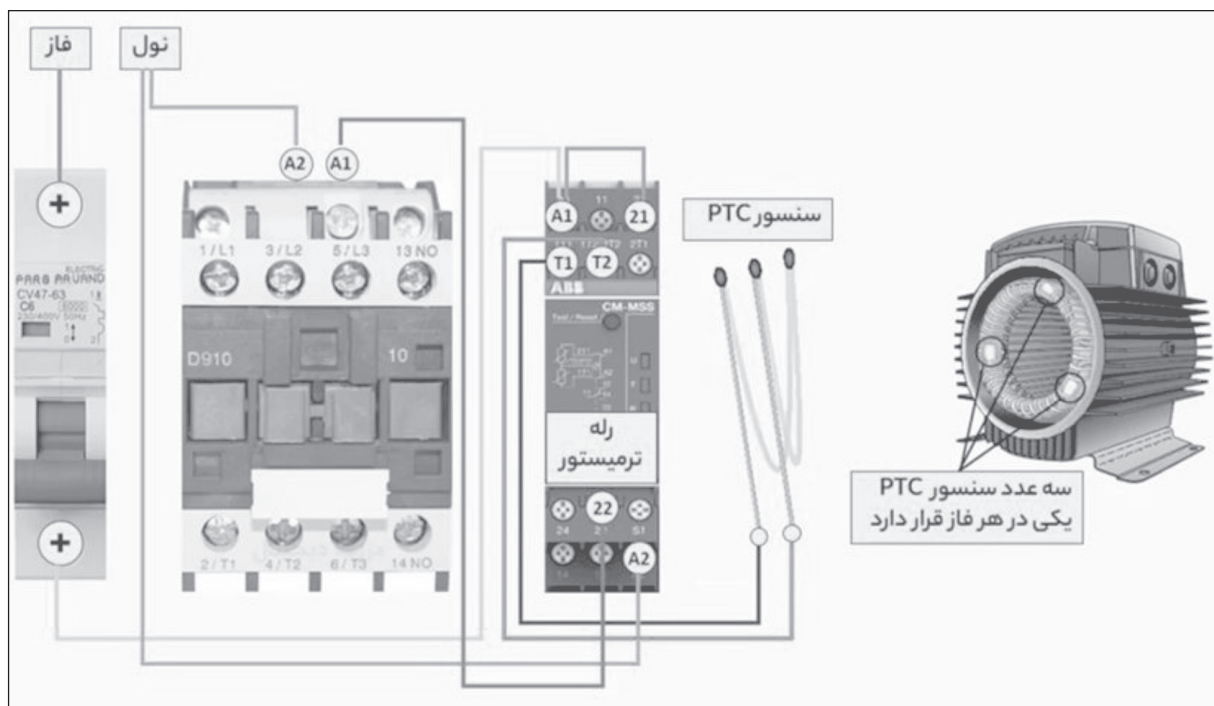
ترمیستور نوعی مقاومت حساس به دما می‌باشد که مقاومت آن با تغییرات دمایی، تغییر می‌کند. به عبارت ساده‌تر با اندازه‌گیری مقاومت یک ترمیستور، می‌توان دمای آن را تعیین نمود. با توجه به این که ترمیستورها معمولاً از مواد نیمه‌رسانا تشکیل شده‌اند، بنابراین در دماهای بالا، زودتر خراب شده و عمر کوتاه‌تری دارند. مقاومت اغلب آنها با افزایش دما افزایش می‌یابد که به این نوع PTC گفته می‌شود و در برخی از انواع دیگر مقدار مقاومت با افزایش دما کاهش می‌یابد که اصطلاحاً به آنها NTC یا مقاومت دارای ضریب دمایی منفی گفته می‌شود.

ترمیستور NTC تغییر دقیق، قابل پیش‌بینی و بزرگی را در تغییرات دمایی مختلف نشان می‌دهد. تغییرات بزرگ مقاومت، بدین معنی است که ترمیستور، NTC تغییرات دمایی بسیار سریع و هم‌چنین بسیار دقیق منعکس می‌شوند. به دلیل تغییرات بزرگ و سریع، ترمیستور NTC نیاز به خطی‌سازی دارد.

به بیان ساده‌تر، وظیفه یک سنسور دما اندازه‌گیری دمای هر ماده‌ای اعم از جامد، مایع یا گاز، که نیاز به اندازه‌گیری دارد می‌باشد.

الکتروموتورهای صنعتی درحین فعالیت‌های سنگین خود در مواجهه با جریان‌کشی سنگین داغ می‌شوند و گاهی آنقدر زیاد جریان می‌کشد که خطر سوختن سیم‌پیچ در اثر حرارت زیاد وجود دارد اعمال بارهای فراتر از ظرفیت موتور گیرپاژ شدن موتور یا اختلال در عملکرد مکانیکی سیستم و یا حتی پدیده دوفاز شدن باعث جریان‌کشی و افزایش دمای موتور می‌شود برای جلوگیری از خطر سوختن موتور الکتریکی در چنین شرایط بحرانی از سنسور PTC یا همان سنسور ترمیستور استفاده می‌کنند سنسور ترمیستور در واقع یک المان حساس به دما است که در حد فاصل سیم‌پیچ تا بدنه موتورهای الکتریکی بزرگ نصب می‌شود و با افزایش دمای بدنه که قطعاً به دلیل جریان‌کشی زیاد است مدار فرمان و به دنبال آن مدار قدرت قطع می‌گردد سنسور ترمیستور کجای موتور نصب شده است؟

همه موتورهای الکتریکی دارای سنسور ترمیستور نیستند. معمولاً برای محافظت اضافه جریان و کنترل دمای بدنه الکتروموتورهای بزرگ که حساسیت کار بالایی دارند، از این سنسور حفاظتی استفاده



▲ شکل ۲

روش سیم‌بندی ترمیستور تقریباً ساده است و در آن قرار است تا تیغه NO رله ترمیستور به‌عنوان بخشی از مدار فرمان موتور الکتریکی استفاده کنیم. با توزیع سیم نول و فاز در A1 و A2 رله مسیر راه‌اندازی سیم‌بندی می‌شود. دو رشته سیم سنسور PTC نیز به ترمینال‌های T1 و T2 متصل هستند. در نهایت با چرخش سیم فاز در رله ۲۱ و ۲۲ و بهره‌مندی از تیغه NO می‌توانیم مدار فرمان کنتاکتور موتور الکتریکی را تکمیل کنیم.

◀ کاربرد ترمیستور چیست؟

سیم‌بندی ترمیستور با هدف پوشش کارکرد امنیتی موتورهای الکتریکی انجام می‌شود. کاربرد ترمیستور در اصل هر نوع پایش دمای بدنه موتورهای الکتریکی است. به‌شکلی که در هر لحظه حین کارکرد موتور در حال پایش‌های بدنه آن از سمت داخل موتور است که در هر صورت و به هر دلیل در امتداد افزایش دمای پوسته موتور فعال شده و مدار فرمان عملکرد دستگاه را متوقف نماید. به این ترتیب می‌توانیم از موتورهای الکتریکی در مواجهه با شرایط بحرانی مانند دو فاز شدن و یا گیرپاژ مکانیکی قسمت‌های فنی دستگاه‌ها محافظت کنیم ال آن مدار قدرت الکتروموتور را قطع می‌کند.

می‌شود. اگر در این موتورها بخش تخته پلمپ موتور را باز کنید، علاوه بر ۶ رشته سیم اصلی دو رشته سیم نازک دیگر نیز وجود دارد که مربوط به اتصال الکتریکی سنسور ترمیستور هستند. خود سنسور در مکانی حد فاصل بدنه تا سیم‌پیچ قرار دارد و لازم است تا از ترمینال خروجی همین دو رشته سیم نازک تخته کلمپ برای سیم‌بندی ترمیستور استفاده کنید.

◀ روش سیم‌بندی ترمیستور

در شکل ۲ نقشه سیم‌بندی ترمیستور را مشاهده می‌کنید.

◀ سنسور ترمیستور چیست

سنسور ترمیستور اگر چه نوعی حسگر حساس دمایی است؛ اما به تنهایی کارایی ندارد و باید اطلاعات آن را از طریق رله ترمیستور دریافت کنیم. این رله مخصوص سیم‌بندی ترمیستور طراحی شده است و محل نصب آن در تابلو برق اصلی دستگاه در کنار دیگر ملزومات مدار فرمان و مدار قدرت الکتروموتور صنعتی است.

این رله ترمیستور خود دارای ترمینال‌هایی برای تغذیه، اتصال سنسور و رله کنترل است. ترمینال‌های A1 و A2 برای تغذیه رله استفاده می‌شوند. از ترمینال‌های T1 و T2 برای اتصال مستقیم سنسور PTC استفاده خواهد شد و در نهایت از تیغه‌های NO با شماره‌های ۲۱ و ۲۲ به‌عنوان رله فرمان برای کنترل مدار الکتریکی موتور استفاده خواهد شد. این رله ترمیستور در اصل برای کارکرد ۲ سنسور به شکل همزمان و کنترل دو کنتاکتور متصل طراحی شده است. لذا در بخش ترمینال‌های آن از ۲ سری رله NO و هم‌چنین ۲ سری محل اتصال سنسور استفاده شده است. کنترل استفاده می‌کنیم.

مروری بر سیمان LC3

■ محمود حاجی پور حلواپی*، هدی حاجی پور حلواپی**

● چکیده

کشف و ایجاد جایگزین، برای مواد پوزولانی تولید شده از ضایعات صنعتی به دلیل در دسترس نبودن آنها در زمان تعطیل دائمی صنایع یک ضرورت است. بهره‌گیری از مواد پوزولانی در بتن راه‌حل ایمن‌تری برای این مشکل می‌باشد. مطالعات متعددی برای استفاده از خاکستر بادی، سرباره کوره بلند (GGBS)، متاکائولین و دوده سیلیس به‌عنوان یک ماده پوزولانی در بتن ارائه شده است. انواع پوزولان‌های طبیعی نیز به‌عنوان افزودنی در سیمان استفاده شده است. LC3 نوعی سیمان است که از اختلاط سنگ آهک، خاک رس کلسینه شده و گچ به‌دست می‌آید. این مقاله مروری بر کارهای تحقیقاتی ارائه شده در مورد بخشی از خواص فیزیکی و شیمیایی و عملکرد آن در ملات‌های سیمانی مانند دوام، زمان گیرش و مقاومت فشاری، خواص بتن تازه و سخت شده مانند کار آبی، مقاومت فشاری، مقاومت کششی شکافتی، مقاومت خمشی ساخته شده از LC3 ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: LC3، خواص فیزیکی، ملات سیمان، مقاومت فشاری و دوام.

◀ مقدمه

نیازهای فوق، به‌سرعت توسعه یافته، تولید و عرضه خواهد شد و در این راستا همکاران صنعت سیمان ایران وظیفه معرفی و شناساندن و تدوین استاندارد با نهادهای ذیربط، و فرهنگ‌سازی برای مصرف این سیمان و نیز تولید و عرضه آن به بازار را عهده‌دار بوده و در رفع ضعف‌های این نوع سیمان باید برنامه‌ریزی کنند. لازم است تا حد امکان از کلینکر کمتری استفاده کرده و از مواد افزودنی مناسب و استاندارد در آسیاب‌های سیمان به‌عنوان جایگزین کلینکر استفاده شود از جمله خاک رس کلسینه شده.

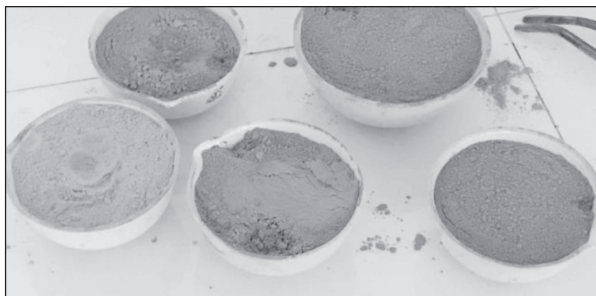
با توجه به ناترازی انرژی، کمبود منابع آبی در دسترس، آلاینده‌های فزاینده زیست‌محیطی بویژه انتشار CO_2 که از عوامل اصلی گرم شدن زمین و بهم خوردن تعادل آب و هوایی است، ضروری می‌نماید صنایع مختلف از جمله صنایع بزرگ و انرژی بر از قبیل صنایع فولاد و سیمان به مسولیت‌های اجتماعی، انسانی و بهره‌ورانه خود عمل نموده و در مسیر کاهش مصرف انرژی‌ها، علی‌الخصوص انرژی فسیلی گام‌های موثر، هوشمندانه و با برنامه بردارند. بدون شک در چند سال آینده سیمان LC3 به‌دلیل برآورده کردن

◀ معرفی

زیرساخت‌ها و بخش‌های ساختمانی همواره از شاخص‌های کلیدی

*مشاور فنی مدیر عامل شرکت کارخانجات سیمان صوفیان
**دانشجو

1. Ground Granular Blast Furnace Slag



▲ شکل ۱. خاک رس کلسینه شده در دماهای مختلف

خاک رس کلسینه شده، سنگ آهک و گچ.

◀ ۲,۱. کلینکر

کلینکر با حرارت دادن مواد آهکی و آلومینیومی در دمای ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد حاصل می شود و ۶۰ تا ۶۲ درصد دی اکسید کربن آزاد می شود. در LC3، محتوای کلینکر به ۵۰ درصد کاهش می یابد و در نتیجه انتشار دی اکسید کربن به ۳۰ درصد کمتر از OPC و ۱۱ درصد کمتر از PPC کاهش می یابد [۵]. نسبت های مختلف محتوای کلینکر مورد استفاده در این مطالعه ۴۰ و ۵۰ و ۶۰ درصد می باشد.

◀ ۲,۲. خاک رس کلسینه شده

خاک رس غنی از مواد معدنی کائولن در حدود بیش از ۴۰ درصد برای LC3 مناسب است. خاک رس را می توان در کوره های دوار معمولی، واحد تکلیس فلاش، کوره های غلتکی، کوره های شاتل و کوره های صدا خفه کن کلسینه کرد [۶]. هنگامی که خاک رس حاوی کائولین کلسینه می شود، متاکائولین تشکیل می شود که حاوی آلومینوسیلیکات است که با هیدروکسید کلسیم به عنوان پوزولانای معمولی واکنش می دهد و ژل csh و هیدرات آلومینیوم می تواند با سنگ آهک واکنش داده و هیدرات های کربوآلومیناسیون تولید کند

◀ ۲,۳. سنگ آهک

LC3 می تواند با کاهش اتلاف مواد خام، عمر معادن را افزایش دهد. سنگ آهک کم کلسیت با ناخالصی هایی مانند دولومیت و کوارتز را می توان در LC3 استفاده کرد و هم چنین می توان از سنگ آهکی که برای تولید کلینکر مناسب نیست در LC3 استفاده کرد. یک سیمان ترکیبی سه تایی جدید براساس ترکیب سیمان پرتلند با خاک رس کلسینه شده و سنگ آهک با موادی با کیفیت پایین ساخته شده است که معمولاً در تولید سنتی این مواد به عنوان ضایعات، در نظر گرفته می شود. یعنی خاک رس کم عیار و سنگ آهک غنی از دولومیت. پخت در نیمی از دمای کلینکریزاسیون (تشکیل کلینکر) انجام می شود. از آنجایی که سنگ آهک کلسینه نشده است به افزایش انتشار CO_2 کمی نمی کند سه تولید آزمایشی صنعتی و چندین تولید آزمایشی آزمایشگاهی سیمان رسی کلسینه شده با سنگ آهک در هند در سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ انجام شد. شکل ۱ خاک رس کلسینه شده را در دماهای مختلف نشان می دهد [۷].

رشد و شکوفایی اقتصادی یک کشور بوده اند. استفاده از مواد سیمانی تکمیلی (SCM) به عنوان جایگزین مواد معمولی، زمینه و پتانسیل بسیار زیادی برای کاهش انتشار کربن و مصرف منابع گران بها در تولید سیمان، به ویژه برای کشورهای در حال توسعه دارد [۲]. معرفی مواد دوست دار محیط زیست یکی از جذاب ترین و ارجح ترین زمینه های تحقیقاتی است. در مهندسی عمران و رشته های مرتبط، بتن یک ماده پرتقاضا برای بخش ساختمان و ساخت و ساز است. ما می توانیم تولید نزدیک به یک تن CO_2 به ازای تولید یک تن سیمان پرتلند معمولی (OPC) را مشاهده کنیم [۳]. سیمان یکی از مهم ترین منابع گازهای گلخانه ای می باشد. صنعت سیمان مسئول ۷ درصد از کل انتشار CO_2 در جهان است. امروزه بیش از ۸۰ درصد از SCM هایی که برای کاهش فاکتور کلینکر در سیمان استفاده می شود سنگ آهک، خاکستر بادی یا سرباره هستند. تولید سیمان در سال ۲۰۱۴، ۴/۳ میلیارد تن بود. اقتصادهای نوظهور (چین، هند، کشورهای اوراسیا و دیگر کشورهای آسیا) تقریباً ۳/۵ میلیارد تن یعنی ۸۱ درصد از تولید سیمان جهان را به خود اختصاص داده اند. کشورهای صنعتی (اروپا، ایالات متحده آمریکا، ژاپن) تقریباً ۰/۴ میلیارد تن یعنی ۹ درصد از تولید سیمان در جهان عهده دار بودند. رس های کلسینه شده، به ویژه در ترکیب با سنگ آهک (فناوری LC3) پتانسیل فوق العاده ای برای گسترش استفاده از مواد سیمانی مکمل به عنوان جایگزینی بخشی از کلینکر در سیمان و بتن را دارند [۴].

در یک تحقیق مشترک که در سال های گذشته بین کوبا و سوئیس انجام شد، سیمان ترکیبی سه تایی جدید به نام سیمان رسی کلسینه شده سنگ آهک، که با استفاده از خاک رس و سنگ آهک کلسینه شده می تواند حاوی ۵۰ درصد کلینکر باشد ساخته شد. مطالعات اخیر نشان می دهد که 1LC3 می تواند عملکرد مشابه یا بهتری نسبت به OPC و PPC در بسیاری از جنبه ها داشته باشد. ترکیب بهینه در LC3 و شیمی آن نیز در برخی مطالعات تشریح شده است. از اولین تولید در مقیاس آزمایشی LC3 در هند مشاهده شد که عملکرد خوبی از سیمان را می توان حتی از خاک رس هایی با محتوای کائولینیتی بسیار کم به دست آورد.

خاک رس کائولینیت موجود در هند دارای خواص پوزولانی است که پس از گرم شدن تا دمای ۸۰۰ درجه سانتی گراد تحت دی هیدروکسیلاسیون قرار می گیرد و به پوزولان فعال تبدیل می شود [۵]. مونو کربو آلومینات ها به عنوان یک محصول هیدراتاسیون در سیمان های مخلوط سنگ آهک مشاهده شده است که در حضور سنگ آهک پایدارتر از مونو سولفوآلومینات است [۶]. در این مقاله به بررسی عمیق تر خواص می پردازیم. این مقاله مروری بر استفاده از LC3 در ملات سیمان و هم چنین بتن می پردازد.

◀ ۲. مواد LC3

مواد ضروری مورد استفاده در تهیه مخلوط LC3 عبارتند از کلینکر،

جدول ۱ ▼

S.No	Component	OPC	PPC	LC3		
				Clinker	Calcined clay	Limestone
1	CaO	64.59	1.28	63.81	0.09	48.54
2	SiO ₂	19.01	59.32	21.12	54.43	10.7
3	Al ₂ O ₃	4.17	29.95	5.24	24.95	1.74
4	Fe ₂ O ₃	3.89	4.32	3.41	5.08	1.62
5	MgO	0.88	0.61	3.06	0.19	0.467
6	Mn ₂ O ₃	-	-	0.06	-	0.035
7	Na ₂ O	0.16	0.16	0.32	0.05	-
8	K ₂ O	0.59	1.44	0.19	0.21	0.13
9	TiO ₂	0.23	-	0.10	1.41	0.206
10	SO ₃	1.70	0.16	0.63	-	0.01
11	LOI	1.40	-	0.98	9.58	37.09

جدول ۲ ▼

S.No	Property	LC3	OPC	PPC
1	Specific gravity	2.90	3.15	3.10
2	D50(μm)	4.30	14.25	18.76
3	Normal Consistency	31	30	29
4	Initial setting time	90	90	120
5	Final setting tim	180	190	180

براساس سازگاری استاندارد اندازه‌گیری شده، ثابت بود، بنابراین سیستم LC3 براساس سازگاری، نسبت w/c بالاتری داشت. کارایی کمتری با مخلوط کردن بتونیت کلسینه شده با ملات گزارش شده است.

۳،۳. بتن سیمانی

چندین بتن در آزمایشگاه با استفاده از تمام مخلوط‌های OPC، LC3 و PPC در آزمایشگاه طراحی و تولید شد. افزودنی شیمیایی مبتنی بر پلی‌کربونکسیلات اتر برای رسیدن به اسلامپ ۷۵ میلی‌متر تا ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شد، زیرا بهترین جریان را با مخلوط‌های LC3 ارائه می‌دهد. LC3

خواص مقاومتی بهتری نسبت به OPC و PPC نشان داد [۱۲]

شاید به دلیل کلسیناسیون غیر یکنواخت رس‌ها، تغییرات دسته به دسته زیادی در مقاومت بتن مشاهده شد، با این حال، به‌طور کلی مشاهده شد که برای یک نسبت آب به سیمان معین، LC3 عملکرد بهتری را نشان داد و همه با OPC برابر است. جایگزینی سیمان با کائولینیت کلسینه شده منجر به افزایش قابل توجه مقاومت نسبت به ملات شاهد از ۷ روز شد. این افزایش با ویژگی پوزولانی خاک رس کلسینه شده که CH را برای تشکیل C-S-H اضافی ترکیب می‌کند، تشریح می‌گردد. پرکردن فضای بیشتر و در نتیجه باعث افزایش خواص مکانیکی می‌شود.

۳،۴. کربناته شدن بتن

عمق کربناته استتباط شده از آزمایش نشانگر فنل فتالین همراه با پراکندگی تا ۸ هفته قرار گرفتن در معرض CO₂ 1% و پس از ۳۰ هفته کربناسیون طبیعی، نمونه‌های OPC-50 در معرض CO₂ 1% هیچ جبهه

کربنات کلسیم که از طریق سنگ آهک به سیستم وارد می‌شود و آلومینای اضافی که توسط خاک رس کلسینه می‌شود بیشتر واکنش نشان داده و فازهای آلومینا را تشکیل می‌دهد. زمان ماندن این ماده در اتاقک بخت حدود ۶۰ دقیقه است و واکنش‌پذیری به دست آمده نسبتاً خوب است [۸][۹] تکلیس فلاش در کلساینرهای فلش انجام می‌شود. مواد رسی اصلی باید قبلاً خشک شده و به پودر تبدیل شوند، سپس به جریانی از گاز داغ در دمای ۸۰۰ الی ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد با زمان ماند چند ثانیه‌ای تغذیه شود. این فناوری اجرای چندین چرخه بازیابی گرما را امکان‌پذیر می‌سازد. با مصرف انرژی ۲۲۱۱ مگاژول بر تن فلاش متاکائولین، پتانسیل بازده بالا می‌باشد [۱۰]. تعداد کمی از نویسندگان مقایسه بین LC3 با OPC و هم‌چنین PPC را انجام داده‌اند. جدول ۱ نشانگر ترکیبات شیمیایی مواد استفاده شده در مطالعه می‌باشد.

۳،۱. خواص فیزیکی و شیمیایی

تعداد محدودی از نویسندگان در مورد خواص ترکیب LC3، با توجه به ابهام فراوان در خواص فیزیکی کلسینه شده، جمع‌آوری گزارش کرده‌اند. مقایسه با OPC و هم‌چنین PPC انجام شده است. جدول ۲ مقایسه بین خواص فیزیکی LC3 را نشان می‌دهد [۱۱]

۳،۲. ملات سیمان

پژوهشگران آزمایش‌های زیادی روی ملات‌های LC3 انجام داده‌اند و گزارش کرده‌اند که LC3 تقریباً همان مقاومت فشاری سیمان 43OPC را نشان می‌دهد، نیز نکته کلیدی این است که نسبت آب به سیمان w/c

مجموعه سفارت سوئیس در دهلی نو بدون نیاز به تغییر در روند ساخت استفاده شد.

۵. نتیجه

تحقیقات زیادی برای ارزیابی خواص بتن ملات LC3 انجام شد. نتیجه‌گیری‌های بعدی براساس نتایج گزارش آنها انجام شد. در این زمینه محدود، این مطالعه نشان داده است که LC3 یک جایگزین پایه می‌باشد. این مطالعه از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی، سه سیمان قابل تولید در کوبا را ارزیابی کرده است. فناوری LC3 که شامل ترکیب ۵۰ درصد کلینکر، ۱۵ درصد سنگ آهک نسوخته و ۳۰ درصد خاک رس کلسینه شده (و ۵ درصد گچ) است، یک فناوری کارآمد انرژی و مقرون به صرفه بود. کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای و نیز هزینه‌های تولید و سرمایه‌گذاری قابل توجه می‌باشد. نتایج ارائه شده تعدادی متغیر را در نظر گرفته و قوی هستند. بنابراین LC3 پتانسیل زیادی برای ایجاد فرصتی مناسب برای پاسخ گویی به افزایش تقاضای سیمان با انتشار CO₂ کم و سرمایه‌گذاری دلاری پایین دارد. با وجود مشکلاتی که در تولید مخلوط‌های LC3 وجود داشت مشخص گردید که مخلوط‌هایی که از خاک رس‌های با کیفیت بالاتر استفاده می‌کردند، به‌طور مداوم مقاومت بهتری نسبت به OPC در ملات، بتن‌ها و مصالح ساختمانی با وجود دارا بودن کمتر از ۴۰ درصد کائولینیت کلسینه شده، داشتند.

منابع و ماخذ

1. A. C. Emmanuel, P. Haldar, S. Maity, and S. Bishnoi, "Second pilot production of limestone calcined clay cement in India: The experience," *Indian Concr. J.*, vol. 90, no. 5, pp. 57–63, 2016.
2. H. Maraghechi, F. Avet, H. Wong, H. Kamyab, and K. Scrivener, "Performance of Limestone Calcined Clay Cement (LC3) with various kaolinite contents with respect to chloride transport," *Mater. Struct. Constr.*, vol. 51, no. 5, 2018, doi: 10.1617/s11527-018-1255-3.
3. M. H. Baghban and R. Mahjoub, "Natural kenaf fiber and LC3 binder for sustainable fiber-reinforced cementitious composite: A review," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.3390/app10010357.
4. Y. Cancio Díaz *et al.*, "Limestone calcined clay cement as a low-carbon solution to meet expanding cement demand in emerging economies," *Dev. Eng.*, vol. 2, no. June, pp. 82–91, 2017, doi: 10.1016/j.deveng.2017.06.001.
5. M. Singh and M. Garg, "Reactive pozzolana from Indian clays-their use in cement mortars," *Cem. Concr. Res.*, vol. 36, no. 10, pp. 1903–1907, 2006, doi: 10.1016/j.cemconres.2004.12.002.
6. B. Lothenbach, G. Le Saout, E. Gallucci, and K. Scrivener, "Influence of limestone on the hydration of Portland cements," *Cem. Concr. Res.*, vol. 38, no. 6, pp. 848–860, 2008, doi: 10.1016/j.cemconres.2008.01.002.
7. S. Krishnan *et al.*, "Industrial production of limestone calcined clay ce-

کربناته واضحی را نشان ندادند. هیچ جبهه کربناته‌ای را نمی‌توان برای 50- OPC گزارش کرد. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که مقاومت بتن LC3 در برابر کربناته شدن با افزایش نرخ جایگزینی OPC کاهش می‌یابد، این نشان می‌دهد که LC3 در برابر کربناته شدن بتن به روشی بهتر از OPC و PPC انجام می‌شود

انجام می‌شود

3,5 < تخلخل

Munisamy و همکارانش در ۲۰۱۸ آزمایش‌های کمی برای ارزیابی تخلخل ملات با منشور ۴۰*۴۰*۱۶۰ میلی‌متر در نمونه‌های براساس مطالعه [۱۲] انجام دادند. افزایش تخلخل را با ترکیب LC3 در بتن گزارش کردند.

3,6 < واکنش سیلیس قلیایی

M. S. H. Khan و همکارانش در ۲۰۱۸، آزمایش‌های روری واکنش سیلیس قلیایی انجام دادند. خاک رس آزمایش شده در LC3 و LC3-۶۵ حاوی ۵۰-۵۰ درصد کائولینیت کلسینه شده است. میله‌های ملات از عمل‌آوری در شرایط که به مدت ۲۸ روز در محلول ۰/۳۲ مولار NaOH در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد خیس‌انده شدند [۱۳] به‌طور کلی استفاده از مواد سیمانی تکمیلی به دلیل قلیانیت کمتر و وجود Al در محلول منفذی ۳، اثر پیش‌گیرانه موثری در برابر واکنش سیلیس قلیایی در بتن دارد [۱۴]

۴. کاربرد LC3

مصالح ساختمانی مانند کاشی‌های سقف بتنی میکرو (MCR)، آجرهای بتنی جامد، بلوک‌های بتن هوادهی اتوکلاو شده (AAC) چارچوب در و پنجره RCC و بلوک‌های سنگ فرش با استفاده از LC3 تولید شدند که مصالح ساختمانی مطابق با الزامات استاندارد مربوطه تشخیص داده شد. بدون هیچ تغییری در طرح‌های معمول مخلوط و فرآیندهای تولید، مهمتر از همه مشخص شد که وقتی سیمان‌های پرتلند معمولی یا پوزولانی با LC3 در طول این تولیدات جایگزین شدند نیازی به آموزش مجدد کارگران یا کالیبراسیون مجدد تجهیزات نبود. یک ساختمان دو طبقه با عناصر بتونی ساده و آرمه در مرکز هند ساخته شد که کاملاً با LC3 انجام شد، مانند آنهایی که معمولاً در چنین ساخت‌وسازهایی استفاده می‌شوند [۱۵] این مشاهدات برای نشان دادن کاربرد LC3 در کاربردهای عمومی به‌عنوان جایگزینی برای OPC یا PPC مهم هستند. علاوه بر این، برای آزمایش مناسب بودن سیمان در فرآیندهای تولید خودکار، بلوک‌های سنگ فرش بتنی و بلوک‌های بتن هوادهی اتوکلاو شده (AAC) در کارخانه‌های کاملاً خودکار تولید شدند. یک بار دیگر مشخص شد که فقط تغییرات جزئی در طرح‌های اختلاط برای تولید مورد نیاز است و محصولات هم‌چنان الزامات استانداردها را برآورده می‌کنند. بلوک‌های AAC برای ساخت دیوارهای یک ساختمان در

۳. محلول منفذی (Pore Solution) به‌عنوان محلول قلیایی موجود در منافذ بتن سخت شده تعریف می‌شود. PH این محلول در OPC به دلیل انحلال مقدار متغیر Na₂O و K₂O موجود در سیمان‌های مختلف در محدوده ۱۳-۱۳٫۸ است.

- of fly ash composition on the chemistry of pore solution in hydrated cement pastes," *Cem. Concr. Res.*, vol. 29, no. 12, pp. 1915–1920, 1999, doi: 10.1016/S0008-8846(99)00190-8.
13. J. Duchesne and M. Bérubé, "The effectiveness of supplementary cementing materials in suppressing expansion due to ASR: Another look at the reaction mechanisms; Part 1: Concrete expansion and portlandite depletion," *Cem. Concr. Res. - CEM CONCR RES*, vol. 24, pp. 73–82, Dec. 1994, doi: 10.1016/0008-8846(94)90084-1.
14. J. Duchesne and Q. City, "Another Look At the Reaction Mechanisms," *Cem. Concr. Res.*, vol. 24, no. 2, pp. 221–230, 1994.
15. M. A. K. Reddy, V. R. Rao, K. N. Chaitanya, and V. K. C. Khed, "Optimization of Bentocrete parameters using Response Surface Methodology (RSM)," *AIMS Mater. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 221–246, 2021, doi: 10.3934/mat-sci.2021015.
8. G. Habert, J. B. D'Espinose De Lacaillerie, and N. Roussel, "An environmental evaluation of geopolymers based concrete production: Reviewing current research trends," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 11, pp. 1229–1238, 2011, doi: 10.1016/j.jclepro.2011.03.012.
9. G. Habert, C. Billard, P. Rossi, C. Chen, and N. Roussel, "Cement production technology improvement compared to factor 4 objectives," *Cem. Concr. Res.*, vol. 40, no. 5, pp. 820–826, 2010, doi: 10.1016/j.cemconres.2009.09.031.
10. K. Scrivener and A. Favier, "Calcined Clays for Sustainable Concrete," *RILEM Bookseries*, pp. 323–329, 2015, doi: 10.1007/978-94-017-9939-3.
11. M. Achyutha Kumar Reddy and V. Ranga Rao, "Utilization of bentonite in concrete: A review," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 7, no. 6C2, 2019.
12. M. H. Shehata, M. D. A. Thomas, and R. F. Bleszynski, "The effects

واحدهای روابط عمومی کارخانه های سیمان

نشریه سیمان و افزودنی‌ها در نظر دارد، در راستای درج اخبار و اطلاع‌رسانی، هرگونه اخبار کارخانه‌های سیمان اعم از دریافت لوح تقدیر، طرح‌های توسعه، راه‌اندازی خطوط جدید کارخانه‌ها و ... را در نشریه منعکس کند. واحدهای روابط عمومی می‌توانند اخبار خود را به آدرس اینترنتی زیر، ارسال یا به شماره زیر واتساپ/تلگرام نمایند.

21 8853 4001-3 0938 107 1310
 NOORI_CEMENT@YAHOO.COM
 CEMENTARTICLE@GMAIL.COM

cement
news

منابع غیر مفید مواد اولیه

■ ترجمه: الهام صائمی . شرکت سیمان فارس نو

شکل ۱: حضور آلودگی در پله های بالایی در سنگ آهک



در بعضی مناطق که گاهی سطح سنگ آهک در معرض هوا قرار گرفته و تجزیه شده است، آب در بین درز و شکاف های سنگ نفوذ کرده و با حل کردن عناصر تشکیل دهنده آن باعث ایجاد حفره هایی در سنگ می شود. در بسیاری موارد این حفره ها با موادی که از بالادست شسته شده اند پر می شود و باعث به وجود آمدن آلودگی در سنگ آهک می گردند و همانگونه که در شکل ۱ دیده می شود در پله های بالایی به چشم می خورند.

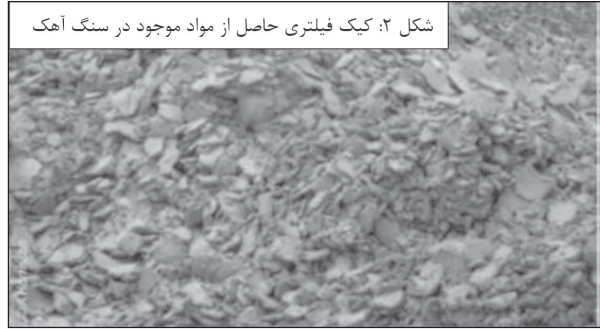
در زمان حفاری های اکتشافی در سنگ آهک، ممکن است تنها به آهک برخورد کنیم یا این که در اعماق بیشتر، رس، ماسه و گراول هم ببینیم؛ این تغییرات غالباً سینوسی هستند و زمانی که به عمق می رویم، بیشتر قابل

این نکته صحیح نیست که گفته شود همه منابع مواد جهت تولید سیمان، قابلیت های لازم را دارند. نویسنده چندین مورد را مطالعه کرده است. تصویر سنتی از منابع مواد اولیه سیمان، معادنی با پله های منظم است که به بهترین شیوه ممکن مورد بهره برداری قرار گرفته است. در بسیاری موارد این یک تصویر دقیق است اما در مورد برخی منابع، در طول تاریخ تولید سیمان، منابعی از سنگ آهک و رس هستند که به طور مناسب بهره برداری نشده اند. چند مثال از این موارد در ادامه توضیح داده شده است.

◀ ناهمگنی

برخی معادن سنگ آهک دارای رگه هایی از فیلیت یا چرت هستند که می تواند به عنوان منابع نامناسب تامین سیلیس به شمار آیند. اما این موضوع به این معنی نیست که در سایر ذخایر، سیلیس به صورت یکنواخت قرار دارد. بررسی مواردی که در فازبندی معادن و کنترل های شیمیایی دیده می شود حاکی از این است که تغییرات از یک پله به پله دیگر متفاوت است و گاهی این تغییرات به صورت عمودی نیز دیده می شود. چالش های اصلی در مورد ذخایر سنگ آهک به آن دسته از ذخایری مربوط می شود که دچار آلودگی شده اند و بنابراین تصمیم گیری در مورد آنها را مشکل و گاهی غیر قابل پیش بینی می کند.

شکل ۲: کیک فیلتری حاصل از مواد موجود در سنگ آهک



ملاحظه می‌شوند. در معادن سنگ آهک، رگه‌های رس معمولاً در چال‌های اکتشافی قابل مشاهده هستند و باید به این نکته توجه داشت که این رس و ماسه دیده شده ممکن است به صورت لوله‌های کوتاهی در سنگ باشند و به صورت یک لایه ادامه دار در طول آن نباشند.

در برخی مناطق دیگر سنگ آهک‌های دوره کربونیفر تبدیل به سنگ مرمر شده‌اند. بسیاری از ویژگی‌های سنگ‌ها وقتی در سطح ظاهر می‌شوند، حفظ می‌شود اما در مورد سنگ آهک ممکن است زیر لایه‌هایی که از بالادست شسته می‌شوند قرار گیرد و در اثر گذشت زمان به صورت ذخایری مخلوط از رس و آهک درآید.

یک روش برای روشن شدن این موضوع، شستشوی سنگ پس از خردایش است. به این ترتیب که با شستن آن، رس و ماسه از سطح سنگ پاک می‌شوند و آهک آن برجای می‌ماند. رس و ماسه شسته شده نیز می‌تواند به عنوان یک منبع دیگر در تولید ماده خام کلینکر مورد استفاده قرار گیرد.

◀ رطوبت

در برخی موقعیت‌ها، ارتفاع سطح آب اصول حفاری ذخیره را تحت الشعاع قرار می‌دهد و استخراج زیر آب به تنها گزینه ممکن تبدیل می‌شود. معدن کاری زیر آب نیز مشکلات خاص خود را دارد و مواد تا زمانی که حفاری نشوند، قابل مشاهده نخواهند بود. کارخانه روچستر در انگلستان که در حال حاضر تعطیل شده است، از ترکیبی از آهک با کیفیت بالا که به صورت سنتی استخراج می‌شد همراه با ترکیبی از آهک‌های خلوص پایین‌تر و آهک‌های مارنی استفاده می‌کرد. جداسازی دو ماده امکان‌پذیر نبود، بنابراین ترکیب آنها درجه زیادی از تغییرات را داشت. این تغییرات نیازمند این است که تعداد زیادی نمونه از ذخیره برداشت شوند تا ترکیب دلخواه تصحیح گردد و این نمونه‌ها شامل اکسید آهن، بوکسیت، ماسه و ذخایر رس هستند. هم‌چنین نمونه‌گیری به علت عدم قطعیت ذخیره در روش استخراج زیر آب ضروری می‌باشد.

یکی دیگر از مشکلات استفاده از آهک‌های حاصل از معادن زیر آب، خیس بودن زیاد آنهاست. در کارخانه‌های با فرآیند سنتی، آهک در آسیاب‌های تر ریخته و به تانکرهای بزرگ پمپ می‌شود که در این حالت همگنی چند ماده نیز اتفاق می‌افتد. این مواد از طریق لوله‌های انتقال به کوره منتقل می‌شود، جایی که هنوز به صورت خام هستند.

اما در روش‌های مدرن تولید سیمان، از فرآیند تر استفاده نمی‌شود چرا که علاوه بر لزوم صرفه‌جویی در هزینه‌ها در روش‌های خشک، این روش‌ها بهره‌وری بیشتری نیز به همراه دارند. جدای از جنبه‌های اقتصادی، از نظر محیط‌زیستی سطح مصرف انرژی 1500 Kcal/Kg (6.28 GJ/t) کلینکر، در کارخانه‌های جدید قابل قبول نیست. یک راه جایگزین، تولید کیک فیلتری مانند آنچه در شکل ۲ نشان داده شده است، می‌باشد. کیک فیلتر در گذشته در کوره نیمه تر Lepol در Southam and Rochester در انگلستان و هم‌چنین برای سنگ‌شکن نیمه تر در کوره‌های خشک استفاده می‌شد. در فرآیند نیمه تر، کل مواد از پرس عبور داده می‌شوند تا رطوبت آنها به ۲۰ درصد کاهش یابد. در کوره Lepol کیک فیلتر تولید شده درون اکسترودر ریخته می‌شود تا ندول‌های ایجاد شده از آنها خارج شوند و به سمت گریت حرکت کنند. در سنگ‌شکن‌های خشک‌کن، کیک ایجاد شده به صورت مستقیم وارد کوره می‌شود. در این روش امکان تولید کلینکر با حدود 900 Kcal/Kg (3.8 GJ/t) وجود دارد اما هزینه برق مصرفی برای کار کردن فیلتر پرس زیاد می‌شود.

سنگ‌شکن‌های نیمه تر کوره‌های خشک امروزه، مانند کارخانه سیمان Rugby در انگلستان و تولیدات Aalborg در دانمارک، مواد دوغابی را مستقیماً وارد کوره می‌کنند.

◀ رفع مشکلات چسبندگی

برای رفع مشکلات معمول به چسبندگی یا داستی بودن متریا ل توجه می‌کنند. ذخایر مارن و آهک که غالباً در اروپا و بخشی از شمال آمریکا دیده می‌شوند، ذرات بسیار ریزی از کلسیت را در بر می‌گیرند که در طول دوره کرتاسه تشکیل شده‌اند.

گاهی اوقات اقیانوس‌هایی که این سنگ‌ها در آنها شکل گرفته‌اند، با مقادیر زیادی از رس آلوده شده‌اند و این آلودگی‌ها درون ذخایر هستند. این لایه‌ها بر روی سطح اقیانوس می‌مانند تا زمانی که بر اثر حرکات تکتونیکی زمین، به سمت بالای دریا حرکت کنند.

این آهک‌ها و مارن‌ها که به آنها توده‌های کربنات کلسیمی خالص و کم خلوص می‌گوییم، نسبت به سنگ‌های آهکی مربوط به دوران کربونیفر و ژوراسیک که در زیر آنها قرار گرفتند و پیرتر و سخت‌تر هستند، به طور نسبی کمتر فشرده شده‌اند، و به این ترتیب در بسیاری موارد نسبتاً نرم هستند و بنابراین برای مصرف در کارخانه‌های سیمان راحت‌تر استخراج می‌شوند. آنها هم‌چنین دارای مقاومت ذاتی بسیار کمی هستند و غالباً به سادگی در اثر شستشو، شکسته می‌شوند و به میزان کمی آسیاب کردن برای استفاده به عنوان ماده خام سیمان نیاز دارند یا حتی گاهی به آسیاب هم نیازی نیست. اما، از سوی دیگر، این سنگ‌ها غالباً هنوز حاوی مقادیر زیادی آب هستند و هرچه میزان رس آنها بیشتر باشد آهک‌های مارنی بیشتری را شامل می‌شوند که می‌تواند باعث بروز مشکلاتی در دستیابی و جابه‌جایی آنها شود و چسبندگی آهک و مارن باعث می‌شود که به علت بروز مشکلاتی چون ذخیره سازی، ذخیره کردن، همگن سازی و تغذیه مواد خام، مانع استفاده از

موارد، نیاز است که به آنها آب اضافه شود تا قابل استفاده گردند. برای مثال استفاده از خاکستر سوخت‌های پودری یا خاکستر، به‌عنوان ماده خام می‌تواند این مشکل را ایجاد کند. در این حالت، اگر به‌صورت خشک استفاده شود، باید ابتدا وارد تانکرها شوند و بعد از آنجا به سیلوها انتقال باید قبل از این که وارد آسیاب مواد خام شود یا این که مستقیماً وارد مرحله پری-کلساینر شوند.

اگر خاکستر در یک محیط باز ذخیره شود، باید برای نگهداری آن شرایط خاصی مدنظر قرار گیرد. یعنی حدود ۱۲ درصد آب باید به آن اضافه شود تا از پراکنده شدن آن جلوگیری شود. زمانی که در پایل قرار می‌گیرند، به سطحی نیاز دارند که آب بیشتری به آنها اضافه شود به‌ویژه در شرایط آب و هوایی خشک یا با وزش باد، چرا که افزودن آب در این شرایط از به وجود آمدن مشکلات داستی شدن در فرایند جلوگیری می‌کند.

زمانی که مواد در فضای باز ذخیره می‌شوند، باید ساز و کارهای مناسب زهکشی وجود داشته باشد تا جلوی ورود آب به فرایند گرفته شود. البته در صورتی که امکان ذخیره‌سازی در فضای سرپوشیده محیا باشد، این روش ارجحیت دارد.

◀ مباحث شیمیایی

◀ ترکیبات ماسه

تمام ذخایر زمین‌شناسی دارای درجاتی از تغییرات شیمیایی هستند و این مساله یکی از مباحثی است که شیمیدان‌ها به آن می‌پردازند. در برخی ذخایر، مقادیر بالاتر یا پایین‌تر از میزان تغییراتی است که پیش‌بینی شده است، بنابراین برای مطالعه آنها به توجه بیشتری نیاز است، به‌ویژه اگر استفاده از آنها موفقیت‌آمیز باشد.

گاهی فرض بر این است که واژه ماسه به موادی اطلاق می‌شود که غالباً سیلیسی هستند. اما، همه ماسه‌ها لزوماً از سیلیس تشکیل نشده‌اند و ماسه‌های کربنات کلسیمی در بسیاری مناطق قابل مشاهده هستند. در مناطقی که ماسه‌های آهکی در مناطق روباز پراکنده هستند که در معرض وزش باد قرار گرفته و تپه‌های شنی را ایجاد می‌کنند و سپس این مواد با هم ترکیب شده و سنگ‌های سیلیسی را ایجاد می‌کنند.

این ماسه سنگ‌های کربناتی هم‌چنین می‌توانند از سایر موادی که توسط باد پراکنده شده‌اند نیز تشکیل شدند که ماسه سیلیسی هم می‌تواند یکی از آنها باشد. ماسه به این ترتیب حاوی مخلوط دان‌های کلسیت یا آراگونیت هستند که به سادگی با سیلیس آسیاب می‌شوند. سیلیس به تنهایی سخت‌تر از کلسیت آسیاب می‌شود اما در شرایط این چنینی، جداسازی ماسه‌های سیلیسی امکان‌پذیر نیست. اگر نیاز به استفاده از این گونه مواد باشد، گزینه کاربردی به کارگیری آسیاب مواد خام با دو جریان ورودی مجزا و دو اتاقک خردایش مجزا می‌باشد که می‌تواند آسیاب کردن را بهینه کند، به این ترتیب که ماسه‌ها آسیاب می‌شوند بدون این که سنگ آهک‌ها بیش از اندازه خرد شوند.

آنها شود. به‌عنوان مثالی از کوره‌ای دیگر با سنگ‌شکن خشک در لهستان، خوراک وارد سنگ‌شکن می‌شود، آهک و مارن با استفاده از یک خرد کننده خشک که مواد را همگن می‌کند، از معدن استخراج و به کوره منتقل می‌کنند.

در حالی که برای رفع رطوبت ذرات بسیار ریز و اشباع مواد تلاش‌های زیادی انجام شده است، اما هنوز این سوال مطرح است که مشکل پایل در زمان باردهی به هاپر چگونه رفع می‌شود.

در کارخانه سیمان Chelm، آهک و مارن در استاکر ریکلایمر خطی وارد پایل می‌شوند. تجربه استفاده از ریکلایمر، حتی زمانی که مواد رفتار غیر چسبنده از خود نشان می‌دهند، موفق نبوده است؛ اما با نصب باکت‌های الواتور این مشکل رفع شد چون طراحی این باکت‌ها مخصوص پاکسازی مواد چسبنده بود.

این‌ها به‌وسیله دو پل پشت سر هم طراحی شده بودند. مواد از روی تسمه نقاله در طول یک طرف وارد می‌شوند. ذخیره‌سازی براساس پایل‌های طولی دوتایی یا بیشتر صورت می‌گیرد که از روش دسته‌بندی استفاده می‌کند. در حالی که پایل در حال ریزش است، پایل دیگر توسط ریکلایمر که با زاویه ۹۰ درجه نسبت به آن قرار دارد، در حال برداشت است.

◀ رس‌های متورم

در حالی که آهک‌هایی که توسط فشار فیلتر، خشک شده‌اند برای استفاده به‌عنوان منابع مواد خام مفید هستند، ذات مواد رسی چون مرطوب است، برای استفاده و آماده‌سازی به‌عنوان ماده خام ایجاد مشکل می‌کند.

میزال‌های رسی انواع مختلفی دارند، برخی از آنها به‌ویژه آنهایی که در گروه اسمکتیت هستند (مانند مونت موریونیت) زمانی که در مجاورت آب قرار می‌گیرند، متورم می‌شوند. در طبیعت رس‌ها معمولاً حاوی آب هستند، اما زمانی که تحت فشار سایر میزال‌هایی که روی آنها قرار می‌گیرند، فشرده می‌شوند، بر اثر گذشت زمان، آب بیشتری در خود جذب می‌کنند.

زمانی که رس از زمین خارج می‌شود، در حالتی است که بارش باران یا افزودن آب به صورت هدفمند در آسیاب، باعث نرم شدن آن مثل کائولینیت و ایلیت یا ورم کردن آن مثل اسمکتیت می‌شود. گاهی رس‌های متورم در بین منابع متنوع رسی که استخراج می‌شود، دیده می‌شوند.

برای احتیاط، برخی کارخانه‌هایی که از رس‌ها در مواد خود استفاده می‌کنند، پیش از این که آن را وارد فرآیند تر یا نیمه تر خود کنند، رس‌ها را برای مدت زمان مشخصی در فضای آزاد قرار می‌دهند تا اگر تورمی پیش می‌آید قبل از ورود به فرآیند اتفاق بیفتد تا از تخریب‌های قابل ملاحظه جلوگیری کنند.

◀ حالت داستی

مواد داستی می‌وانند باعث بروز مشکلات اساسی محیط زیستی شوند. همان‌گونه که در زمان حرکت مشکلاتی را به‌وجود می‌آورند. در بسیاری

◀ منیزیم

سنگ داشته باشد. بنابراین با مناطقی که میزان MgO به طور مشخص از میانگین کل ذخیره بالاتر است، مواجه می‌شویم.

مقدار MgO مجاز سیمان در بسیاری از بازارهای سیمان ۵ درصد است اگر میزان MgO موجود در سنگ آهک ۴ درصد باشد و ۷۵ درصد خوراک کوره را تشکیل دهد، پس $0.75 \times 4 = 3$ ، نشان می‌دهد که منیزیم در خوراک کوره ۳ درصد می‌شود و طی فرآیند پخت در کوره $3 \times 1.55 = 4.65$ که معادل ۴٫۹۶ درصد منیزیم در کلینکر خواهد بود که با اضافه کردن ۵ درصد گچ و ۵ درصد افزودنی به سیمان $0.9 \times 4.96 = 4.5$ مقدار منیزیم در سیمان به مقدار ۴٫۵ درصد می‌رسد؛ با در نظر گرفتن تغییرات، عدد ۴٫۵ درصد به مقدار ماکزیمم نهایی نزدیک است، با فرض این که سایر مواد اولیه یا افزودنی، حاوی منیزیم نباشد.

در این مورد، تنها در صورتی که سنگ آهک خالص تر مورد استفاده قرار گیرد، سایر مواد تأثیری روی فرآیند ندارند. اما اگر از سنگ آهک‌های در دسترس استفاده شود، استخراج این ذخیره می‌تواند همراه با استخراج ذرات غنی از MgO باشد که در آن صورت فرآیند تولید را با دردسر مواجه می‌کند.

◀ منابع

HARRISSON, A, 'Unhelpful raw material sources' International Cement review (August 2023), p61-63

شمار زیادی از ذخایر سنگ آهک حاوی ذراتی از منیزیم (MgO) هستند. در بیشتر موارد این ذرات، دولومیت‌ها را تولید می‌کنند که حضور آنها باعث می‌شود مواد برای تولید سیمان نامناسب شوند. اما غالباً در حالی که کل ترکیبات ذخیره سنگ آهک از لحاظ سطح MgO موجود در آن قابل قبول برای تولید سیمان است و برخی مناطق از سنگ آهک نسبتاً خالص تشکیل شده‌اند، سایر مناطق به شدت با MgO آلوده شده‌اند.

برای دریافتن این که چگونه این مشکل حل می‌شود و چرا نیاز است که با دقت مورد بررسی قرار گیرد، باید به ترکیب دولومیت‌ها توجه شود. دولومیت‌ها از جمله ذخایر کمیاب هستند و دولومیتی شدن فرآیندی است که طی آن سنگ آهک که عمده آن را ترکیبات کلسیم تشکیل می‌دهد، تبدیل به دولومیت می‌شود که عمده آن را ترکیبات کلسیم - منیزیم تشکیل می‌دهد.

برای جایگزینی کلسیت، نمک‌های منیزیمی محلول در آب با کربنات کلسیم واکنش می‌دهند. در فرآیند ساختارها و بافت‌های اولیه سنگ آهک کم و بیش از بین می‌روند و تبدیل به کریستال‌های درشت دانه دولومیتی می‌شوند. این تغییرات، با کاهش حجم نسبی خلل و فرج سنگ‌ها همراه است. حرکت محلول غنی از منیزیم درون سنگ آهک یکنواخت نیست و می‌تواند تجمع بیشتری در طول درز و شکاف‌ها یا دیگر شکستگی‌های

نشریه سیمان و افزودنی‌ها
سیمان

با تبلیغات خود،
با ما در نشریه
سیمان و افزودنی‌ها
همراه باشید و
دیدہ شوید

We are the best
at what we do

21 8853 4001-3 0938 107 1310
NOORI_CEMENT@YAHOO.COM

ASK US FOR YOUR
NEXT ADVERTISEMENT
PROJECT!

تزریق رواناب سطحی به سفره آب زیرزمینی (با هدف سازگاری صنعت و محیط زیست)

■ علی اکبر فلاح، دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت، دانشگاه علم و فناوری مازندران

● چکیده

استفاده غیر اصولی از سفره‌های آب زیر زمینی باعث شده است که تعداد زیادی از چاه‌ها دچار کاهش سطح آب شده و از طرفی حفر چاه‌های غیر قانونی برای جبران این مشکل، در کاهش منابع آبی تاثیر بسزایی دارد. دو روش اساسی ۱. ذخیره رواناب سطحی، ۲. تغذیه رواناب سطحی به چاه، وجود دارد که می‌توان برای کاهش مصرف و مصرف بهینه آب‌های زیر زمینی به کار گرفت. در این مقاله درباره روش ساده و کم هزینه تغذیه مصنوعی رواناب به سفره‌های زیر زمینی ارائه شده است که بسیاری از چاه‌های آب، شرایط این ذخیره‌سازی را دارند.

کلمات کلیدی: حفظ منابع طبیعی آب، ذخیره رواناب، تغذیه آب سطحی به چاه، تغذیه مصنوعی به سفره آب زیرزمینی.

◀ مقدمه

منابع طبیعی انجام شود.

تغذیه مصنوعی آب به سفره زیرزمینی با روش‌های مختلفی انجام می‌شود و در اینجا روش ذخیره رواناب سطحی و چگونگی تغذیه آن به آب چاه بیان شد.

◀ جمع‌آوری رواناب سطحی

رواناب سطحی را می‌توان به شرح مراحل زیر جمع‌آوری یا ذخیره کرد و به چاه آب یا سفره زیر زمینی تزریق نمود.

۱. هدایت و جمع‌آوری رواناب؛

۲. در نظر گرفتن حوضچه تغذیه؛

۳. تزریق آب به چاه.

شکل ۱ مربوط به محل حفر چاه آب در یک کارخانه در شهر کیاسر

مصرف آب چاه برای مصارف صنعتی جزو مشکلاتی است که باید به‌طور جدی به آن پرداخته شود. ساختار مجموعه‌های صنعتی به گونه‌ای است که می‌توان در بیشتر کارخانه‌های کشور رواناب را ذخیره کرد و برای مصارف غیر صنعتی استفاده کرد. چون آب صنعتی به‌طور چرخشی در سیستم خنک‌کن مورد استفاده قرار می‌گیرد و این‌گونه نیست که مانند مصارف بخش خانگی، دامداری، گلخانه و ... به‌طور جدی دارای پساب یا فضولات باشند و در مجموع می‌توان به سادگی آب صنعتی را با هزینه پایین تصفیه نمود.

جمع‌آوری رواناب برای مصارف صنعتی و تغذیه بخشی از آن به سفره آب زیرزمینی کاهش مصرف آب، مصرف بهینه آب و احیای سفره‌های زیرزمینی را در پی دارد که می‌تواند کمک بزرگی به احیا محیط‌زیست و

جدول ۱. میانگین میزان بارندگی و وضعیت آب و هوا کیاسر در سال ۱۳۹۷

ردیف	حداقل بارش	حداکثر بارش	حداقل رطوبت	حداکثر رطوبت	حداقل دما	حداکثر دما	روزهای یخبندان	ساعات آفتابی	تعداد روز بارانی	جمع بارندگی ماهانه
فروردین	۰٫۴	۱۰٫۴	۴۶	۸۷	-۳	۳۰	۴	۱۵۰٫۶	۱۱	۲۹٫۱
اردیبهشت	۰٫۴	۲۶٫۱	۴۲	۸۸	۴	۲۹٫۶	۰	۱۹۸٫۴	۱۴	۱۰٫۷
خرداد	۰٫۱	۱۵٫۱	۵۳	۹۴	۱۰٫۲	۳۶٫۸	۰	۲۰۶٫۳	۱۶	۳۳٫۸
تیر	۰٫۱	۱	۴۰	۸۵	۱۴٫۶	۳۸	۰	۳۰۶٫۴	۳	۱٫۴
مرداد	۰٫۱	۸٫۵	۵۷	۹۷	۱۴٫۲	۳۵٫۶	۰	۱۸۴٫۳	۱۴	۲۵٫۶
شهریور	۰٫۱	۱۴٫۱	۴۷	۹۳	۱۲٫۸	۳۵	۰	۲۵۱٫۶	۶	۱۵٫۴
مهر	۰٫۳	۲۷٫۷	۵۴	۹۳	۶	۲۷٫۴	۰	۲۰۳٫۱	۸	۶۴٫۲
آبان	۰٫۱	۲۰	۶۰	۹۲	۲٫۶	۲۸٫۶	۰	۱۲۴٫۱	۱۲	۴۳٫۱
آذر	۰٫۵	۱۷٫۷	۵۴	۸۸	-۰٫۶	۲۰٫۶	۱	۱۲۰٫۸	۷	۳۵٫۷
دی	۴	۴۴٫۲	۳۹	۷۸	-۶	۱۶٫۸	۱۱	۱۳۸٫۴	۸	۹۲٫۴
بهمن	۰٫۲	۳۳	۴۶	۸۱	-۵٫۲	۱۸٫۷	۱۵	۱۶۵٫۹	۱۲	۹۶٫۲
اسفند	۱٫۱	۵۲	۴۸	۸۵	-۳٫۳	۲۱٫۳	۱۰	۱۶۷٫۵	۱۱	۱۵۰٫۵

یعنی با توجه به میزان بارندگی سالانه که در اینجا اتفاق می افتد و با توجه به میزان جاری شدن آب و هم چنین ساعات تبخیر آب و زمان هایی در فصول سرما که تبخیر آب صورت نمی گیرد، می توان حجم قابل توجهی از آب را ذخیره و به سفره آب زیرزمینی تزریق نمود.

نتایج حاصل از بارندگی

در مبحث میزان بارندگی در موضوع زمینه ای کشاورزی، جنگل، بیابان، دشت یا به طور کلی زمینی که آب را در خودش جذب می کند، بیشتر بارندگی موثر را در نظر می گیرند و باران موثر مقدار آبی است که جذب زمین شده و باعث ایجاد رطوبت در خاک می شود. هرگاه شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ آب به داخل خاک بیشتر باشد یا میزان بارندگی بیش از ظرفیت جذب خاک باشد، آب جذب خاک نمی شود و آب حاصله از بارندگی در سطح حوضه باقی می ماند و این آب پس از پر کردن گودی های سطح زمین (تشکیل چالاب) در امتداد شیب زمین جریان پیدا کرده و از طریق شبکه آبراهه ها و سپس رودخانه اصلی از حوضه خارج می گردد. به این بخش از بارندگی (که می توان مقدار آن را در رودخانه ها اندازه گیری کرد) رواناب سطحی می گویند. و این بخش از بارندگی است که قابلیت ذخیره سازی را دارد.

آمار بارندگی

آمار بارندگی در نقطه مذکور به شرح جدول ۱ است:

مراحل جمع آوری رواناب

استحصال یا جمع آوری آب باران شامل اقداماتی مانند: جمع آوری، انتقال، ذخیره و تزریق آب به چاه می باشد و از چهار عامل تشکیل می شود



▲ شکل ۱

است. که با توجه به شرایط محل چاه آب، با جمع آوری رواناب جاری شده در این سطح زمین اطراف چاه، می توان رواناب را به چاه آب تزریق کرد. در این تصویر نقطه "خروجی محل چاه است و نقطه" بالاترین نقطه ارتفاع نسبت به خروجی چاه است.

مسیر آب در این قسمت با جهت نما آبی مشخص شده و حوضچه ذخیره آب با یک نقطه پر رنگ در نزدیک خروجی چاه معلوم است. این قسمت بالای ۳ هکتار است.

▼ جدول ۲. میزان بارش برف و وضعیت آب و هوا کیاسر سال ۱۳۹۷

متوسط بارش برف	حداقل دما	حداکثر دما	روزهای یخبندان	روزهای بارانی	حداقل رطوبت	حداکثر رطوبت	روزهای آفتابی
۷۰ سانتیمتر	-۶	۲۰	۳۶	۱۱	۱۱	۲۰	۴۷۲

یک متر مربع یعنی ۱۰۰۰۰ سانتیمتر مربع و یک لیتر آب برابر است با ۱۰۰۰۰ سانتیمتر مکعب و با این اعداد و رابطه زیر می توان گفت:

$$\frac{1000}{10000} = \frac{1}{10} = 1 \text{ میلیمتر}$$

یعنی اگر در طول یک سال متوسط بارندگی یک منطقه ۲۰ میلی متر باشد، این به معنی است که به طور متوسط در طول سال در هر یک متر مربع مقدار ۲۰ لیتر باران باریده است. اگر میزان بارندگی ۲۰ میلیمتر باشد، یعنی در هر متر مربع ۲۰ لیتر باران باریده است.

از فصل پاییز تا فصل زمستان بارش برف از ۵ سانتیمتر تا ارتفاع ۷۵ سانتیمتر می رسد، می توان با متراکم کردن حجم زیادی از برف، از رواناب برف هم استفاده بهینه کرد.

تمام شرایط و فرآیند و عواملی که بیان شد در تشکیل رواناب موثر بوده و درباره موضوع ذخیره آب بسیار موثر است و می توان حجم قابل توجهی برای تزریق آب استفاده کرد.

◀ متراکم کردن برف

برای استفاده بهینه از بارش برف و تشکیل رواناب سطحی و تشکیل حوضچه های آبی، بهتر است که برف های باریده شده را متراکم کنند. برای این کار در روزهای آفتابی و قبل از غروب آفتاب با اسپری کردن آب بر روی برف، در طول شب باعث یخ زدن برف ها شده و در روزهای آفتابی تا حد قابل قبولی می توان از تبخیر برف جلوگیری کرد.^۱

از اواسط آبان تا اواسط فروردین به مدت ۵ ماه در این مناطق ریزش برف رخ می دهد که شرح متوسط نتیجه باریدن برف در جدول زیر بیان شده است:

◀ محاسبه رواناب

چون محاسبه رواناب براساس هیدرومتری دقیق نیست. لذا شرایط شکل گیری و محاسبات رواناب با حداقل شرایط در نظر گرفته می شود: تبخیر و تعرق = ۳۰ درصد، نفوذ سطحی = ۲۰ درصد، رواناب سطحی = ۳۰ درصد، نفوذ عمقی = ۲۰ درصد.

◀ شرایط تشکیل رواناب سطحی

عوامل و مواردی که در تشکیل رواناب تاثیر مستقیم دارند بطور خلاصه به شرح زیر است:

۱. می توان توسط ماشین آلات و ابزار دیگر، حجم زیادی از برف را در یک نقطه و در مسیر حوضچه اصلی جمع نمود و با اسپری آب آنها را متراکم نمود.

و محل مورد نظر برای ذخیره رواناب باید این شرایط را داشته باشد و این چهار عامل عبارتند از:

۱. ناحیه جمع آوری آب (شکل محوطه با شیب تند و مناسب که سرعت جریان آب را افزایش می دهد)؛
۲. سیستم انتقال آب (سطح خاک طبیعی که در اثر بارندگی مشخص به طور طبیعی تشکیل جوی و نهر آب می دهد)؛
۳. محل ذخیره آب (با توجه به موارد ۱ و ۲ که جمع آوری، هدایت و انتقال آب را تسهیل می کند، مجموعه آب جمع شده را به یک سمتی هدایت می کند و در یک نقطه می ریزد که با احداث یک مخزن می توان آب را ذخیره کرد)؛
۴. تزریق آب ذخیره شده به سفره زیرزمینی.

◀ جمع آوری رواناب در محوطه نفوذپذیر

این محوطه چون از جنس خاک است و پوشش گیاهی ندارد و این که در قسمت های نفوذپذیر چالاب تشکیل می شود و رواناب زمانی ایجاد می شود که خاک از آب اشباع شود. لذا این شرایط زه کشی خاک هم در محاسبات لحاظ می شود و حجم مشخصی از بارندگی برای ذخیره رواناب در نظر گرفته می شود.

◀ رواناب سطحی

در هر بارندگی فرایند رواناب سطحی رخ نمی دهد و این فرآیند با توجه به دو عامل اصلی رخ می دهد.

◀ ۱. پارامترهای اقلیمی

نوع باران، شدت باران، تداوم بارندگی، توزیع مکانی بارندگی، حوزه توده باران زا، تبخیر، تعریق و ...

◀ ۲. پارامترهای فیزیوگرافی

کاربری اراضی، جنس خاک، ارتفاع منطقه، شیب سطح، نوع زهکشی و ... میزان بارندگی در تشکیل رواناب زمانی موثر است که مقدار تبخیر، رطوبت، درجه حرارت، مجموع بارندگی، شدت بارندگی، ساعت تداوم بارندگی و دیگر عوامل نیز در نظر گرفته شوند.

براساس آمار و اطلاعات جدول ۱ که براساس گزارش سازمان هواشناسی می باشد، کمترین میزان بارش ۰٫۵ و بیشترین میزان بارندگی ۵۲ میلیمتر است که تاثیر این دو مقدار متفاوت است. یعنی مقدار ۰٫۵ میلیمتر برای تشکیل چالاب شاید کافی نباشد اما مقدار ۵۲ میلیمتر مقدار قابل توجهی روان آب و حوضچه آبی تشکیل می دهد.

◀ محاسبه میزان بارندگی

میزان یک لیتر آب (بارش باران) به طور یکنواخت در یک متر مربع زمین یعنی یک میلیمتر میزان بارندگی رخ داده است.

۳. بعد از مهار رواناب می توان شرایطی ایجاد کرد تا از تبخیر و تلف شدن آب جلوگیری شده تا سطح آب فروکش نکند؛

۴. زمانی که تا ارتفاع ۷۵ سانتیمتر برف می بارد، می توان با مترکم کردن برف، از رواناب برف هم استفاده بهینه کرد.

تمام شرایط و فرآیند و عواملی که بیان شد در تشکیل رواناب موثر بوده و درباره موضوع ذخیره آب بسیار موثر است و ضمن بهره‌وری از منابع آبی رایگان، برای استفاده از آب چاه صرفه‌جویی خوبی صورت بگیرد.

جهت محاسبه میزان رواناب، اطلاعات کاملی نیاز است تا نتیجه محاسبات به مقدار واقعی نزدیک تر باشد.

در نمودار بالا قسمتی که به صورت خطی است یعنی از ابتدای ماه تا اواسط فروردین تبخیر تقریباً صفر است.

◀ شرایط ذخیره رواناب

جهت ذخیره رواناب سطحی مقدار بارندگی موثر در نظر گرفته می شود.

بارندگی موثر یعنی مقدار بارندگی که تا عمق ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتری زمین نفوذ کند و باعث ایجاد رطوبتی شود که قابل تبخیر نباشد و این وضعیت زمانی بوجود می آید که میزان بارش ۱۰ تا ۱۵ میلیمتر در هر دوره بارندگی باشد.

مقدار کل بارندگی بالای ۱۰ میلیمتر برابر با ۶۵ میلیمتر در طول یکسال است.

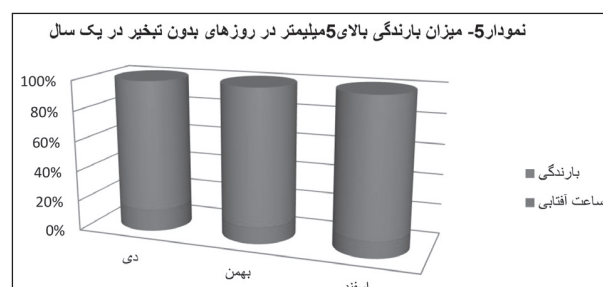
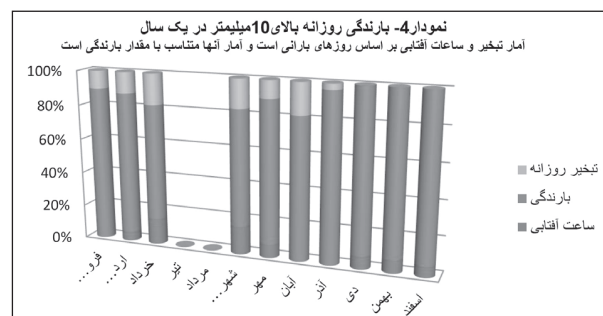
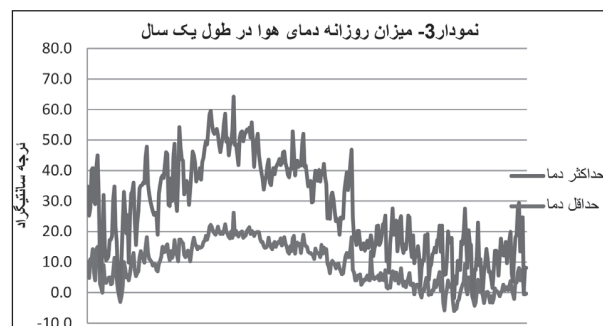
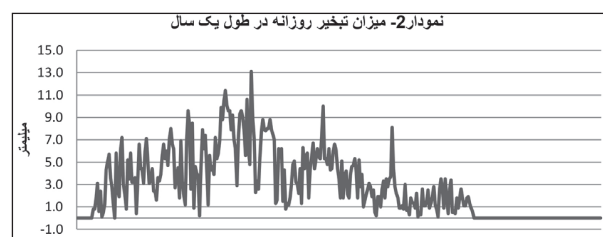
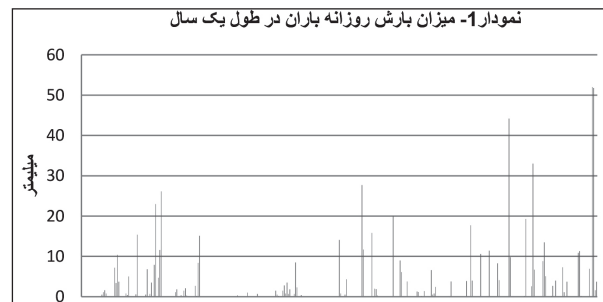
فضای محوطه مورد نظر ۳ هکتار معادل ۳۰۰۰۰ متر مربع در نتیجه: نکته قابل توجه این است که: ساعات آفتابی، مقدار تبخیر، رطوبت، تداوم بارندگی، نفوذپذیری خاک و دیگر عوامل تا حدی تاثیرگذار هستند بر اساس نمودارهای ۵ و ۶ و ۷ میزان بارندگی طوری می باشد که بیشترین روزهای یخبندان و کمترین ساعات آفتابی و کاهش شدت آفتاب و تبخیر در این مدت از سال است و محاسبه میزان رواناب سطحی هر چه بیشتر به مقدار واقعی خود نزدیک تر است.

میزان بارندگی در نمودار ۵ معادل ۳۰۰ میلیمتر و میزان بارندگی در نمودار ۶ معادل ۲۵۸ میلی متر و میزان بارندگی در نمودار ۷ معادل ۲۰۰ میلیمتر است. طبق توضیحات قبلی در فضای ۳ هکتار بارندگی بالای ۱۰ میلیمتر برای تشکیل رواناب در نظر گرفته شود، محاسبه برای نمودارهای ۶ و ۷ در نظر گرفته می شود.

نمودار ۶ معادل ۲۵۸ میلی متر.

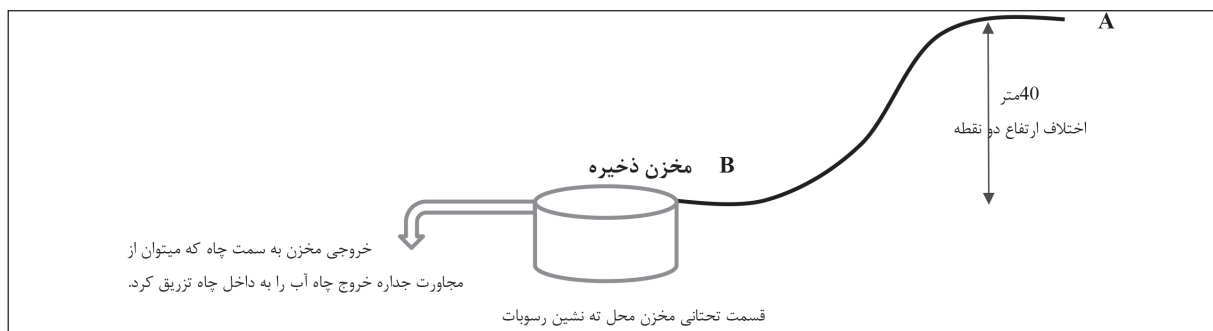
نمودار ۷ معادل ۲۰۰ میلی متر است.

حاصل به دست آمده از ۶ میلیون لیتر تا ۷/۵ میلیون لیتر متغیر است. با توجه به به این که در این فضا که پوشش گیاهی ندارد تبخیر و تعرق = ۳۰ درصد و نفوذ سطحی = ۲۰ درصد و نفوذ عمقی = ۲۰ درصد و مقدار رواناب سطحی = ۳۰ درصد باشد. حداقل مقدار رواناب تشکیل شده از ۱۸۰۰۰۰۰ لیتر تا ۲۳۰۰۰۰۰ لیتر می تواند باشد. و این مقدار از رواناب چون حداقل مقدار اندازه گیری شده است باز هم بسیار قابل توجه است. و



۱. شدت بارش اگر زیاد باشد و ظرفیت نفوذ آب کم باشد، لذا حجم روان آب افزایش می یابد؛

۲. شرایط زمین با شیب ملایم و تند با مساحت بیش از ۳ هکتار که باعث می شود هنگام بارندگی آب باران به سمت حوضچه خروجی چاه هدایت شود؛



۱. با توجه به اقلیم آب و هوایی منطقه کاسر و دیلمان که شرایط آب و هوایی منطقه معتدل کوهستانی و مشابه به یکدیگر هستند و از میزان بارش باران و برف قابل توجهی برخوردار هستند، و این موضوع این انگیزه را بوجود می آورد که نسبت به ذخیره سازی آب بارش اقدام نمود تا جهت ذخیره سازی آب زیرزمینی اقدامی ارزشمند صورت بگیرد.

۲. گلن شواب - ک. فریورت "مهندسی خاک و آب" ترجمه غلامحسین حق نیا و امین علیزاده، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد - شماره ۱۰۶ سال انتشار ۱۳۷۰.

۳. هیدرولوژی آب های سطحی دکتر علیزاده، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مهندس برمک رحیمی - پژوهشگر تغییرات اقلیم و محیط زیست

اینکه با اضافه شدن حجم رواناب برفی، این مقدار یقیناً بیشتر خواهد شد.

◀ محل ذخیره رواناب سطحی

یکی از اجزاء مهم برای اجرای این طرح، داشتن استخر ذخیره آب است و بهتر است در نقطه ای واقع شود که به بهترین شکل، مفید و موثر واقع گردد. یعنی آب های جاری شده سطحی به طور طبیعی به سمتی هدایت شوند که امکان ذخیره سازی آب به طور طبیعی و با استهلاک کمتر و با راندمان بیشتری حاصل شود و نکته مهمتر این است که در شرایط مطلوب استفاده از آب ذخیره شده مهیا شود و به راحتی به سفره آب زیرزمینی تزریق شود.

بهترین محل ذخیره رواناب سطحی جایی است که با کمترین هزینه می توان آب های سطحی را در این نقطه ذخیره کرد و با خط انتقال ساده به مسیر چاه آب اضافه کرد. نقطه تعیین شده جهت ذخیره سازی آب های سطحی شرایطی داشته باشد که بتوان در مدت زمان کم عملیات خاکبرداری و بستر سازی استخر انجام شده و با یک صافی در مسیر لوله اقدام به انتقال آب نمود. البته می توان آب ذخیره شده را با ایجاد اختلاف فشار به سفره آب زیرزمینی منتقل نمود. با محاسبه حداکثر مقدار رواناب سطحی در مدت زمان معلوم می توان حجم کل آبی که قابل ذخیره سازی می باشد را محاسبه کرده و درصدی را به عنوان حجم اضافه (ضریب اطمینان) به حجم استخر اضافه نمود.

◀ نتیجه

برنامه و اهداف تزریق رواناب سطحی آب در صنعت می تواند نتایج تاثیر گذار و مهمی در پی داشته باشد که عبارتند از:

۱. حذف هزینه آب بهای اضافی؛
۲. ذخیره رواناب سطحی که به همان اندازه از آب چاه شرب مصرف نمی شود و حذف آب بها؛
۳. حفظ سطح چاه آب و ذخیره آب و کمک به احیای طبیعت و کشاورزی؛
۴. ذخیره مفید آب و تزریق به سفره زیر زمینی؛
۵. کاهش مصرف برق و استهلاک تجهیزات و کاهش قابل توجه هزینه های مالی،
۶. درختکاری و ایجاد باغ و فضای سبز.

◀ منابع



در راستای تبادل اطلاعات علمی و تخصصی، بهره مندی از طرح های نوین پژوهشی و تحقیقاتی، ارتقای سطح کیفی محصولات، خدمات و تعالی سازمانی و فراهم کردن فرصتی مناسب برای معرفی پیشرفت های جدید در حوزه فناوری و تقویت همکاری پژوهشگران ایران با یکدیگر در خصوص بهینه سازی خطوط تولید و طرح های توسعه و مصرف انرژی، مواد در جریان تولید و محصولات و تنوع تولیدات در صنعت سیمان، از تمامی اندیشمندان، صاحب نظران، محققان، کارشناسان و دانشجویان و ... دعوت می شود تا با ارسال مقاله، نظرها و پیشنهادهای خود در ارتقای این صنعت و نیز این نشریه سهمی داشته باشند.

به منظور بهره گیری بیشتر و بهتر از مطالب، لازم است مقاله های ارسالی به نشریه یا همایش و سمینار دیگری ارائه نشده باشد

noori_cement@yahoo.com
cementarticle@gmail.com

۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳



تفکر سریع و کند

آموزش تفکر نقادانه و مطالعه کتاب‌های مناسب در زمینه تفکر انتقادی به شما کمک می‌کند بتوانید قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌های بهتر و موفق‌تری هم در زندگی اجتماعی و هم زندگی فردی بگیرید. اگر از شما پرسند به چه فکر می‌کنید، معمولاً به راحتی جواب می‌دهید. چون باور دارید که می‌دانید در ذهنتان چه می‌گذرد. فکر می‌کنید ذهنتان از تفکرات آگاهانه‌ای تشکیل شده است و هر یک از این تفکرات به شکلی منظم به تفکراتی دیگر می‌انجامد. اما ذهن فقط به این شکل کار نمی‌کند؛ در واقع، حتی شیوه معمول کارکرد ذهن هم اینگونه نیست. بیشتر برداشت‌ها و افکار شما بدون اینکه بدانید از کجا آمده‌اند، به خودآگاهتان راه می‌یابند. این کتاب پرفروش بین‌المللی توسط دانیل کانمن برنده جایزه نوبل اقتصاد نوشته شده است.

او در این کتاب، زندگی ذهنی را با بهره‌گیری از دو شخصیت ساختگی سیستم ۱ و سیستم ۲ توصیف می‌کند که به ترتیب مسئول تفکر سریع و تفکر کند هستند. هدف اصلی او در این کتاب ارائه دیدگاهی از نحوه کارکرد ذهن بر اساس تحولات اخیر در حوزه روانشناسی شناختی و روانشناسی اجتماعی است و تلاش می‌کند تا شگفتی‌ها و در عین حال نقایص اندیشه شهودی را درک می‌کنیم. خواندن این کتاب را به همه مخاطبان عزیز، خصوصاً مدیران و تصمیم‌گیرندگان توصیه می‌کنیم.

دانیل کانمن

ترجمه فاطمه امیدی



گزارش موسسه منابع جهانی درباره بحران تنش آب در جهان



ترجمه: سید مجید حسینی نوید

World Resources Institute
August 2023

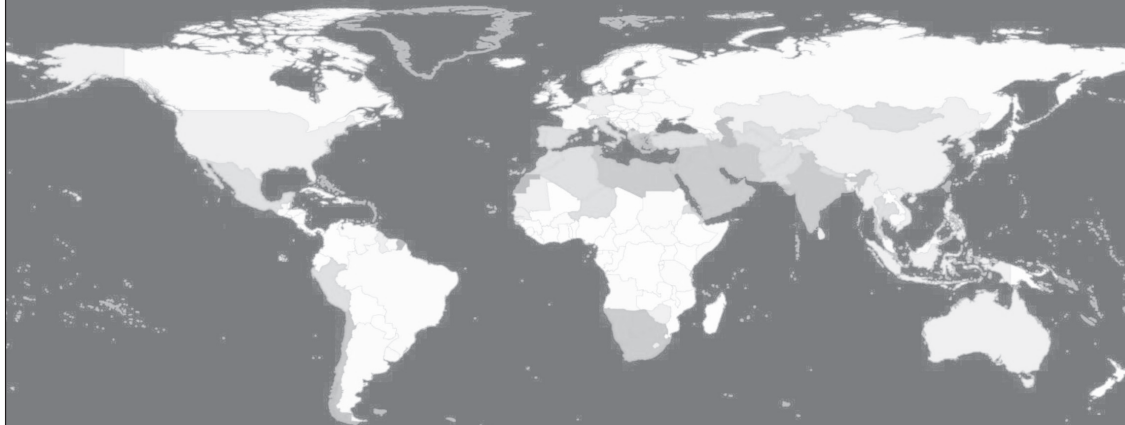
۲۵ کشور، معادل یک چهارم جمعیت خانگی، با تنش شدید آب مواجه هستند. داده‌های ما نشان می‌دهد که در حال حاضر ۲۵ کشور سالانه در معرض تنش آبی بسیار بالایی هستند، به این معنی که بیش از ۸۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر خود را برای آبیاری، دام، صنعت و نیازهای خانگی استفاده می‌کنند. حتی یک خشکسالی کوتاه مدت این مکان‌ها را در معرض خطر تمام شدن آب قرار می‌دهد و گاهی اوقات دولت‌ها را وادار می‌کند که شیرها را ببندند. قبلاً شاهد اجرای این سناریو در بسیاری از نقاط جهان مانند انگلستان، هند، ایران، مکزیک و آفریقای جنوبی بوده‌ایم.

بحرین، قبرس، کویت، لبنان، عمان و قطر پنج کشوری هستند که بیشترین تنش آبی را دارند. تنش آبی در این کشورها عمدتاً ناشی از عرضه کم، همراه با تقاضای مصرف خانگی، کشاورزی و صنعتی است. مناطقی که بیشترین تنش آبی دارند، خاورمیانه و شمال آفریقا هستند که ۸۳ درصد از جمعیت در معرض تنش آبی بسیار زیاد هستند و جنوب آسیا که ۷۴ درصد در معرض تنش آبی هستند.

25 COUNTRIES ARE CURRENTLY EXPOSED TO EXTREMELY HIGH WATER STRESS ANNUALLY

BASELINE WATER STRESS

Extremely high (>80%)	High (40-80%)	Medium-high (20-40%)	Low-medium (10-20%)	Low (<10%)	Arid and low water use
-----------------------	---------------	----------------------	---------------------	------------	------------------------



Source: wri.org/aqueduct.
23.08.02

AQUEDUCT™

WORLD RESOURCES INSTITUTE

◀ چه چیزی باعث تنش جهانی آب می‌شود؟

در سرتاسر جهان، تقاضا برای آب از آنچه در دسترس است بیشتر است. در سطح جهانی، تقاضا از سال ۱۹۶۰ بیش از دو برابر شده است. افزایش تقاضای آب اغلب نتیجه رشد جمعیت و صنایعی مانند کشاورزی آبی، دامداری، تولید و تولید انرژی است. در این میان، عدم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب، سیاست‌های مصرف ناپایدار آب یا افزایش تنوع ناشی از تغییرات اقلیمی همگی می‌تواند بر تامین آب موجود تأثیر بگذارد. تنش آبی در واقع نسبت تقاضای آب به منابع تجدیدپذیر و رقابت بر سر منابع آب محلی است. هر چه شکاف بین عرضه و تقاضا کمتر باشد، یک مکان در برابر کمبود آب آسیب پذیرتر است. کشوری که با «تنش آبی شدید» مواجه است به این معناست که حداقل ۸۰ درصد از منابع موجود خود را استفاده می‌کند، «تنش آبی بالا» به این معناست که ۴۰ درصد از منابع خود را برداشت کرده است. چنانچه مداخله ای مانند سرمایه گذاری در زیرساخت های آب و مدیریت بهتر آب انجام نشود، تنش آبی به ویژه در مکان هایی با جمعیت و اقتصاد به سرعت در حال رشد، بدتر خواهد شد.

THE MIDDLE EAST AND NORTH AFRICA REGION IS THE MOST WATER-STRESSED IN THE WORLD

BASELINE WATER STRESS

Extremely high (>80%) High (40-80%) Medium-high (20-40%) Low-medium (10-20%) Low (<10%) Arid and low water use



Source: wri.org/aqueduct.
23.08.02

AQUEDUCT



WORLD RESOURCES INSTITUTE

◀ کدام کشورها با بدترین تنش آب مواجه هستند؟

داده‌های ما نشان می‌دهد که در حال حاضر ۲۵ کشور سالانه در معرض تنش آبی بسیار بالایی هستند، به این معنی که بیش از ۸۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر خود را برای آبیاری، دام، صنعت و نیازهای خانگی استفاده می‌کنند. حتی یک خشکسالی کوتاه مدت این مکان‌ها را در معرض خطر تمام شدن آب قرار می‌دهد و گاهی اوقات دولت‌ها را وادار می‌کند که شیرها را ببندند. ما قبلاً شاهد اجرای این سناریو در بسیاری از نقاط جهان مانند انگلستان، هند، ایران، مکزیک و آفریقای جنوبی بوده‌ایم. بحرین، قبرس، کویت، لبنان، عمان و قطر پنج کشوری که بیشترین تنش آبی را دارند می‌باشند. تنش آبی در این کشورها عمدتاً ناشی از عرضه کم، همراه با تقاضای مصرف خانگی، کشاورزی و صنعتی است. مناطقی که بیشترین تنش آبی دارند، خاورمیانه و شمال آفریقا هستند که ۸۳ درصد و جنوب آسیا که ۷۴ درصد از جمعیت در معرض تنش آبی بسیار زیاد هستند.

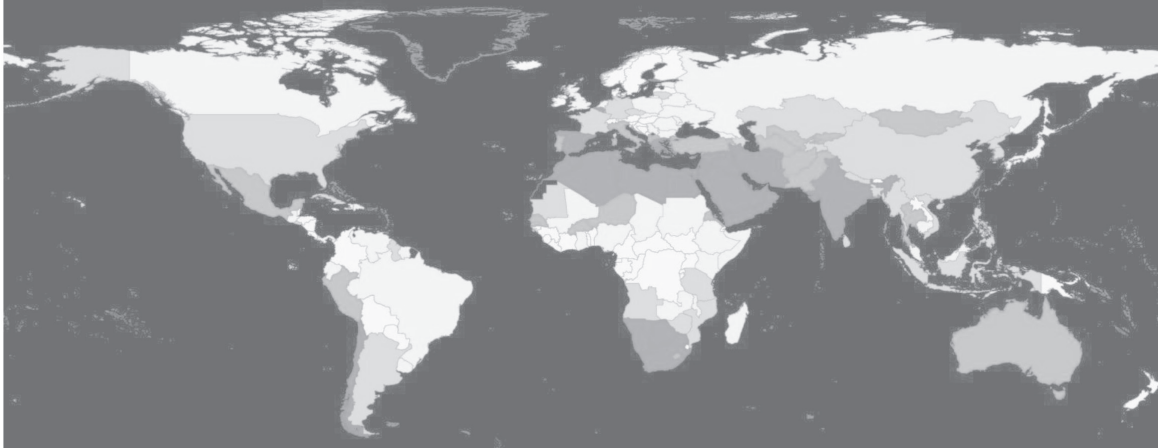
◀ وضعیت در آستانه بدتر شدن است

انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، یک میلیارد نفر دیگر با تنش آبی بسیار بالا زندگی کنند، حتی اگر جهان افزایش دمای جهانی را تا سال ۲۱۰۰ به ۱,۳ درجه سانتیگراد تا ۲,۴ درجه سانتیگراد (۲,۳ درجه فارنهایت تا ۴,۳ درجه فارنهایت) محدود کند، که یک سناریوی خوش بینانه است.

پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی آب تا سال ۲۰۵۰ بین ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش یابد، در حالی که انتظار می‌رود تعداد حوضه‌های آبی که با تغییرات سال به سال زیاد یا منابع آب کمتر قابل پیش‌بینی مواجه هستند، ۱۹ درصد افزایش یابد. برای خاورمیانه و شمال آفریقا، این بدان معناست که ۱۰۰ درصد جمعیت تا سال ۲۰۵۰ با تنش آبی بسیار بالا زندگی

BY 2050, AN ADDITIONAL 1 BILLION PEOPLE ARE EXPECTED TO LIVE WITH EXTREMELY HIGH WATER STRESS

WATER STRESS



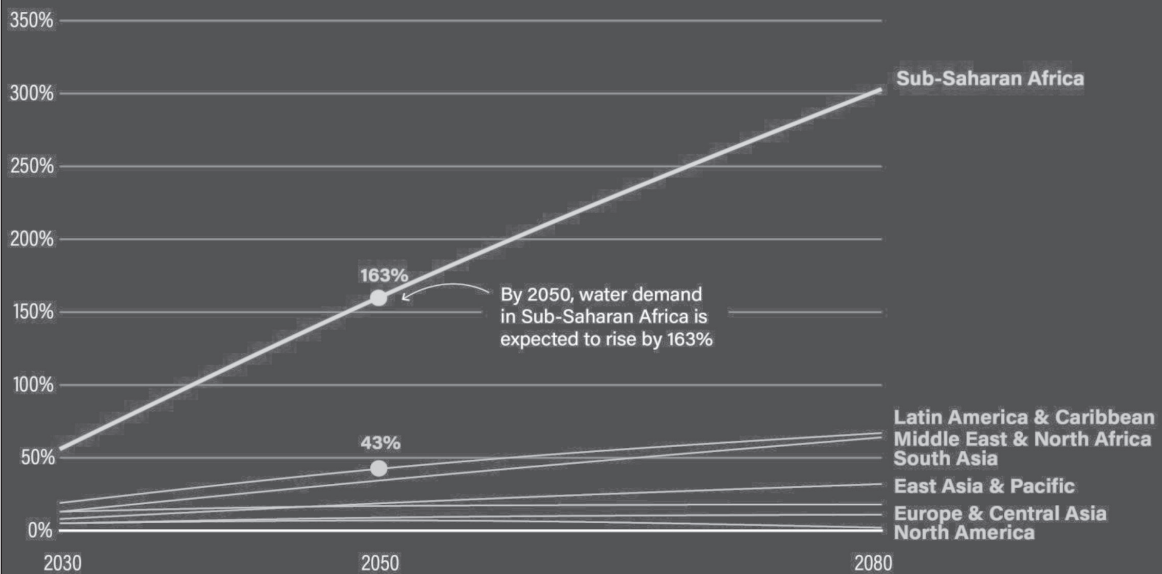
Source: wri.org/aqueduct.
23.08.02

AQUEDUCT™

WORLD RESOURCES INSTITUTE

WATER DEMAND IS PROJECTED TO INCREASE 20%-25% GLOBALLY BY 2050, WITH SUB-SAHARAN AFRICA EXPECTED TO SKYROCKET

PERCENT CHANGE IN WATER DEMAND COMPARED TO 2019



Source: wri.org/aqueduct.
23.08.02

AQUEDUCT™

WORLD RESOURCES INSTITUTE

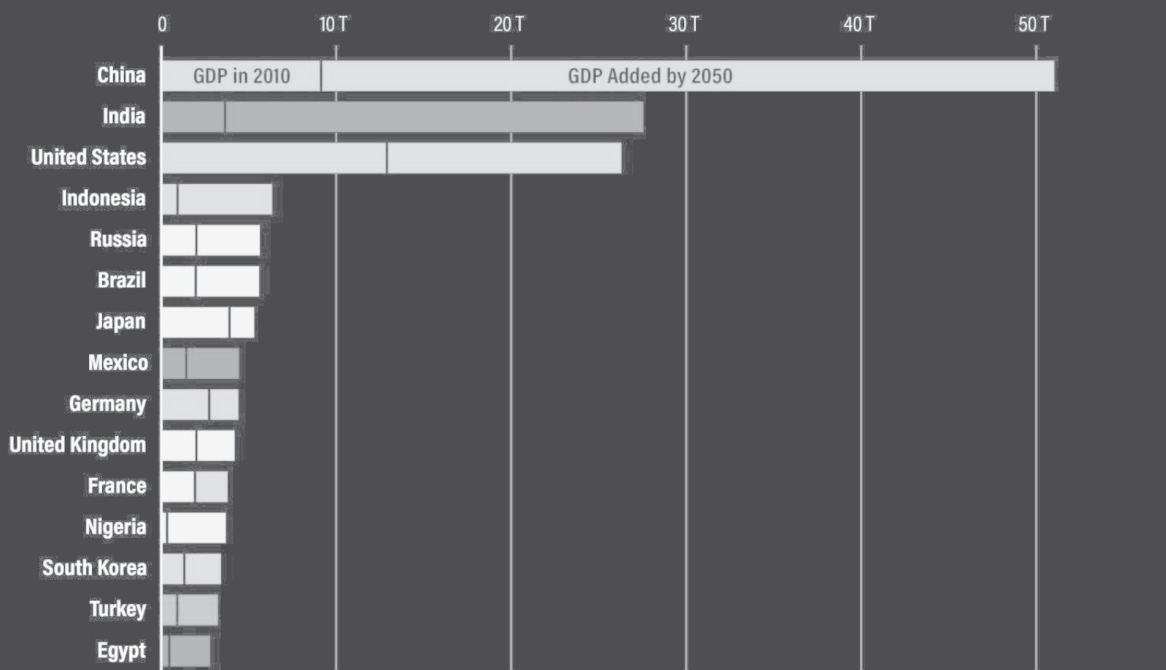
2050 PROJECTED GDP AND WATER STRESS

TOP 15 LARGEST GDPS BY 2050

BASELINE WATER STRESS

Extremely high (>80%) High (40-80%) Medium-high (20-40%) Low-medium (10-20%) Low (<10%) Arid and low water use

GROSS DOMESTIC PRODUCT (GDP) IN \$ TRILLIONS



Source: wri.org/aqueduct.
23.08.02

AQUEDUCT **WORLD RESOURCES INSTITUTE**

خواهند کرد. این یک مشکل نه تنها برای مصرف کنندگان و صنایع وابسته به آب، بلکه برای ثبات سیاسی است. برای مثال، در ایران، دهه‌ها مدیریت ضعیف آب و استفاده ناپایدار آب برای کشاورزی، اعتراض‌هایی را ایجاد کرده است، تنش‌هایی که با بدتر شدن تنش آبی تشدید خواهند شد.

◀ تقاضای آب در آفریقا، فلات کشورهای ثروتمندتر در حال افزایش است

بزرگترین تغییر در تقاضای آب از هم اکنون تا سال ۲۰۵۰ در جنوب صحرای آفریقا رخ خواهد داد. در حالی که اکثر کشورهای جنوب صحرای آفریقا در حال حاضر تحت تنش شدید آب نیستند، تقاضا در آنجا سریعتر از هر منطقه دیگری در جهان در حال رشد است. انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰، تقاضای آب در جنوب صحرای آفریقا به میزان ۱۶۳ درصد، ۴ برابر نرخ تغییر در مقایسه با آمریکای لاتین، دومین منطقه بزرگ، که انتظار می‌رود افزایش ۴۳ درصدی در تقاضای آب داشته باشد، افزایش یابد. این افزایش مصرف آب، که عمدتاً برای آبیاری و تامین آب خانگی مورد انتظار است، می‌تواند باعث رشد اقتصادی عمده در آفریقا شود، پیش‌بینی می‌شود سریع‌ترین منطقه اقتصادی در جهان باشد. با این حال، استفاده ناکارآمد از آب و مدیریت ناپایدار آب نیز تولید ناخالص داخلی منطقه را تا ۶ درصد کاهش می‌دهد.

در همین حال، تقاضای آب در کشورهای ثروتمند در آمریکای شمالی و اروپا افزایش یافته است. سرمایه گذاری در بهره وری مصرف آب به کاهش مصرف آب مصرفی داخل کشور، در کشورهای با درآمد بالا کمک کرده است، اما استفاده از آب و وابستگی‌ها فراتر از مرزهای ملی است و آب موجود در تجارت بین‌المللی از کشورهای با درآمد پایین‌تر از متوسط به کشورهای با درآمد زیاد به طور فزاینده‌ای به افزایش تنش آبی در کشورهای با درآمد کم تا پایتتر از متوسط کمک خواهد کرد.

◀ تنش آب می‌تواند به طور عمده اقتصاد و تولید کشاورزی را مختل کند

افزایش تنش آبی رشد اقتصادی کشورها و همچنین امنیت غذایی جهان را تهدید می‌کند. بر اساس داده‌های Aqueduct، ۳۱ درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی معادل ۷۰ تریلیون دلار، تا سال ۲۰۵۰ صرف تنش آبی بالا قرار خواهد گرفت که این رقم، ۱۵ تریلیون دلار معادل (۲۴ درصد تولید ناخالص جهانی) بیشتر از سال ۲۰۱۰ خواهد بود. فقط چهار کشور هند، مکزیک، مصر و ترکیه، بیش از نیمی از تولید ناخالص داخلی مشخص شده در سال ۲۰۵۰ را تشکیل می‌دهد.

کمبود آب می‌تواند منجر به وقفه‌های صنعتی، قطع انرژی و تلفات تولید محصولات کشاورزی شود، مانند مواردی که قبلاً در هند دیده می‌شد، جایی که کمبود آب برای خنک کردن نیروگاه‌های حرارتی بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۱ منجر به از دست رفتن ۸٫۲ تراوات ساعت انرژی یا برق مورد نیاز برای تامین برق ۱٫۵ میلیون خانوار هندی به مدت پنج سال شد. به گفته کمیسیون جهانی سازگاری، عدم اجرای سیاست‌های مدیریت بهتر آب می‌تواند منجر به زیان تولید ناخالص داخلی در هند، چین و آسیای مرکزی بین ۷ تا ۱۲ درصد و ۶ درصد در بیشتر مناطق آفریقا تا سال ۲۰۵۰ شود. امنیت غذایی جهانی نیز در خطر است. در حال حاضر، ۶۰ درصد از کشاورزی آبی جهان با تنش آبی بسیار بالایی مواجه هستند، به ویژه نیشکر، گندم، برنج و ذرت. با این حال، برای تغذیه ۱۰ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰، جهان باید ۵۶ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۰ کالری غذایی تولید کند. همه این‌ها در حالی است که با افزایش تنش آبی و هم‌چنین بلایای ناشی از آب و هوا مانند خشکسالی و سیل مقابله می‌کند.

◀ مدیریت بهتر برای امنیت آب در آینده

درک وضعیت عرضه و تقاضای آب در جهان خوب است، اما تنش آبی لزوماً منجر به بحران آب نمی‌شود. برای مثال، مکان‌هایی مانند سنگاپور و شهر لاس‌وگاس ایالات متحده ثابت می‌کنند که جوامع می‌توانند حتی در کم‌آبی‌ترین شرایط با استفاده از تکنیک‌هایی مانند حذف علف‌های تشنه آب، نمک‌زدایی، و تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب، رشد کنند. در واقع، تحقیقات WRI نشان می‌دهد که حل

چالش‌های جهانی آب ارزان‌تر از آن چیزی است که فکر می‌کنید. از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۰ روزانه حدود ۱ درصد تولید ناخالص داخلی یا ۲۹ سنت برای هر نفر برای جهان هزینه دارد. آنچه وجود ندارد اراده سیاسی و حمایت مالی برای تحقق این راه‌حل‌های مقرون به صرفه است.

◀ چند راه کلیدی برای بهبود مدیریت آب و کاهش تنش آبی عبارتند از:

■ کشورها می‌توانند مدیریت آب خود را بهبود بخشند، بهره‌وری آب را در کشاورزی تشویق کنند، مدیریت یکپارچه منابع آب را اتخاذ کنند و زیرساخت‌های آب را از طریق راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت و زیرساخت‌های سبز افزایش دهند. حفاظت و احیای تالاب‌ها، حراها و جنگل‌ها نه تنها می‌تواند کیفیت آب را بهبود بخشد و مقاومت در برابر خشکسالی و سیل را ایجاد کند، بلکه در هزینه‌های تصفیه آب نیز صرفه‌جویی می‌کند.

■ بانک‌های توسعه بین‌المللی و سایر وام‌دهندگان باید برنامه‌های کاهش بدهی‌های استراتژیک، مانند مبادله بدهی در برابر طبیعت، یا کاهش بدهی در ازای تعهد به سرمایه‌گذاری در تنوع زیستی یا زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر، مانند احیای حراها یا حفاظت از تالاب‌ها را در نظر بگیرند. این راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت می‌توانند به نتایج مثبت آب و هوا و آب در کشورهای دست پیدا کنند که قادر به پرداخت هزینه‌های مدیریت بهبود یافته آب به تنهایی نیستند. ■ سیاست‌گذاران در کشورهایی که تحت فشار آب هستند باید منابع انرژی محتاطانه آب مانند خورشیدی و باد را در اولویت قرار دهند تا از قطع شدن برق ناشی از کمبود آب جلوگیری کنند.

■ شهرها باید با یادگیری از گروه شش شهر آفریقایی که قبلاً چنین رویکردهایی را آزمایش می‌کنند، برنامه‌های اقدام تاب‌آوری آب شهری را توسعه دهند. تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب نیز می‌تواند منابع آب جدیدی برای شهرها ایجاد کند.

■ کشاورزان باید از اقدامات آب کارآمدتر مانند تغییر به محصولات کم مصرف یا استفاده از روش‌هایی مانند آبیاری بارانی یا قطره‌ای در مقابل مزارع غرقابی استفاده کنند.

■ شرکت‌ها باید اهداف آب مبتنی بر علم را تعیین کنند، که مطابق با آنچه علم می‌گوید برای ماندن در محدوده زمین و برآوردن نیازهای

جامعه، مطابقت دارد و از تعداد فزاینده‌ای از کسب و کارهایی که قبلاً چنین اهدافی را تعیین کرده‌اند، درس می‌گیرند.

■ هر سطح از دولت و هم‌چنین جوامع و مشاغل، باید برای ساختن آینده‌ای امن از نظر آب همه قدم بردارند. جهان در نهایت به یک رویکرد در مورد تمامی موارد ذکر شده در بالا و هم‌چنین راه‌حل‌های خاص برای حوضه‌ها و مناطق جداگانه نیاز دارد.

این یافته‌ها ممکن است دلهره‌آور باشد، اما با مدیریت صحیح، هر کشوری می‌تواند از تبدیل تنش آبی به بحران آب جلوگیری کند.

NATIONAL WATER STRESS RANKINGS

Search for a country..

BASELINE WATER STRESS COUNTRY RANKING, 2019

Extremely High (>80%)

1. Bahrain	2. Cyprus	3. Kuwait	4. Lebanon	5. Oman	6. Qatar	7. United Arab Emirates	8. Saudi Arabia
9. Israel	10. Egypt	11. Libya	12. Yemen	13. Botswana	14. Iran	15. Jordan	16. Chile
17. San Marino	18. Belgium	19. Greece	20. Tunisia	21. Namibia	22. South Africa	23. Iraq	24. India
25. Syria							

High (40-80%)

26. Mexico	27. Morocco	28. Eritrea	29. Spain	30. Algeria	31. Pakistan	32. Peru	33. Turkmenistan
34. Uzbekistan	35. Thailand	36. Andorra	37. Albania	38. Niger	39. Turkey	40. Afghanistan	41. Italy
42. Kyrgyzstan	43. Portugal	44. Nepal	45. Djibouti	46. Mongolia	47. Macedonia		

Medium - High (20-40%)

48. Armenia	49. Lesotho	50. Luxembourg	51. Australia	52. China	53. Mauritania	54. Guyana	55. Indonesia
56. Bangladesh	57. United States	58. Kazakhstan	59. Azerbaijan	60. South Korea	61. Sri Lanka		
62. Tajikistan	63. North Korea	64. Senegal	65. Zimbabwe	66. Lithuania	67. Myanmar	68. Vietnam	
69. Germany	70. Philippines						

Low - Medium (10-20%)

71. Japan	72. El Salvador	73. France	74. Tanzania	75. Cambodia	76. Czech Republic	77. Argentina	
78. Uruguay	79. Venezuela	80. Timor-Leste	81. Somalia	82. Suriname	83. Poland	84. Cuba	
85. Burkina Faso	86. Slovakia	87. Dominican Republic	88. Haiti	89. Netherlands	90. Sudan	91. Bulgaria	
92. South Sudan	93. Ukraine	94. United Kingdom	95. Moldova	96. Serbia	97. Canada	98. Estonia	
99. Romania	100. Belarus	101. Russia	102. Angola	103. Brazil	104. Malaysia	105. Guatemala	

Low (<10%)

106. Ethiopia	107. Denmark	108. Georgia	109. Madagascar	110. Chad	111. Zambia	112. Liechtenstein	
113. Finland	114. Nigeria	115. Kenya	116. Sweden	117. Malawi	118. Panama	119. Laos	120. Montenegro
121. Mali	122. Ecuador	123. Costa Rica	124. Latvia	125. Slovenia	126. Colombia	127. Hungary	
128. Switzerland	129. Bosnia and Herzegovina	130. Mozambique	131. Bhutan	132. Ireland	133. Guinea		
134. Swaziland	135. Guinea-Bissau	136. Austria	137. Nicaragua	138. Uganda	139. Norway	140. Croatia	
141. Bolivia	142. Honduras	143. Ghana	144. Belize	145. New Zealand	146. Gambia	147. Republic of Congo	
148. Democratic Republic of the Congo	149. Central African Republic	150. Cameroon	151. Benin	152. Togo			
153. Paraguay	154. Burundi	155. Brunei	156. Côte d'Ivoire	157. Gabon	158. Equatorial Guinea	159. Iceland	
160. Jamaica	161. Liberia	162. Papua New Guinea	163. Rwanda	164. Sierra Leone			

Source: wri.org/aqueduct

AQUEDUCT

WORLD RESOURCES INSTITUTE

اخبار

نصب الکترو فیلترهای جدید کارخانه سیمان دورود از اول تیر

مدیرکل حفاظت محیط زیست لرستان از خریداری الکترو فیلترهای جدید فاز ۳ کارخانه سیمان دورود و رفع کامل آلودگی آن در شهرستان دورود خبر داد.

روند آلودگی کارخانه سیمان دورود بارها مورد انتقاد فعالان محیط زیست لرستان قرار گرفته است، اما همچنان فاز سوم این کارخانه مجهز به الکتروفیلتر نشده است. حالا پس از گذشت سالها مدیرکل حفاظت محیط زیست لرستان از رفع کامل آلودگی این کارخانه خبر می دهد. علی سالاروند، صبح امروز، با اشاره به پیگیری برای رفع کامل آلودگی کارخانه سیمان دورود، گفت: این کارخانه در دو سال گذشته به علت عدم تعمیرات الکتروفیلترهای فاز ۳ آلودگی محیطی را ایجاد کرده بود.

وی افزود: قطعات مورد نیاز برای رفع کامل آلودگی کارخانه سیمان دورود خریداری شده است و این قطعات پس از توقف حدود یک ماهه نصب می شود.

مدیرکل حفاظت محیط زیست لرستان با بیان لزوم پیگیری برای اجرای فاز ۴ کارخانه سیمان دورود، تأکید کرد: فیلتراسیون هبیرید برای رفع همیشگی و بدون برگشت آلودگی این کارخانه به عنوان قدیمی ترین صنعت این استان باید در دستور کار قرار بگیرد.

منبع: صدا و سیما



کاهش ۲۸ مگاواتی سهمیه برق صنعت سیمان

رئیس هیات مدیره انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان گفت: بیشترین برقی که در ساعات پیک به صنعت سیمان اختصاص داده شده ۵۰۵ مگاوات است که این رقم نسبت به سال گذشته ۲۸ مگاوات کاهش یافته است.

حمید فرمانی، رئیس هیات مدیره انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان در مورد آخرین وضعیت تامین برق کارخانه‌های سیمان کشور با اوج گیری گرما گفت: امسال تاکنون با قطعی کامل برق در کارخانه‌های سیمان روبه‌رو نشده‌ایم، البته ممکن است با قطعی برق کوره‌ها خاموش شوند. اما آسیاب‌ها همچنان کار می‌کنند و تولیدکنندگان از ذخیره کلینکر برای تولید سیمان استفاده می‌کنند تا التهایی در بازار پیش نیاید و ناترازی انرژی بر قیمت‌ها تاثیر نگذارد، هم‌چنین از آنجا که کارخانه‌ها کمبود برق را در روزهای گرم سال پیش‌بینی می‌کردند به اندازه کافی کلینکر ذخیره کرده‌اند.

وی افزود: با این حال موضوع ناترازی انرژی در کشور را نمی‌توان کتمان کرد و وزیر صمت نیز در این زمینه گزارشی به مجلس ارائه کرده‌اند و نخستین گروهی که برای مدیریت ناترازی انرژی در محدودیت قرار می‌گیرند صنایع انرژی‌بر سیمان و فولاد هستند. فرمانی ادامه داد: در سال گذشته با وجود محدودیت‌ها التهایی متوجه بازار سیمان نشد و امسال هم فعالان صنعت چنین قراری با وزیر صمت و تیمشان دارند و در نشستی که با ایشان داشتند قرار شد هماهنگی‌هایی در این زمینه صورت بگیرد تا در ساعات پیک مصرف، تامین میزانی از برق برای صنعت سیمان تضمین شود.

وی تصریح کرد: با این حال تامین برق صنعت در ساعات پیک کمتر از میزان تعهد شده است و بیشترین برقی که در ساعات پیک به صنعت سیمان اختصاص داده شده ۵۰۵ مگاوات است که این رقم نسبت به سال گذشته ۲۸ مگاوات کاهش یافته است.

رئیس هیات مدیره انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان اظهار کرد: این کاهش در حالی اتفاق افتاده که تقاضا برای سیمان در سال جاری نسبت به سال گذشته افزایش داشته است و صنعت، امسال به برق بیشتری نیاز دارد تا بتواند تقاضای بازار را تامین کند و کمبود عرضه به از بین رفتن تعادل بازار و افزایش قیمت‌ها منجر نشود.

وی خاطرنشان کرد: در صورت بروز کسری دلال‌هایی که بازی را بلد هستند می‌توانند به نوسان قیمت‌ها دامن بزنند. فرمانی تاکید کرد: تقاضای ثبت شده برای سیمان در بورس کالا نشان‌دهنده رشد تقاضا است و از سوی دیگر پروژه‌های طرح ملی مسکن و پروژه‌های ساخت‌وساز بخش خصوصی که در این فصل از سال در اوج خود قرار دارد به افزایش تقاضا برای سیمان انجامیده است. وی در نهایت یادآور شد: با این احوال صنعت سیمان نسبت به همکاری با وزارت نیرو خوش‌بین است و امیدوار است این کمبودها با رایزنی برطرف شود.

منبع: ایلنا

سالانه ۲۲۰ هزار تن سیمان سفید در ازنا تولید خواهد شد

مدیرکل صنعت، معدن و تجارت لرستان گفت: سالانه ۲۲۰ هزار تن سیمان سفید در ازنا تولید خواهد شد.



بهمن جعفری چهارم خردادماه در حاشیه بازدید استاندار لرستان از سیمان سفید ازنا، اظهار کرد: کارخانه سیمان سفید ازنا در زمینی به مساحت ۸۰ هکتار در شهرستان ازنا واقع شده است.

وی با بیان اینکه در فاز اول روزانه ۶۰۰ تن و سالانه ۲۲۰ هزار تن سیمان سفید تولید خواهد شد، افزود: با بهره‌برداری کامل این کارخانه بیش از ۲۰۰ نفر اشتغال ایجاد خواهد شد.

مدیرکل صنعت، معدن و تجارت لرستان اضافه کرد: در فاز دوم بیش از ۸۵ درصد مواد اولیه آن از معادن استان فراهم خواهد شد.

جعفری با اشاره به این که برای ساخت و بهره‌برداری این کارخانه در مجموع بیش از ۱۵۰۰ میلیارد تومان سرمایه‌گذاری شده است، افزود: با تکمیل این کارخانه، سیمان سفید ازنا بزرگ‌ترین کارخانه سیمان سفید غرب کشور و دومین کارخانه بزرگ کشور از این حیث خواهد بود.

منبع: ایلنا

قابلیت تولید ۷۰ میلیون تن سیمان در کشور وجود دارد

با توجه به اینکه میزان مصرف داخلی ۶۵ میلیون تن در سال است، با پیش‌بینی تقاضای مصرف داخل کشور آمادگی لازم جهت تامین مصرف نیاز داخل را داریم تا به ۷۰ میلیون تن برسیم.

دولتی اعم از اصلاح قیمت‌ها، تامین انرژی، تامین قطعات یدکی ساخت داخلی و عدم وابستگی به خارج از کشور هستیم. وی بیان کرد: با توجه به این که میزان مصرف داخلی حدود ۶۵ میلیون تن است با پیش‌بینی تقاضای مصرف داخل کشور آمادگی لازم جهت تامین مصرف نیاز داخل را داریم که باید این رقم را ۷۰ میلیون تن برساییم. البته تمامی این موارد مشروط به عدم قطعی برق و گاز در کشور است.

رئیس انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان با بیان این که در ۵ سال گذشته وضعیت صنعت سیمان مطلوب بوده است، گفت: در حال حاضر صنعت سیمان وضعیت مالی به نسبت خوبی دارد و برای سهامداران و سرمایه‌گذاران این صنعت حداقل تا ۱۰ سال آتی وضعیت خوبی را متصور هستیم.

منبع: ایلنا

حمید فرمانی، رئیس هیات مدیره انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان در این خصوص اظهار کرد: در سال گذشته کمی بیش از ۷۱ میلیون تن سیمان و حدود ۷۶ میلیون تن کلینکر تولید شده است که ۱۱ درصد نسبت به سال ۱۴۰۱ افزایش تولید داشتیم. وی ادامه داد: در سال قبل میزان صادرات سیمان و کلینکر حدود ۱۴.۵ میلیون تن بود که نسبت به سال ۱۴۰۱ شاهد رشد ۶ تا ۷ درصدی صادرات بودیم.

فرمانی با تاکید بر این که یکی از مشکلاتی که صنایع هرساله با آن روبه‌رو است، مشکل تامین برق در تابستان و قطعی‌های گاز در زمستان است، گفت: علی‌رغم این که صنعت سیمان در سال ۱۴۰۱ با چالش‌های مختلفی مواجه شد اما با وجود محدودیت‌های انرژی در سال ۱۴۰۲ شاهد وضعیت نسبتاً خوبی بودیم.

رئیس انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان مطرح کرد: البته با یکسری از چالش‌ها مواجه هستیم که مستلزم رایزنی با نهادهای

ریسک‌های این حوزه سبب فرار سرمایه‌گذار از صنعت سیمان شده

کارشناس صنعت سیمان گفت: ریسک‌های این حوزه سبب فرار سرمایه‌گذار از صنعت سیمان شده و تا زمانی که دست از قوانین و اعمال محدودیت این حوزه برندارند، برای این صنعت آینده مطلوبی نمی‌توان متصور شد.

بودیم اما مازاد تقاضا بر عرضه نداریم؛ با توجه به این که برای سرمایه‌گذاری در صنعت سیمان منابع مالی نیاز است، اما این ریسک‌ها سبب شده است که این صنعت چندان مورد استقبال سرمایه‌گذاران قرار نگیرد؛ در نتیجه، عدم جذب سرمایه‌گذار مشکل دیگر در این صنعت شده است.

این کارشناس صنعت سیمان اظهار کرد: همانگونه که رهبری بیان کردند، مسئولان باید به گونه‌ای عمل کنند که مشارکت مردمی صورت گیرد و علاوه بر این با قوانین دست و پاگیر مانع ورود سرمایه‌گذار و رشد تولید نشوند.

این کارشناس بیان کرد: قیمت سیمان براساس عرضه و تقاضا مشخص می‌شود اما اگر در این مدت عرضه سیمان کاهش یابد، بازار ملتهب می‌شود. او افزود: در صورتی که مشکل محدودیت برق در صنایع سیمانی کنترل شود، شاید عرضه سیمان به بازار افزایش یابد اما اگر این مشکل حل نشود، وضعیت حادتر خواهد شد.

وی مطرح کرد: در چنین فضایی بروز محدودیت به دلیل تأمین نشدن انرژی، به‌منزله هدر رفت بخشی از این سرمایه‌گذاری‌ها در صنعت سیمان شده است.

منبع: ایلنا

علی محمد بُد، کارشناس صنعت سیمان گفت: قطعی برق و کمبود سوخت در فصول مختلف یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین چالش‌های صنعت سیمان به‌شمار می‌رود.

وی ادامه داد: هر ساله وزارت نیرو جلسه‌ای جهت متوازن سازی این موضوع برگزار و ضوابطی را هم مشخص می‌کند.

عدم‌بازسازی و نوسازی خطوط تولید، چالش ماست

این کارشناس صنعت سیمان گفت: بالاخره واحدهای تولیدی مستهلک می‌شوند و خطوط تولید باید جایگزین و بازسازی و نوسازی شوند، اما متأسفانه با این وجود شرکت‌ها نمی‌توانند خطوط تولید خود را بهبود بخشند.

اکثر واحدهای تولیدی مستهلک شده‌اند

بُد تاکید کرد: نگاه کوتاه مدت مدیران موجب بروز بسیاری از مشکلات شده است؛ چراکه این امر باعث شده است تا نگاه بلندمدتی به این حوزه نداشته باشند و به فکر سر و سامان دادن مشکلاتی مانند رفع استهلاک خطوط تولید باشند و بخش خصوصی نیز در این حوزه فعالیت نمی‌کند و متأسفانه با وجود معطلات متعدد دولت فرصت کافی برای رسیدگی به این حوزه را هم ندارد.

وی بیان کرد: علی‌رغم این که در سال گذشته شاهد رشد تولید سیمان

تامین حداکثری برق صنایع انرژی بر در تابستان/ رشد ۱۱ درصدی تولید سیمان در سال گذشته

وزیر نیرو با بیان اینکه در فصل گرم سال گذشته و در سایه تامین برق کافی برای صنایع، میزان تولید سیمان نسبت به سال قبل از آن ۱۱ درصد افزایش یافت، گفت: سیاست وزارت نیرو این است که در فصل گرم سال جاری نیز حداکثر برق ممکن را برای صنایع انرژی بر تامین کند.

بر این است تا در قالب تفاهم‌نامه با انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان برق کافی برای صنعت سیمان تامین شود. محرابیان با اشاره به عرضه برق در بورس انرژی، گفت: در ابتدای اردیبهشت ماه خرید و فروش توسط شرکت‌های توزیع و صنایع بالای یک مگاوات به بورس انرژی سوق داده شده است که با توجه به معامله نقدی برق در این چارچوب، امیدواریم به مرور شاهد کاهش مطالبات صنعت نیروگاهی باشیم. براساس این گزارش، در این جلسه حمید فرمانی، رئیس هیات‌مدیره انجمن سیمان، علی اکبر الوندیان، دبیر انجمن سیمان، محمدرضا سلیمیان، مدیرعامل هلدینگ سیمان غدیر، علی اصغر گرشاسی، مدیرعامل هلدینگ سیمان تهران، مهرداد افخمی، مدیرعامل هلدینگ سیمان اسپندار، مجید وفاپور، مدیرعامل هلدینگ سیمان فارس و مجدالدین خادمی، مدیرعامل سیمان خوزستان نیز مسائل و دغدغه‌های مرتبط با صنعت سیمان را به صورت جداگانه در حضور وزیر نیرو مطرح کردند. منبع: ایرنا

علی‌اکبر محرابیان در جلسه مشترک با انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان که با هدف همفکری و هم‌افزایی به منظور تامین انرژی برق کافی برای صنعت سیمان در فصل گرم سال جاری برگزار شد، اظهار داشت: با توجه به این که در فصل گرم سال مصرف برق بخش‌های مختلف به شدت افزایش پیدا می‌کند، تمام تلاش وزارت نیرو این است که حداکثر انرژی برق مورد نیاز برای بخش‌های مختلف به ویژه بخش‌های مولد در این فصل را تامین کند.

وی با اشاره به این که وزارت نیرو تلاش می‌کند مصرف برق در بخش‌های غیرمولد مانند بخش خانگی به صورت ارادی کاهش یابد، افزود: در بخش خانگی علاوه بر حفظ پاداش‌های جذاب سال گذشته هم‌چنین برنامه‌های ویژه‌ای در فصل گرم سال جاری در نظر گرفته شده است که از جمله آن برگزاری مسابقات ویژه با اعطای جوایز نفیس همانند صدها خودرو و ده‌ها هزار لوازم خانگی است که امیدواریم در چارچوب این اقدام شاهد کاهش قابل توجه مصرف برق در بخش خانگی البته به صورت ارادی باشیم.

وزیر نیرو ادامه داد: در ۲ سال گذشته بیش از ۲ میلیون مشترک جدید به صنعت برق کشور افزوده شده است که اکثر این مشترکان مربوط به بخش خانگی است و به میزانی که در فصل گرم سال مصرف برق این بخش کاهش یابد، امکان تامین برق بیشتر برای صنایع فراهم می‌شود.

محرابیان تصریح کرد: در سال جاری علاوه بر اجرای برنامه‌های متنوع برای مدیریت مصرف هم‌چنین واحدهای نیروگاهی جدیدی نیز وارد مدار خواهد شد که در مجموع به افزایش ظرفیت برق تحویلی به بخش‌های مولد کمک خواهد کرد.

وی با بیان اینکه در تابستان سال گذشته و در مقایسه با تابستان سال ۱۴۰۰ میزان برق تحویلی به صنایع انرژی‌بر ۲۵ درصد افزایش یافت، بیان کرد: در سایه تامین برق کافی برای صنعت سیمان در سال گذشته شاهد رشد ۱۱ درصدی میزان تولید این صنعت بودیم که توانست به تقاضای بازار پاسخ دهد و از بروز هرگونه نوسان قیمتی جلوگیری کند.

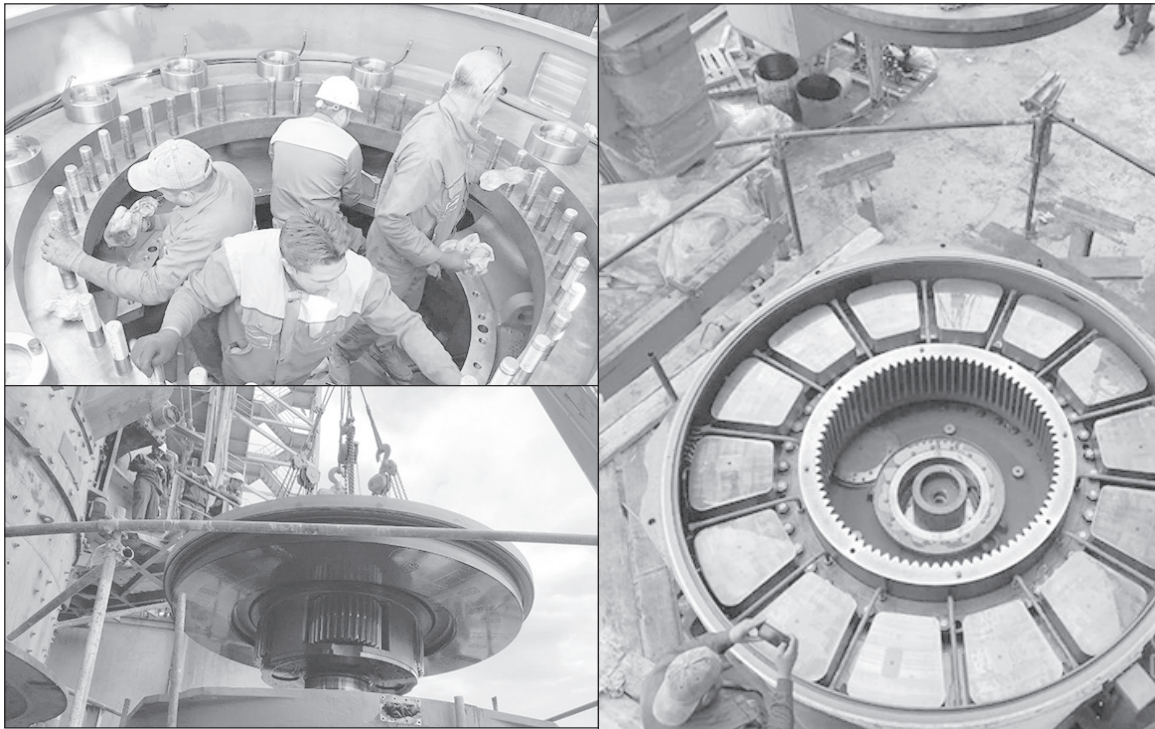
وزیر نیرو ادامه داد: در فصل گرم سال جاری نیز تلاش



تعمیر و اورهال گیربکس آسیاب‌های فایفر برای اولین بار در سیمان سبزوار

تعمیرات گیربکس‌های آسیاب‌های فایفر برای اولین بار در این شرکت به دست توانمند کارشناسان این شرکت انجام شد.

به نقل از روابط عمومی سیمان سبزوار، گیربکس‌های آسیاب‌های فایفر یکی از محصولات اختصاصی شرکت فلندر، تکنولوژی آلمان می‌باشد که برای اولین بار در سیمان سبزوار به دست متخصصین و کارشناسان این شرکت تعمیر و اورهال شد. گفتنی است تعمیرات و عیب‌یابی این گیربکس در سطح کشور و کشورهای منطقه بدست متخصصین سیمان سبزوار انجام می‌شود.



برنامه عرضه امروز سیمان در بورس کالا/ فروش بیش از ۱۱ میلیون و ۳۰۰ هزار تن سیمان تا پایان اردیبهشت

عرضه سیمانی‌ها در بورس کالا (یکشنبه ۶ خرداد) و دوشنبه (۷ خرداد) انجام شد. در عرضه‌های ۶ خرداد، ۶۷ شرکت سیمانی یک میلیون و ۲۱۱ هزار و ۷۶۰ تن انواع سیمان را روی تابلو می‌برند. شرکت‌های سیمانی از ابتدای سال تا پایان اردیبهشت، ۱۱.۳ میلیون تن سیمان به ارزش ۱۱ هزار میلیارد تومان در بازار فیزیکی و ۲۳.۵ هزار تن انواع سیمان به ارزش ۲۵ میلیارد و ۹۹۸ تومان در قالب گواهی سپرده کالایی در بورس کالا فروختند.

هستند. هم‌چنین حجم معاملات گواهی سپرده سیمان از ابتدای سال تا پایان بهمن ماه به ۲۴۱ هزار و ۴۵۴ تن رسید. هم‌چنین سیمان خوزستان، کرمان، عمران انارک، آذرآبادگان خوی، صنایع سیمان نهبوند، لار سبزوار، منددشتی، غرب، شمال، جوین، توسعه گستر هلال خاورمیانه (سیمان مارگون)، کاوان بوکان، زنجان، ایلام، اصفهان، خمسه، آرتا اردبیل، زابل، دشتستان، ساروج اصفهان، دورود، فارس، خاکستری نی ریز، فراز فیروزکوه، بین‌المللی ساروج بوشهر، خاش، کویر کاشان، کیاسر، باقران، تیس چابهار، کردستان، استهبان، سپهر قیر و کارزین، یاسوج، قشم، توسعه ماهان کرمان، کارون، نائین و بهبهان نیز از دیگر شرکت‌هایی هستند که محصول خود را روی تابلو می‌برند.

منبع: کالاکبر

تالار سیمان در بورس کالا، یکشنبه ۶ خرداد میزبان عرضه یک میلیون و ۲۱۱ هزار و ۷۶۰ تن انواع سیمان از سوی ۶۷ شرکت سیمانی است. از کل عرضه‌های ۶ خرداد سیمانی‌ها در بورس کالا، یک میلیون و ۱۵ هزار و ۱۳۲ تن سیمان از نوع تیپ ۲، ۱۱۳ هزار و ۱۰۰ تن از نوع سیمان تیپ ۱-۴۲۵، ۷۴ هزار و ۴۰۰ تن از نوع سیمان تیپ ۱-۳۲۵ و ۹ هزار و ۱۲۸ تن از نوع سیمان تیپ ۱-۵۲۵ خواهد بود. ۶۷ شرکت سیمانی که امروز عرضه دارند، به ترتیب بالاترین حجم عرضه، شامل شرکت‌های سیمان آبیگ، تهران، ساوه، مازندران، سپاهان، شرق، بجنورد، هگمتان، صوفیان، ارومیه، هرمزگان، صنایع سیمان شهرکرد، شاهرود، ممتازان کرمان، نیزار قم، فارس نو، مدلل (صنایع سیمان سامان غرب)، گروه صنعتی معدنی سیمان تجارت مهریز، خزر، صنایع سیمان گیلان سبز، مجتمع سیمان غرب آسیا، کارخانجات سیمان لامرد، زاوه تربت، پیوند گلستان، اردستان، داراب، قائن و فیروزکوه

کسب عنوان برتر HSE توسط شرکت سیمان لار سبزوار

کسب عنوان برتر HSE توسط واحد ایمنی و بهداشت سیمان لار سبزوار در سی و پنجمین جشنواره امتنان از کارگران نخبه، گروه‌های کار و واحدهای نمونه استان خراسان رضوی



به نقل از روابط عمومی سیمان سبزوار، واحد ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست این شرکت توانست عنوان برتر HSE و هم‌چنین کمیته برتر ایمنی، حفاظت فنی و بهداشت کار را در سی و پنجمین جشنواره امتنان از کارگران نخبه، گروه‌های کار و واحدهای نمونه استان خراسان رضوی کسب نماید.

گفتنی است این مراسم با حضور سید صولت مرتضوی وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی هم‌زمان با هفته گرامیداشت کار و کارگر، عصر روز دوشنبه ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۳، در سالن تلاش مجموعه فرهنگی ورزشی کارگران مشهد برگزار شد.

افزایش هفت درصدی تولید سیمان در خراسان جنوبی

تولید سیمان در خراسان جنوبی هفت درصد افزایش داشته است.

بر تأمین نیاز داخل، به کشور افغانستان نیز صادر می‌شود. آریافر افزود: سال گذشته ۵۰۲ هزار تن سیمان به ارزش ۱۵ میلیون دلار صادر شده است.

همچنین در سی و پنجمین جشنواره امتنان از کارگران، گروه‌های کاری و واحدهای نمونه خراسان جنوبی، واحد کارگری سیمان قاین به عنوان واحد نمونه استان معرفی شد.

در این جشنواره از شرکت سیمان قاین به عنوان واحد نمونه استان تقدیر شد. تولید سیمان در خراسان جنوبی ۷ درصد افزایش داشته است.

منبع: صدا و سیما

مدیر کل صنعت، معدن و تجارت استان خراسان جنوبی گفت: سال گذشته یک میلیون و ۳۵۹ هزار تن سیمان در خراسان جنوبی تولید شد که نسبت به مدت مشابه سال قبل هفت درصد افزایش داشته است.

آریافر افزود: سال ۱۴۰۲ نیز یک میلیون و ۲۷۱ هزار تن سیمان در دو کارخانه سیمان قاین و باقران تولید شد.

وی گفت: در کارخانه‌های سیمان استان تاکنون برای حدود ۷۰۰ نفر شغل ایجاد شده است.

مدیر کل صنعت، معدن و تجارت استان افزود: سیمان استان علاوه



بهره‌برداری خط دوم کارخانه سیمان رزن در سال آینده

فرماندار رزن از افتتاح و بهره‌برداری خط دوم کارخانه سیمان این شهرستان در سال آینده خبر داد.

علی اصغر غفاری آثار در گفت‌وگویی اظهار کرد: عملیات عمرانی و ساختمانی این کارخانه به اتمام رسیده و با پیشرفت فیزیکی ۵۲ درصدی خط دوم این کارخانه در حال ساخت، نصب و راه‌اندازی ماشین‌آلات است.

وی با بیان اینکه براساس پیش‌بینی تا سال آینده استارت کوره خط دوم کارخانه خواهد خورد، تصریح کرد: ۹۸ درصد قطعات و ماشین‌آلات این کارخانه ساخت کشور است و با راه‌اندازی خط دوم این کارخانه ۲۰۰ نفر نیروی کار متخصص بکارگیری خواهند شد.

غفاری آثار خاطر نشان کرد: به دنبال حمایت از واحدهای تولیدی و بنگاه‌های اقتصادی بوده و هستیم و تلاش‌مان رفع مشکلات

سرمایه‌گذاران به منظور توسعه شهرستان است و انتظار است در جذب و بکارگیری کارگران و پرسنل از نیروهای بومی شهرستان استفاده شود.

وی مطرح کرد: در سفر ریاست جمهوری به استان تسهیلات اعطایی خوبی برای بنگاه‌های اقتصادی تعریف شد اما متأسفانه برخی بانک‌ها در پرداخت تسهیلات کوتاهی کرده‌اند که هماهنگی نماینده منتخب پیگیر پرداخت تسهیلات به بنگاه‌های اقتصادی شهرستان هستیم ضمن اینکه جذب ۱۰۰ میلیارد تومان تسهیلات جدید بانکی را نیز در دستور کار قرار داده‌ایم.

منبع: ایسنا

افتتاح شرکت حمل و نقل بزرگ مقیاس هوشمند اعتماد ترابر گروس با نماد اعتماد بار غدیر

شرکت حمل و نقل بزرگ مقیاس هوشمند اعتماد ترابر گروس با نماد اعتماد بار غدیر به عنوان یکی از شرکت‌های زیرمجموعه سیمان کردستان و هلدینگ سیمان غدیر در روز یکشنبه ۹ اردیبهشت آغاز به کار خواهد کرد.

به نقل از روابط عمومی سیمان کردستان، ششمین نمایشگاه توانمندی‌های صادراتی جمهوری اسلامی ایران (IRAN EXPO 2024)، به‌عنوان بزرگترین رویداد صادراتی کشور با حضور تجار و بازرگانان خارجی از بیش از ۹۰ کشور جهان، از تاریخ ۸ لغایت ۱۲ اردیبهشت ماه ۱۴۰۳ در مرکز نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران برگزار می‌شود.

در همین راستا مدیرعامل شرکت سیمان کردستان گفت: شرکت حمل و نقل بزرگ مقیاس هوشمند اعتماد ترابر گروس، یکی از شرکت‌های زیرمجموعه سیمان کردستان و هلدینگ سیمان غدیر می‌باشد که امیدواریم بتوانیم از ظرفیت نمایشگاه ایران اکسپو ۲۰۲۴ استفاده کرده و شرکت سیمان کردستان را هرچه بهتر و بیشتر به بازارهای داخلی و خارجی معرفی کنیم تا در بخش صادرات فعال تر از قبل حرکت کنیم. هم‌چنین ما پذیرای بازرگانان و تجار داخلی و خارجی در زمینه صادرات خواهیم بود.

نیک پور در ادامه اضافه کرد: شروع فعالیت رسمی شرکت حمل و نقل بزرگ مقیاس هوشمند اعتماد ترابر گروس با بازارگاه الکترونیکی اعتماد بار غدیر در نمایشگاه ایران اکسپو ۲۰۲۴ در روز یکشنبه ۹ اردیبهشت روی خواهد داد. این شرکت دارای مجوز بازارگاه الکترونیکی و مجوز بزرگ مقیاس از سازمان حمل و نقل جاده ای می‌باشد و امکان صدور بارنامه به صورت هوشمند و آنلاین در سراسر کشور را دارد.

صادرات ۱۴ میلیون تن سیمان و کلینکر در سال ۱۴۰۲

به گفته دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان در سال گذشته ۱۴ میلیون تن سیمان و کلینکر به کشورهای مختلف صادر شد.

علی اکبر الوندیان درباره وضعیت صادرات سیمان، گفت: سال ۱۴۰۱ حدود ۱۳ میلیون تن سیمان و کلینکر به کشورهای مختلف صادر شد و با اندکی افزایش صادرات این محصول در سال ۱۴۰۲ به ۱۴ میلیون تن رسید.

دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان اظهار داشت: صادرات سیمان و کلینکر به کشورهای مختلف انجام می‌شود اما صادرات این محصول اغلب به کشورهای عراق، افغانستان، امارات، پاکستان و روسیه است.

وی افزود: همچنین بخشی از سیمان و کلینکر به کشورهای اوراسیا و بخشی هم به کشورهای آفریقای صادر می‌شود.

الوندیان با بیان اینکه سال گذشته ۷۰ میلیون تن سیمان در کشور تولید شد، گفت: پیش‌بینی می‌شود مصرف در سال جاری نسبت به سال گذشته که حدود ۶۵ میلیون تن بود، افزایش یابد.

منبع: فارس نیوز

استفاده از پسماند صنعتی شرکت پتروشیمی در فرآیند تولید سیمان

برای اولین بار اجرای مدیریت پسماند صنعتی با هدف اقتصاد چرخشی و حفاظت از محیط زیست در دو صنعت بزرگ کشور با همکاری و مشاوره علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران محقق شد.

در این راستا دکتر علیرضا نورپور، استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران درباره این تحول گفت: با توجه به این که در برنامه هفتم توسعه بر موضوع اقتصادی چرخشی تاکید بسیار شده است و هم چنین موضوع پسماندها یک چالش بزرگ محیط زیستی است، این ایده از طرف دانشگاه تهران به پتروشیمی شازند و شرکت سیمان تهران داده شد تا با نظارت علمی دانشگاه تهران، شرکت سیمان تهران از پسماند صنعتی (خاک آهک) شرکت پتروشیمی شازند به عنوان مواد اولیه کارخانه سیمان تهران بزرگترین واحد تولید سیمان کشور استفاده کند.

نورپور با اشاره به عملیاتی شدن این اقدام در چارچوب یک تفاهم نامه، افزود: اجرای تفاهم نامه همکاری بین شرکت پتروشیمی شازند و شرکت سیمان تهران علاوه بر کاهش مشکلات محیط زیستی در منطقه شازند اراک ناشی از پراکندگی پسماند در هوای منطقه، در حفظ محیط زیست تهران نیز موثر خواهد بود؛ چرا که شرکت سیمان تهران مواد اولیه (آهک) کمتری از کوره های منطقه شهر ری خواهد داشت. با عملیاتی شدن این تفاهم نامه در عمل گامی در جهت حفاظت از منابع طبیعی

منطقه تهران و کاهش انتشار غبار معادن نیز برداشته خواهد شد. استاد دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، با بیان اینکه این تفاهم با نظارت علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران و پس از ماه ها آزمایش های متعدد تیم دانشگاهی و حمایت دفتر پسماند سازمان محیط زیست و هم چنین مساعدت اداره کل محیط زیست استان تهران به نتیجه رسید و در این مرحله به صورت پایلوت اجرا می شود، افزود: با نتایج موفقی که از این تفاهم نامه حاصل می شود، می توان از پسماند صنایع پتروشیمی که هیچ آلاینده گی شیمیایی ندارند و فقط آهکی هستند به عنوان خوراک اولیه صنایع سیمان استفاده کرد که در این صورت ضمن حفظ منابع طبیعی مشکل دفع پسماند صنایع پتروشیمی نیز برطرف می شود.

نورپور در پایان با اشاره به اهمیت اقتصاد چرخشی و مدیریت پسماند، تاکید کرد: باید از مراکز دفن پسماند در کشور جلوگیری شود و پسماندها وارد چرخه تولید شوند تا بتوان ضمن حفظ محیط زیست کشور ارزش افزوده خلق کرد.

منبع: خبرگزاری دانشجو

رکورد تولید سالانه کلینکر از ابتدای راه اندازی در کارخانه سیمان باقران شکسته شد.

شرکت سیمان باقران در سال ۱۳۹۶ به بهره برداری رسیده و ظرفیت تولید اسمی این کارخانه، تولید روزانه ۳۳۰۰ تن کلینکر می باشد.

به نقل از روابط عمومی شرکت سیمان باقران، تولید کلینکر در سال ۱۴۰۲ با توجه به محدودیت های اعمال شده از طرف شرکت های گاز و برق (۱۱۸ روز قطع گاز و ۱۱۷ روز محدودیت برق، ۲۲ روز محدودیت تولید به دلیل عدم تامین مازوت به میزان مورد نیاز و ۱۷ روز توقف کامل به دلیل عدم تامین مازوت توسط شرکت پخش فرآورده های نفتی) با مشکلاتی مواجه بوده و کلینکر تولید نشده برابر با ۱۲۶۲۴۰ تن می باشد.

تولید کلینکر در سال ۱۴۰۲ نسبت به سال ۱۳۹۶ افزایش ۱۹۷ درصدی، نسبت به سال ۱۳۹۷ افزایش ۱۱۰ درصدی، نسبت به سال ۱۳۹۸ افزایش ۵۴ درصدی، نسبت به سال ۱۳۹۹ افزایش ۵۵ درصدی، نسبت به سال ۱۴۰۰ افزایش ۶ درصدی و نسبت به سال ۱۴۰۱ افزایش ۱۸ درصدی داشته است.

شاخص مصرف انرژی فسیلی در این کارخانه در سال ۱۴۰۲ برابر با ۹۴ lit&Nm3/ton clinker بوده و شاخص مصرف انرژی الکتریکی برابر با ۹۳.۳۷ kwh/ton Cement بوده است.

هم چنین این شرکت در سال ۱۴۰۰ از طرف وزارت صمت به عنوان صادر کننده نمونه کشوری و در سال های ۱۳۹۵، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۴۰۲ به عنوان صادر کننده نمونه استانی معرفی شده و در دو دوره متوالی در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۲ موفق به کسب تندیس زرین در همایش ملی کیفیت از سازمان ملی استاندارد گردیده است.

سهم صادرات سیمان باقران از بازار کشور افغانستان در سال های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۴۰۰، ۱۴۰۱، ۱۴۰۲ به ترتیب ۲۶.۵ درصد، ۳۱ درصد، ۴۷ درصد، ۵۸ درصد و ۴۵ درصد بوده است.

نشریه

ارديهشت و خرداد ۱۴۰۳ - شماره ۲۰

۱۰۱

ضرورت منع صدور سیمان با کارت‌های بازرگانی شخصی

تولیدکنندگان سیمان در خراسان رضوی تداوم صدور این کالا از طریق کارت‌های بازرگانی شخصی را به ضرر این صنعت و اجحاف در حق مردم دانسته و خواستار پیگیری مسوولان استان برای بازگشت به روش قبلی صادرات، بر اساس شیوه نامه پیشین وزارت صنعت، معدن و تجارت هستند.

این موضوع در نشست این هفته شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی خراسان رضوی که به ریاست استاندار برگزار شد، توسط رییس دبیرخانه شورا و صاحبان کارخانه‌های بزرگ سیمان استان مطرح شد.

رییس دبیرخانه شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی خراسان رضوی در تشریح این موضوع گفت: عرضه سیمان به صورت ۱۰۰ درصد در بورس کالا توسط کارخانه‌های سیمان استان و کشور و زیر نظارت سازمان حمایت از مصرف کنندگان و تولیدکنندگان با قیمت‌های مصوب عرضه می‌شود.

علی‌اکبر لبافی افزود: سیمان مازاد بر نیاز استان نیز به کشورهای مختلف از جمله کشورهای سی.آی.اس توسط کارخانه‌ها یا نمایندگان مورد تایید آنان صادر می‌شود، از سوی دیگر سیمان عرضه داخلی برای حمایت از مصرف کننده اعداد کف قیمت در بورس را دارد.

رییس دبیرخانه شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی خراسان رضوی گفت: رای دیوان عدالت اداری مبنی بر رفع ممنوعیت صدور محصولات از جمله سیمان توسط غیر از تولیدکنندگان و ابلاغ آن در سال ۱۴۰۲ مشکلات تولیدکنندگان سیمان را چند برابر کرده است.

وی اظهار کرد: افرادی سیمان ارایه شده در بورس کالا راه، که برای تنظیم بازار مصرف و رفع نیاز داخلی ارایه شده است، از فروشندگان عمده خریداری کرده و با کارت بازرگانی (شخصی) از طریق گمرک با قیمتی پایین‌تر از نرخ صادراتی شرکت‌های سیمان، صادر می‌کنند.

از طریق سامانه جامع تجارت توسط دولت قابل رصد بود و به محض اینکه بازگشت ارز حاصل از صادرات به کمتر از ۶۰ درصد می‌رسید، صادر کننده از سوی دولت زیر فشار قرار می‌گرفت که البته در این فرآیند صادرات و بازگشت ارز حاصل از آن به خوبی رصد و کنترل می‌شد.

این بی‌توانی تا ۲ برابر هم می‌رسد.

وی گفت: اختلاف قیمت بین نرخ سیمان در بازار داخلی با نرخ صادراتی آن باعث می‌شود که تجار افغانستانی سیمانی را که برای مصرف داخل کشور در نظر گرفته شده است از بازار داخلی خریداری کرده و با در اختیار داشتن کارت‌های بازرگانی شخصی غیرقابل کنترل توسط دولت، از مبادی خروجی به کشور خود حمل کنند.

این تولیدکننده سیمان ادامه داد: پیش از صدور رای دیوان عدالت اداری مبنی بر دادن اختیار صادرات سیمان به اشخاص حقیقی، صادرکنندگان صرفاً با تولیدکنندگان مراد اقتصاد داشته‌اند و دولت هم دغدغه بازگشت ارز حاصل از صادرات را نداشت، صنعت سیمان نیز بیش از سایر صنایع ارز حاصل از صادرات دولت را تامین می‌کرد.

ارباب افضل اضافه کرد: از سوی دیگر این فرآیند به صورت دقیق از طریق سامانه جامع تجارت توسط دولت قابل رصد بود و به محض اینکه بازگشت ارز حاصل از صادرات به کمتر از ۶۰ درصد می‌رسید، صادر کننده از سوی دولت زیر فشار قرار می‌گرفت که البته در این فرآیند صادرات و بازگشت ارز حاصل از آن به خوبی رصد و کنترل می‌شد.

مدیرعامل شرکت سیمان غرب آسیا گفت: اجازه دهید همان قانون قبلی (شیوه نامه وزارت صمت) برای صدور سیمان اجرا شود و فقط تولیدکنندگان حق صادرات داشته باشند یا نمایندگان مورد تایید آنان صادرات سیمان را انجام دهند.

یکی از تولیدکنندگان سیمان در خراسان رضوی و مدیرعامل شرکت سیمان غرب آسیا در این باره گفت: صنعت سیمان در شرق کشور به ویژه خراسان بزرگ، وضعیت مناسبی ندارد و با این که جزو صنایع بنیادین به شمار رفته است اما مسائل و مشکلات بیشتری نسبت به واحدهای تولیدی سیمان در غرب کشور دارد.

منصور ارباب افضل افزود: متوسط زمان قطع انرژی (برق و گاز) برای کارخانه‌های سیمان شرق کشور، سالانه پنج ماه است اما این قطعی برای کارخانه‌های سیمان غرب کشور تنها سه ماه است، لذا برای واحدهای تولیدی سیمان که زیرساخت مناسبی ندارند، این میزان

را در بازار داخل کشور برهم می زند و هم با ارزان فروختن سیمان در خارج از کشور، سود اصلی را نصیب کشورهای همسایه می کند.

دیوان عدالت اداری مشکلاتی را برای تولیدکنندگان سیمان در پی داشت.

وی بیان کرد: درخواست ما به عنوان اداره کل صنعت، معدن و تجارت خراسان رضوی بازگشت شیوه صادرات سیمان به همان روش قبلی یعنی اجرایی شدن شیوه نامه وزارت صمت است، بر این اساس همان طور که عرضه سیمان برای تامین بازار داخل از طریق بورس انجام می گیرد، صدور آن نیز با کارت بازرگانی شرکت های تولیدی یا نمایندگان آنان انجام شود.

مدیرکل صمت خراسان رضوی گفت: در صورتی که گمرک استان بتواند با مصوبه شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی مبنی بر بازگشت صادرات سیمان منطبق بر شیوه نامه وزارت صمت عمل کند، که مشکل حل است اما اگر نتوانست باید درخواست استان در این خصوص را به مرکز اعلام و پیگیری کند.

یعقوب علی نظری، استاندار خراسان رضوی نیز با تصویب پیشنهادهای دبیرخانه شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی استان در خصوص حل مشکلات صادرات سیمان، تاکید کرد که پیشنهاد استان برای برداشته شدن رای دیوان عدالت اداری از طریق مرکز پیگیری شود.

هم اینک هفت واحد تولیدی سیمان با ظرفیت تولید سالانه ۸.۲۵ میلیون تن سیمان در شهرستان های مشهد، خواف، زاوه، سبزوار و تربت جام فعالیت دارند که زمینه اشتغال ۲ هزار و ۲۲۶ نفر را فراهم کرده اند.

منبع: ایرنا

شیوه نامه پیشین صدور سیمان دوباره اجرا شود

رئیس دبیرخانه شورای گفت و گوی دولت و بخش خصوصی خراسان رضوی به پیشنهادهای این شورا برای حل مشکل مزبور اشاره کرد و گفت: ۲ پیشنهاد در این زمینه مطرح است، نخست این که مصوبه وزارت صمت، معدن و تجارت مبنی بر اینکه "انجام صادرات سیمان صرفا از طریق کارت بازرگانی واحد تولیدی یا به صورت معرفی نمایندگان رسمی کارخانه های تولیدکننده سیمان در مبادی گمرکی خروجی به کشور افغانستان و ترکمنستان" احیا و دوباره اجرا شود.

لبافی افزود: پیشنهاد دوم آن است که واحدهای تولیدی سیمان بتوانند ضمن بررسی مدارک بازرگانان متقاضی دریافت نمایندگی صادرات سیمان، که در سامانه جامع تجارت دارای سابقه صادرات هستند و هم چنین احراز شرایط نسبت به اعطای نمایندگی فروش اقدام کنند.

مدیرکل صنعت، معدن و تجارت خراسان رضوی نیز با تایید موارد مزبور گفت: اصل موضوع این است که عرضه سیمان در بورس کالا اثر خود را بر این بازار گذاشته، بازار سیمان کنترل شده و به ثباتی رسیده که به نفع تولیدکننده است.

امیررضا رجیبی اظهار کرد: با این حال سال گذشته دیوان عدالت اداری شیوه نامه وزارت صمت برای صادرات سیمان را ابطال کرد، هدف دیوان رفع انحصار در این بخش بود که البته اجرایی شدن رای

امضای قرارداد استفاده از فناوری های جدید سیمان بین عراق و عربستان

وزیر صنعت عراق از امضای قراردادی با عربستان سعودی در زمینه استفاده از فناوری های جدید و به روز در صنعت سیمان خبر داد.

«خالد بتال» وزیر صنایع و معادن عراق با اشاره به تلاش های کشورش برای بهره گیری از فناوری های مدرن و کاهش کلینکر در صنعت سیمان، از رویکرد و قصد کشورش برای احداث یک مرکز تحقیقات مشترک با عربستان سعودی با هدف توسعه مصالح ساختمانی خبر داد.

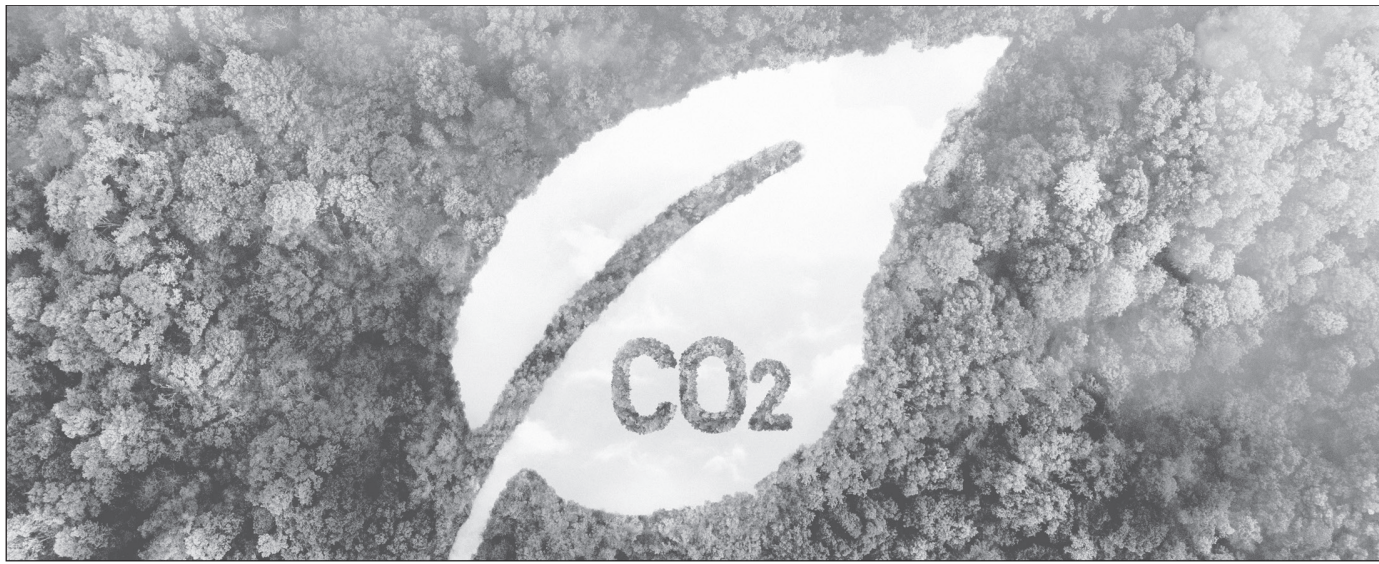
این وزارتخانه قراردادی را با یکی از شرکت های سیمان شمال عربستان فعال در استان بصره منعقد کرده است که براساس آن، دو طرف در زمینه استفاده از فناوری های مدرن و انحصاری این شرکت که در شهر نیوم عربستان نیز از آن استفاده می شود؛ همکاری خواهند کرد.

وزیر صنایع عراق افزود: با توجه به این که رویکرد جهانی به سمت و سوی کاهش استفاده از کلینکر حرکت می کند، بحث ها و گفت و گوهایی در خصوص ایجاد یک مرکز تحقیقات مشترک میان دو کشور برای توسعه مصالح ساختمانی به ویژه سیمان در حال انجام است.

«خالد بتال» تصریح کرد فعالیت و کار مشترکی را با شرکت سیمان شمال عربستان برای توسعه برخی فناوری ها و برخی جایگزین ها به منظور کاهش استفاده از کلینکر در صنعت سیمان عراق آغاز کرده ایم.

وی در پایان از فعالیت شرکت های کشورهای شورای همکاری و دیگر کشورهای عربی و خارجی در عراق استقبال کرد.

منبع: خبرگزاری عراق



اولین کارخانه سیمان بدون کربن در جهان ساخته می شود

یک شرکت بین‌المللی صنعتی و فناوری، در قالب یک ابتکار فناورانه جدید فناوری «سوخت اکسیژن خالص» را برای تغییر تولید پایدار سیمان توسعه داده است.

تیسنکراپ در بیانیه‌ای خاطرنشان کرد، هر تن سیمان معمولاً حدود ۸۳۰ کیلوگرم CO_2 تولید می‌کند. در واقع، در سال ۲۰۱۹، ۱۷ درصد از انتشارات صنعتی در آلمان فقط ناشی از تولید سیمان بوده که ۲۰ میلیون تن CO_2 به هوا آزاد کرده است. به نظر می‌رسد تولید کلینکر سیمان اصلی‌ترین انتشاردهنده CO_2 باشد.

سیمان یک مصالح ساختمانی ضروری است. با این حال، تولید آن عامل حدود هفت درصد از انتشار کربن در جهان است. بنابراین، تغییر به سوی فرآیندهای دوستدار اقلیم بسیار حیاتی است.

مجریان این کارخانه می‌گویند با غنی‌سازی دی‌اکسید کربن با استفاده از فناوری «سوخت اکسیژن خالص» به مشتریان خود کمک می‌کنیم تقریباً همه CO_2 حاصل از فرآیند تولید را جذب کنند و بنابراین از آن به شیوه‌ای پایدار استفاده مجدد کنند.

از آنجایی که تولید جهانی سیمان سالانه بیش از چهار میلیارد تن است، این شرکت به پتانسیل رشد فناوری جدید اکسیژن خالص خوشبین است.

اکنون، این شرکت تجهیزات و خدمات خود را به حدود یک سوم کارخانه‌های سیمان در سراسر جهان عرضه می‌کند.

مفهوم اساسی پشت «سوخت اکسیژن خالص» شامل حذف CO_2 از گازهای خروجی از کارخانه‌های سیمان در یک سیستم کوره است. این امر از انتشار CO_2 به اتمسفر جلوگیری می‌کند، زیرا هوای محیط با اکسیژن خالص در فرآیند احتراق جایگزین می‌شود.

سپس گاز حاوی CO_2 به شکلی با خلوص بالا تصفیه شده که آن را برای کاربردهای مختلف از جمله صنایع شیمیایی مناسب می‌کند.

پیش‌بینی می‌شود اجرای این فرآیند در این کارخانه آلمانی، انتشار CO_2 را تا حدود ۱.۲ میلیون تن در سال کاهش دهد. قرار است این کارخانه در سال ۲۰۲۸ راه اندازی شود.

منبع: آنا

ابتکار شرکت آلمانی «Thyssenkrupp Decarbon Technologies» می‌تواند نزدیک به صد درصد از انتشار دی‌اکسید کربن تولید شده در طول تولید کلینکر سیمان را جذب کند. سالانه تولید سیمان و بتن، ۹ درصد از کل انتشار CO_2 انسانی در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد. به این ترتیب، این فناوری که نیاز به جایگزینی پایدارتر را مورد توجه قرار می‌دهد، با یک روش جدید همراه شده است: از اکسیژن خالص در فرآیند احتراق استفاده می‌کند و جایگزین هوای محیط می‌شود.

جذب ۱۰۰ درصد انتشار CO_2

براساس اعلام این شرکت، این فناوری جذب تقریباً صد درصدی انتشار کربن حاصل از تولید کلینکر سیمان را تسهیل می‌کند.

شرکت تیسنکراپ روز ۲۳ آوریل ۲۰۲۴، ساخت «اولین کارخانه سیمان بدون کربن در جهان» را به‌عنوان بخشی از پروژه فانوس دریایی خود، رسماً آغاز کرد.

این فناوری که امکان جذب و استفاده مجدد از انتشار CO_2 را فراهم و راه را برای تولید سیمان عاری از کربن هموار می‌کند، گامی رو به جلو در مبارزه با تغییرات اقلیم است.

«رابرت هابک» «Robert Habeck» معاون صدراعظم آلمان و وزیر فدرال در امور اقتصادی، گفت: صنعت سیمان در مورد کربن‌زدایی با چالش بزرگی مواجه است.

ساخت این کارخانه در شهر لگردورف در آلمان نشان می‌دهد چگونه می‌توان تولید را کربن‌زدایی و به‌طور جسورانه‌ای سیمان و بتن را بدون آسیب‌دیدگی اقلیم عرضه کرد.

هابک تأکید کرد: این واقعیت که دی‌اکسید کربن نه تنها می‌تواند جذب شود، بلکه می‌توان از آن به‌عنوان ماده خام مجدد استفاده کرد، نمونه بارز تحول سبز است.

انجمن بتن ایران، مطابق روال سالهای گذشته، روز شانزدهم مهرماه را به عنوان (روز بتن) گرامی می‌دارد و برنامه‌های ویژه‌ای را در آن روز به اجراء می‌گذارد.

معرفی طرح‌های بتنی برتر که تا پایان مرداد ماه سال ۱۴۰۳ به بهره‌برداری رسیده‌اند، یکی از این برنامه‌هاست. این طرح‌ها براساس ضوابط علمی و معیارهای اجرایی توسط هیات داوران انتخاب می‌شوند.

زمینه‌های مختلف این طرح‌ها عبارتند از:

ساختمانی: عمومی، مسکونی، صنعتی
پل‌ها و تونل‌ها: راه، آزاد راه، راه آهن، قطار شهری
سازه‌های آبی: سدها، تونل‌های آب‌بر، تاسیسات آبرسانی
سازه‌هایی که در آنها نوعی نوآوری در ساخت و تکنولوژی بتن به کار گرفته شده باشد.
سازه‌هایی که به نوعی صرفه‌جویی در حامل‌های انرژی، مخصوصاً آلوده‌سازهای محیط زیست، در آنها بعمل آورده شده باشد.
ساختمانهای تاریخی که جدیداً بازسازی شده‌اند

معیارهایی که در انتخاب طرح‌ها مدنظر قرار خواهند گرفت عبارتند از:

نوآوری در طراحی و ساخت، نوآوری در تکنولوژی بتن، زیبایی و هم‌آهنگی سازه با معماری، خلاقیت، دقت و مهارت خاص به کار گرفته شده در انجام طرح.
از کلیه سازمانها و شرکتهای دست‌اندرکار ساخت و ساز در سراسر کشور، که علاقمند به ارائه طرحهای خود هستند، دعوت می‌شود خلاصه‌ای از طرح‌های خود را تا ۱۵ مرداد ۱۴۰۳ به دفتر انجمن ارسال نمایند تا ترتیب شرکت آنها در برنامه داده شود. متعاقباً هیات داوران از دست‌اندرکاران طرح‌هایی که مشخصات اولیه را دارا باشند دعوت بعمل خواهد آورد تا اطلاعات جامع‌تری را برای انتخاب نهایی در اختیار انجمن قرار دهند.

علاقمندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با دبیرخانه همایش انجمن بتن ایران به شماره ۸۸۵۶۰۵۸۸ تماس گرفته و یا به سایت www.ici.ir و www.concreteday.ir مراجعه نمایند.

زمان برگزاری: ۱۶ مهرماه سال ۱۴۰۳

Uzbekistan to commission new cement capacity

Uzbekistan: By the end of 2024, Uzbekistan will commission new cement production capacity of 8Mt/yr, according to the Uzsanokatkurilishmateriallari Association. This expansion will raise the country's total capacity to 40.8Mt/yr. Currently, there are 38 cement companies in Uzbekistan, contributing to an existing capacity of 35.3Mt/yr. From January to April 2024, the country produced 4.8Mt of cement, marking a 19% increase from the previous year, Uzbekistan Daily reports. The projected cement production for 2024 is 16.7Mt, closely aligning with last year's demand of 16.8Mt.

Global Cement (21 May 2024)

Pakistan's cement industry hits record low capacity utilisation

The Economic Survey 2023-24, unveiled by Finance Minister Muhammad Aurangzeb, reported that the capacity utilisation of Pakistan's cement industry fell to 54.6% in the first nine months of the 2024 financial year (July 2023 – April 2024), the lowest level recorded since data collection began in 2006. Despite an overall production capacity of 82.3Mt, the industry managed only 37.5Mt/yr in local dispatches and exports during the period.

Global Cement (13 June 2024)

Cement industry representatives attend talks at US Congress

Representatives of the Portland Cement Association (PCA) and its members are meeting politicians at Congress to discuss cement sector decarbonisation on 12 and 13 June 2024. The PCA says that meetings will address permitting processes and new emission standards affecting the industry.

PCA president and CEO Mike Ireland said "There's a lot happening in Washington this year that directly impacts America's cement manufacturers, which is likely why we have a record turnout of cement company leadership in town for this fly-in. Our industry's top objective is to reach carbon neutrality. While our companies appreciate recent funding from the Department of Energy to assist in decarbonisation efforts, it's still challenging for them to make significant advancements due to a cumbersome permitting system and unrealistic Environmental Protection Agency regulations that could lead to eventual cuts in plant operations and staffing. As the infrastructure law is hitting its stride, the country needs more cement and concrete, not less. We're here to ask Congress to work with us to arrive at reasonable policies and standards that will allow manufacturers to continue to provide the resilient, sustainable building materials our country has come to expect."

Global Cement (12 June 2024)

KHD Humboldt Wedag discusses decarbonisation in Nanjing

KHD's management team met in Nanjing in May 2024 to strategise on advancing decarbonisation in the cement industry. The meeting focused on industry needs and sustainable practices.

CEO Jianlong Shen said "We were pleased to welcome members of KHD leadership from around the world to Nanjing. Everyone who attended had the opportunity to take part in the discussion and share their ideas and suggestions for our next steps. We look forward to sharing more about our direction in due course as we continue on our collective journey to cement beyond carbon."

Global Cement (12 Jun 2024)

UltraTech Cement achieves significant water conservation

UltraTech Cement has conserved 105m³ of water in the 2024 financial year, achieving a status of five times water positive. The company's water management strategy includes the installation of rainwater harvesting systems and zero liquid discharge plants at several manufacturing units to enable 100% reuse of treated water.

Global Cement (07 Jun 2024)

News

RDF plant construction begins in Jakarta

The Jakarta administration has commenced the construction of the Rorotan refuse derived fuel (RDF) plant on a 7.8-hectare site in North Jakarta, aiming to process 2,500t/day of waste. The US\$75m project is funded from the 2024 regional budget and is expected to be completed by December 2024 and start operations in early 2025. The city of Jakarta produces nearly 8,000t/day of waste, the majority of which goes to the Bantar Gebang landfill in West Java. The facility will convert 35-40% of the waste processed into about 875t/day of alternative fuels.

The Rorotan facility is the second RDF plant initiated by the Jakarta administration, following the Bantar Gebang facility, which began operations in 2023. This new facility marks a shift from the planned waste-to-energy incinerator in Sunter, which was cancelled due to high costs and bureaucratic delays.

Acting Jakarta governor Heru Budi Hartono said "This technology is still a very small part of our larger efforts to address the city's waste problem."

Head of the Jakarta Environment Agency Asep Kuswanto said "The RDF can become another source of revenue for the city, as we can sell the alternative fuel from the facility to industry."

Global Cement (22 May 2024)

Norm Sement to use sludge for power in Azerbaijan

Company will utilise sludge from drilling wells for powering its cement plant, following an agreement with the State Oil Company of Azerbaijan (SOCAR), according to Trend. The plant has a capacity exceeding 2.1Mt/yr of cement and 5300t/day of clinker.

A source said "In collaboration with SOCAR, we tried sludge to power Norm Sement last year. Negotiations on a long-term deal are underway. Cooperation to use industrial waste supports the country's green economy strategy."

Global Cement (28 May 2024)

Holcim expands alternative thermal energy capacity at Hagerstown

Holcim US Inc's Hagerstown plant in Maryland, USA, is accelerating its net-zero journey by expanding its alternative thermal energy capacity to 45 per cent, representing 58,000tpa of engineered fuel. The US\$11m project will improve the plant's sustainability profile by replacing traditional fuels with alternative thermal energy, engineered from materials at their end of life, that would otherwise be landfilled, such as non-recyclable paper, plastics and fibres, according to the company.

"Expanding our alternative thermal energy use to 45 per cent provides multiple environmental and economic benefits, from lowering the net carbon intensity of our cement to reducing our consumption of traditional fuels," said Michael Nixon, senior vice president of manufacturing north for Chicago-based Holcim US. "Importantly, it enables us to play a role in the circular economy, offering a highly safe and ecological solution for unused materials."

The alternative thermal energy will be sourced from non-recyclable commercial and industrial materials, such as packaging materials. The bulk of these materials will be pre-processed by Geocycle, a wholly-owned subsidiary of Holcim US, at its new facility in Cumberland, Maryland. The facility is permitted to process up to 75,000tpa of materials and will serve the needs of regional industrial manufacturers.

Other sustainability initiatives at the Hagerstown plant include a solar field that will supply more than 28 per cent of the plant's electricity energy.

Cement News (21 May 2024)

CEMENT Conferences

Events from Global Cement

Date	Name of Event	Venue
18 - 19 September 2024	17th Global CemFuels Conference & Exhibition	Dublin, Ireland
29 October 2024	Virtual Global FutureCem Seminar	Online event
5 - 6 February 2025	5th Global FutureCem Conference & Exhibition	Istanbul, Türkiye
May 2025	2nd Global CemCCUS Conference & Exhibition	Hamburg, Germany

Global events from Pro Global Media

Date	Name of Event	Venue
16 - 17 October 2024	17th Global Insulation Conference & Exhibition	Munich, Germany
13 - 14 November 2024	22nd Global Gypsum Conference & Exhibition	Bangkok, Thailand

Other diary dates

Date	Name of Event	Venue
16 - 18 September 2024	FICEM Technical Congress 2024	Cartagena, Colombia
9 - 10 October 2024	SOLIDS Dortmund	Dortmund, Germany
2 - 5 November 2024	17th Türkçimento Technical Seminar & Exhibition	Antalya, Türkiye
4 - 7 November 2024	26th AFCM Technical Symposium & Exhibition	Kuala Lumpur, Malaysia
6 - 8 November 2024	9th International VDZ Congress	Düsseldorf, Germany
26 - 28 November 2024	27th Arab International Cement & Building Materials Conference and Exhibition	Tunis, Tunisia
27 - 29 November 2024	18th NCB International Conference & Exhibition on Cement, Concrete and Building Materials	New Delhi, India

نشریه سیمان و افزودنی‌ها



متمایز از هر آنچه که دیده‌اید

نرم‌افزار نگهداری و تعمیرات و سیستم تولید



روماک

EM, PM, CM, ES, GN, HP

♦ بازرسی، توقفات، تعمیرات اساسی

♦ مبتنی بر وب و موبایل به همراه:

♦ گزارشات متنوع نموداری

♦ تحلیل و داشبورد تخصصی BI

♦ پیاده‌سازی شده در صنایع گوناگون از جمله سیمان

☎ ۰۲۱ - ۵۸۷۱۶

www.rumak.ir

نشریه سیمان و افزودنی ها



CEMENT & ADDITIVES MAGAZINE

اشتراک

(بهای اشتراک)

• پست سفارشی: هر نسخه ۱۸۰.۰۰۰ تومان

اشتراک برای استادان و دانشجویان دانشگاهها با ارسال گواهی یا فتوکپی کارت
با تاریخ معتبر از محل تدریس یا تحصیل ۱۰٪ تخفیف خواهد داشت.

فرم اشتراک نشریه سیمان و افزودنی ها

نام شرکت / نام:

نام خانوادگی:

شغل: تاریخ اشتراک: از شماره: تا:

نشانی: شهر: کدپستی:

صندوق پستی: تلفن: دورنویس: پست الکترونیک:

مبلغ: مورخ: از بانک: شعبه: به شماره: ارسال شد.

نوع اشتراک: قدیم: جدید: شماره اشتراک: مشترک گرامی در صورت تغییر آدرس، لطفا فرم بالا را تکمیل نموده و به دفتر نشریه ارسال نمایید.

پس از واریز حق اشتراک به حساب ۸۱۵۷۵۶۲۹۳۱ (شماره کارت ۵۱۵۹-۵۴۳۱-۳۳۷۴-۶۱۰۴) بانک ملت شعبه بهار جنوبی به نام خانم زهرا نوری
این فرم را تکمیل و به همراه فیش واریزی نقدی برای نشریه ارسال (نمبر/ پست الکترونیک) نمایید. واتساب: ۰۹۱۲۱۰۷۱۳۱۰ تلفکس: ۰۲۱-۸۸۵۳۴۰۰۱-۳
پست الکترونیک: cementarticle@gmail.com noori_cement@yahoo.com



License Holder
M.Rashidkhani

Director-in-Charge
M.Rashidkhani

Editorial Secretary
Eng. Mehdi Ghaedi

Scientific Board
Eng. Mehdi Ghaedi
Eng. Aliakbar Kafash Bazari
Dr. Rezvan Behfar

Editorial
Somayeh Noori (Mansouri)

Papers

F.GH. Namani, S. Mohammadi, H.R. Karami, M. Nikkhah
S. Noruzi, A. Azami, R. Behfar, A. Zaeri Amirani, A. Mahmodi,
M.B. Ahmadi, A.A. Kafash Bazari, A. Masomi, A.R. Ashofteh,
M. Abasi, A.R. Taherizadeh, M. Shabani, A.R. Rahmati,
M. Saki, M. Lak, H. Shayeshteh Nam, A. KarimAbadi,
M. Hajipur Halvaei, H. Hajipur Halvaeim, E. Saemi,
A.A. Fallah, M.HosseiniNavid

Senior Advisor to the Scientific and Editorial Board
Dr. Seyed Majid Hosseini Navid

Editor-in-Chief
Dr. Seyed Majid Hosseini Navid

Executive Director
Shohre Noori

Graphics & Layout
Samira Noori

Advertising and Commercial Dept
Samaneh Noori (Farokhi)
021-88534001-3
0912 10713 10

Exclusive office
Unit 21, No.6, Khansari Alley, Somayeh St., Shariati Ave.,
Tehran, Iran.
Tel: +98 21 88534001-3
Fax: +98 21 88534001-3

Print
Ainchaptaban Print House
Tel: +98 21 55432358

EVEREST Chain Instruments Co. (LLC)

تامین کننده زنجیر ، کرپی و قطعات انتقال مواد



WWW.Everest.ir

شرکت قطعات زنجیری اورست

تهران، فلکه دوم صادقیه، مجتمع گل دیس

طبقه ۱۱ واحد ۱۱۰۵ - کد پستی ۱۴۵۱۷۹۶۸۹۶

۰۹۱۲۱۸۸۸۵۳۱

۰۲۱-۴۴۲۸۲۳۵۷

- CPS Cablechain

- Linear Bushing

- Step Motor

- Timing Pulley

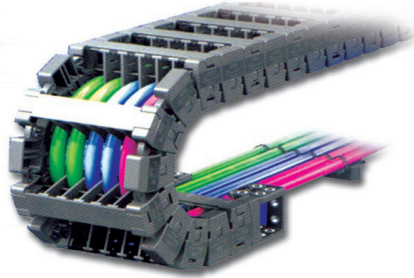
بلیئرینگ اسکوئی

(اسکو صنعت تاوریز)

OSKOYI BALLBEARING

OSKO SANAT TAVREJ

GENERAL CATALOGUE 2017



Website us
WWW.1OBC.COM



Call Us Now
+98 21 33 91 33 64



Fax Us
+98 21 33 98 56 03

روغنکاران ارس نور



شرکت روغنکاران ارس نور با ارائه انواع روغن و گریس‌های اورجینال و با کیفیت، استانداردهای روانکاری را از نظر حجم مصرفی و طول دوره روانکاری تغییر داده است، با ما از این تجربه لذت ببرید.

نماینده رسمی فروش محصولات Eralube-Lubra-Rocol-Whitmore-Solvay solexis-Schaeffer و...می‌باشد که بخشی از محصولات قابل تامین شامل:

- انواع روانکارهای چرخ‌دنده باز مورد استفاده در صنعت سیمان و معدن و فولاد
- انواع روانکارهای مخصوص کمپرسور و وکیوم با سیستم اکسیژن و نیتروژن مایع
- انواع روانکارهای فومبلین با پایه PTFE,PFPE
- انواع روغن‌های دنده با پایه‌های PG,PAO,PAG
- انواع روغن‌های وکیوم پمپ (روتاری، روتس، دیفیوژن)
- انواع روانکارهای سیم بکسل
- تجهیز روانکار سیم بکسل برای قطره‌های مختلف
- طراحی و نصب و راه‌اندازی انواع سیستم‌های پاشش روانکار با برندهای

Lincoln-Graco- Delimon-Raasm

جهت کسب اطلاعات بیشتر با متخصصین ما در ارتباط باشید.

 www.arasnour-co.com

 @arasnourco

 ۰۲۱-۶۶۱۸۶۱۱۰

 info@arasnour-co.com

 roghankaran_aras_nour

 ۰۲۱-۶۶۱۸۶۰۲۷



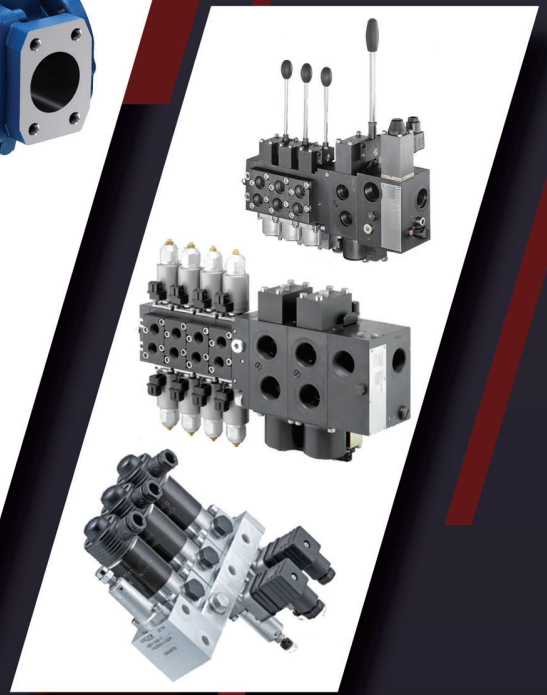
ALAVI

HYDRAULIC &
PNEUMATIC

1990



هیدرولیک پنوماتیک علوی



تنها نماینده انحصاری برند

PONAR
wadowice

لهستان در ایران

فروشگاه: تهران. خیابان لاله زار جنوبی، پاساژ ابهری،

طبقه زیرهمکف، شماره ۵

تلفن: ۳۳۹۵۶۹۰۹ - ۳۳۹۰۰۵۸۰ - تلفکس: ۹۳۳۹۱۸۴۸۲

دفتر: تهران. خیابان سعدی جنوبی، مجتمع تجاری سعدی،

طبقه اول، واحد ۱۱۴

تلفن: ۳۳۹۵۹۴۰۹ - ۳۳۹۸۵۰۵۹ - تلفکس: ۳۳۹۵۹۱۹۴

 **Instagram: Hydraulic_alavi**

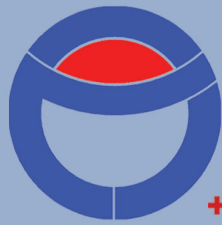
 **Telegram: Hydraulicpneumatic_alavi**

Website: alavi1990.ir

alavi1990@yahoo.com

این فروشگاه با ۳۰ سال سابقه در زمینه خدمات، ساخت و ارائه
ادوات هیدرولیک و پنوماتیک در خدمت شما می‌باشد.

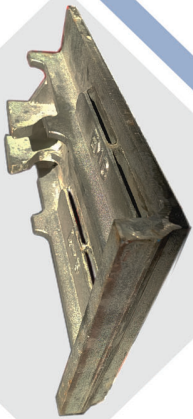
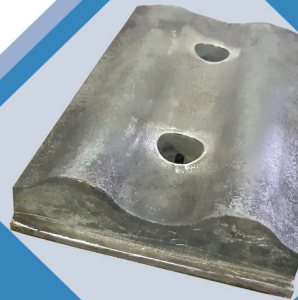
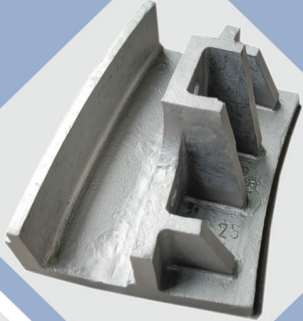
- تهیه، توزیع و واردات کلیه ادوات هیدرولیکی و پنوماتیک
- اجرای پروژه‌های هیدرولیک از جمله طراحی و ساخت انواع
- پاورپک، بلوک و جک‌های هیدرولیک با بهترین کیفیت
- تعمیر و عیب‌یابی سیستم‌های هیدرولیک
- عاملیت فروش برند **Rexroth** و **HAWE** آلمان



+Durable

EMC

اصفهان ماییل



قطعات مقاوم به حرارت

Kiln outlet and Inlet Segments	زیگمنت های ورودی و خروجی کوره
Grate Cooler	صفحات گریت کولر
Immersion Tube Parts	قطعات امرژن تیوب
Cyclone Flap Valve	فلپ والو سیکلون ها
Satellite Cooler Parts	بیله، دیگی و نبشی های ساتلیت کولر

قطعات مقاوم به سایش و ضربه

Hydrocyclone and Slurry Pumps	قطعات پمپ های اسلاری و هیدروسیکلون
Raymond Mill Parts	قطعات آسیاب های پودر ریموند
Mill Wear Liners	لینر های آسیاب های گلوله ای، میله ای، خودشکن و نیمه خودشکن
Crusher Parts	قطعات سنگ شکن های فکی، ساتر یفوژ، چکشی، مخروطی و ...

شرکت اصفهان ماییل در سال ۱۳۶۳ تاسیس شده و در سالیان گذشته با تکیه بر دانش و همت متخصصان مجرب و امکانات فراهم شده، قطعات مورد نیاز مشتریان خود در صنایع معدنی و استخراج فلزات، فولادسازی، سیمان، نیروگاهی، نفت و گاز، پتروشیمی و ... را تولید و تحویل نموده است.
این شرکت دانش بنیان در زمینه ریخته گری پیشرو بوده و تاکنون با تکیه بر تولید محصولات جدید، بسیاری از قطعات را برای اولین بار در ایران تولید نموده است.

اصفهان. اتوبان ذوب آهن، شهرک صنعتی اشترجان، خیابان پنجم، فرعی ۲/۱، پلاک ۱۱۲
تلفن: ۰۳۱-۳۷۶۰۹۸۲۱-۵
فکس: ۰۳۱-۳۷۶۰۹۸۲۳
www.emcasting.com
emc.foundry@gmail.com

www.pouladpoushesh.com

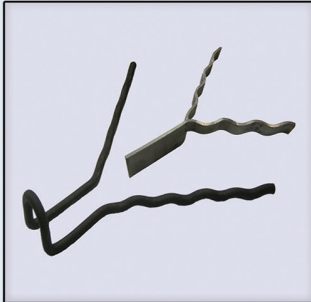
شرکت پوئادپوشش (سهامی خاص)

گروه های صنعتی

طراحی، تعمیر، ساخت و نصب کوره های آهن و سیسمان

انکر نسوز

قلاب آجر، قطعات نسوز و نسوزچینی



تجهیزات انتقال مواد

نوار نقاله، الواتور، اسکرو، ایراسلاید و ...

لوازه یدکی

بافت، زنجیر، رولیک، قطعات کربت کوره، سنگ شکن، آسیاب و ...



POULAD PousHESH AVANG CO.

تهران - میدان توحید - خیابان توحید - بن بست فرهادیه
پلاک ۳ طبقه ۶ واحد ۲۴ تلفن: ۶۶۹۱۹۱۰۳ فکس: ۶۶۹۱۳۷۰۳
Email: info@pouladpoushesh.com

Aran Gostar

MFG.CO



(سهامی خاص)

آران گستر

شرکت تولیدی



فیلترهای صنعتی آران گستر
بهترین انتخاب برای بهترین پالایش



تولید کننده انواع پارچه های صنعتی
پارچه فیلتر بافت پلی استر
پروپلین، پنبه پلی استر، مونومولتی و...
(پرس، درام، شمععی، ممبران و...)
پارچه های بی بافت پلی استر، Pan، پروپلین،
نومکس، فایبرگلاس، p۸۴، ppps و...
سبدهای بگ فیلتر و ونتوری

دفتر مرکزی: شیراز، عفیف آباد، مجتمع تجاری حافظ، طبقه ۴، واحد ۱۴
www.aran-gostar.ir ۳-۳۶۲۷۴۳۸۱-۸ ۳۶۲۶۶۰۸۷ (+۹۸۷۱) ☎
دفتر فروش: تهران، خیابان آزادی، شرق وزارتکار، پلاک ۲۳۷، جنب رستوران پدر
نوب ☑ nfo@aran-gostar.ir ۹-۹۶۴۲۴۱۲۸-۶۶۵۹۲۶۱۸ (+۹۸۲۱) ☎





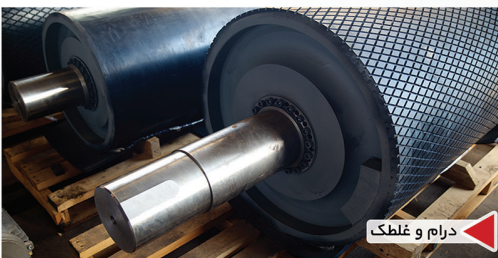
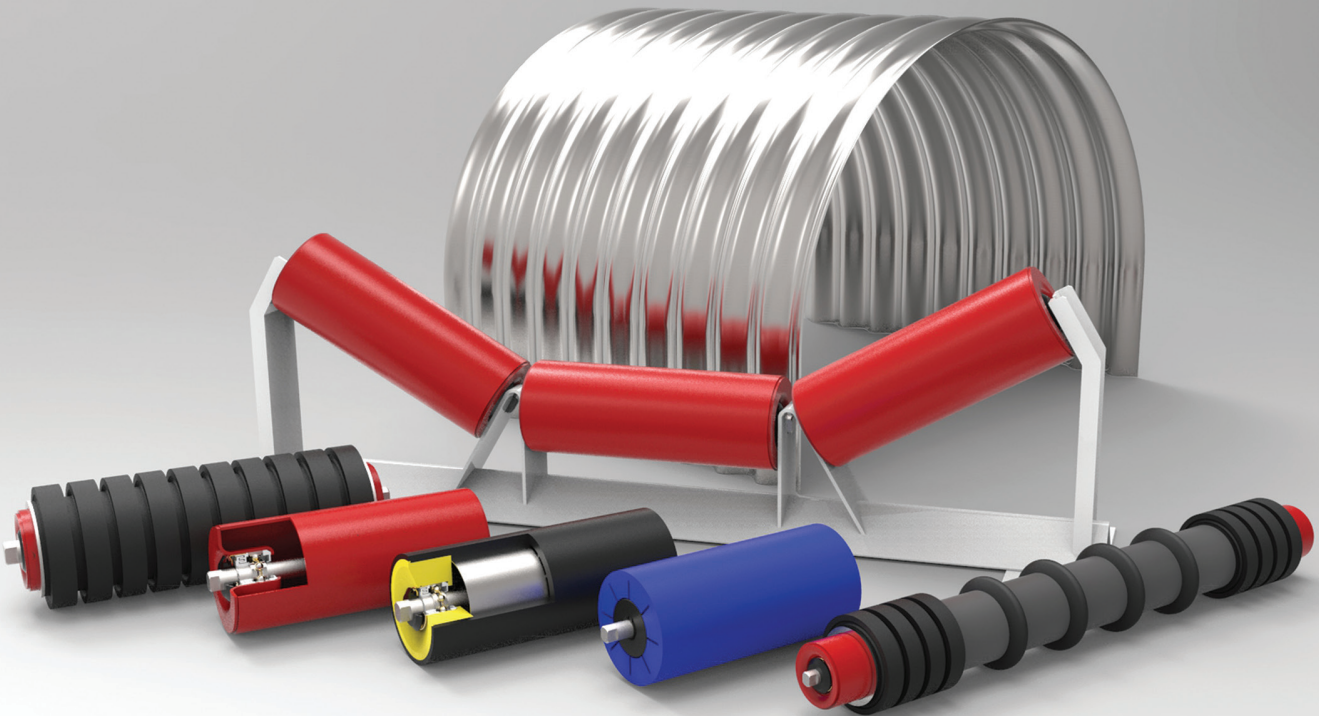
صنایع رولکیان سپاهان

با مسئولیت محدود (شماره ثبت ۵۹۱۲۰)

طرف قرارداد با کلیه شرکت های **سیمان**، فولاد و **معادن** کشور

اولین سازنده رولیک های فلزی و پلیمری، کاور، پایه رولیک، درام و دیگر تجهیزات خطوط انتقال مواد مطابق با استاندارد شرکت **RULMECA**

۳۰ سال سابقه تخصصی در زمینه طراحی و تجهیز خطوط انتقال مواد



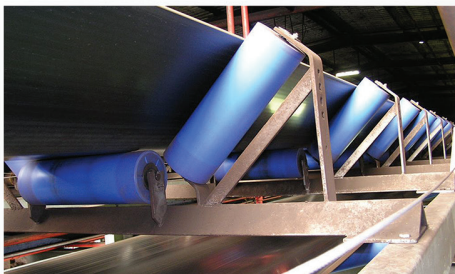
درام و غلطک



رولیک های پلیمری



ساخت تجهیزات و راه اندازی خط نوار نقاله



کاور های خط انتقال

تلفن: ۰۳۱ - ۳۷۷۲۱۹۷۰ | www.Rulkian.com | آدرس دفتر: اصفهان، بلوار اشرفی اصفهانی (کهندژ)، پلاک ۵۷۶
فکس: ۰۳۱ - ۳۷۷۲۸۵۹۰ | info@Rulkian.com | آدرس کارخانه: اصفهان، شهرک صنعتی دولت آباد، خیابان سپاهان، فرعی اول

طراحی

ساخت

بهینه سازی

انواع غبارگیر

انواع بال میل

انواع کوره دوار

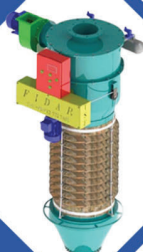
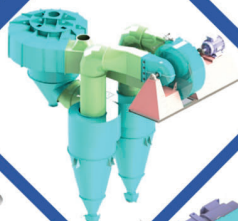
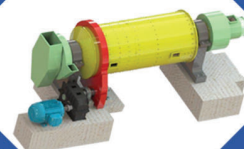
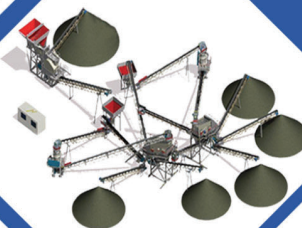
انواع الواتور

انواع سرنده



گروه طراحی صنعتی

فیدار



طراحی خطوط خردایش و فرآوری

طراحی و ساخت انواع بال میل و کوره خشک کن دوار

طراحی و ساخت انواع غبارگیرهای صنعتی مدرن

طراحی و ساخت انواع ماشین آلات خردایش و فرآوری

طراحی و ساخت انواع شوت های تلسکوپی و ونت فیلتر

طراحی کل سایت پلان کارخانجات به صورت 3D و ارائه نقشه های ساخت

طراحی، ساخت، نصب و راه اندازی کارخانجات سیمان، آهک، گچ، روی و ... بصورت EPC



تجهیزات آزمایشگاهی صنعتی و تحقیقاتی

- طراحی و ساخت دستگاه آنالیز کوانتومتر و XRF
- طراحی و ساخت دستگاه های آماده سازی نمونه از جمله پولیشر، تراش، پرس و آسیاب
- طراحی و ساخت سیستم های خنک کن (Water chiller)
- طراحی و ساخت دستگاه تصفیه کننده گاز آرگون Purifier
- دستگاه های آنالیز XRD, XRF و کوانتومتر ساخت شرکت Thermo Scientific (ARL)
- دستگاه های آنالیز C, S, H, O, N ساخت شرکت LECO
- انواع پمپ های خلأ روتاری، توربومولکولار و دیافراگمی ساخت کمپانی PFEIFFER
- تهیه و جایگزین کردن انواع نمونه های استاندارد CRM, RM, SUS
- انواع تیوب اشعه ایکس و منابع تغذیه ولتاژ بالا
- انواع الکتروود گرافیتی کوره های قوس الکتریکی



آدرس: تهران، کیلومتر ۱۷ اتوبان کرج، خیابان دارو پخش،
خیابان هشتم، پلاک ۲۳ تلفکس: ۴۴۹۹۳۱۸۲-۰۲۱
www.ircsan.com info@ircsan.com