

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

# تعیین مشخصات و کنترل کیفیت بتن در سدها

ترجمه:

دکتر علی اکبر رمضانپور

مهندس محمد جواد استاد میرزا



فدکا ایستایس

**عنوان و نام پدیدآور**

تعیین مشخصات و کنترل کیفیت بتن در سدها/ [کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ]

**مشخصات نشر**

ترجمه علی‌اکبر رضانیانپور، محمدجواد استادمیرزا.

**مشخصات ظاهری**

تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۰.

۱۱۶ ص: مصور، جدول، نمودار (بخشی رنگی).

۶ - ۰۴۵ - ۱۶۰ - ۶۰۰ - ۹۷۸ : ۴۰۰۰۰ ریال

**شابک****وضعیت فهرست نویسی**

فیا

**یادداشت**

عنوان اصلی: The specification and quality control of concrete for dams  
= Les spécifications et le contrôle de qualité des barrages en béton, 2009.

**یادداشت**

کتابنامه: ص. [۹۱]۹۶-.

**موضوع**

سدهای بتنی - طرح و محاسبه

**موضوع**

بتن - کنترل کیفی

**موضوع**

بتن - پایداری - آزمایش‌ها

**موضوع**

سد و سدسازی - آزمایش

**شناسه افزوده**

رضانیانپور، علی‌اکبر، ۱۳۳۰ - مترجم

**شناسه افزوده**

استادمیرزا، محمدجواد، ۱۳۶۳ - مترجم

**شناسه افزوده**

کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ

**شناسه افزوده**

International Commission on Large Dams

**رده بندی کنگره**

TC۵۴۷:۷ ۱۳۹۰

**رده بندی دیویی**

۶۲۷/۸۲

**شماره کتابشناسی ملی**

۲۵۱۸۲۰۵

# تعیین مشخصات و کنترل کیفیت بتن در سدها



علی‌اکبر رضانیانپور - محمدجواد استادمیرزا	:	ترجمه
مجیدرضا زروئی	:	مدیر تولید
واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس	:	صفحه‌آرایی
اول - ۱۳۹۰	:	نوبت چاپ
۱۰۰۰	:	تیراژ
گنج‌شایگان	:	چاپ و صحافی
۴۰۰۰ ریال	:	قیمت
۹۷۸ - ۶۰۰ - ۱۶۰ - ۰۴۵ - ۶	:	شابک

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لیافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰

تلفن: ۶۶۴۶۵۸۳۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱

نمایندگی تهران : خیابان انقلاب - نبش ۱۲ فروردین - پلاک ۱۳۱۲ - انتشارات صانعی

تلفن: ۶۶۴۰۹۹۲۴ - ۶۶۴۰۵۳۸۵

فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره

تلفن: ۶۲۲۷۴۷۵ - ۶۲۲۶۷۷۱ - ۶۲۲۶۷۷۲

[www.fadakbook.ir](http://www.fadakbook.ir) - [info@fadakbook.ir](mailto:info@fadakbook.ir)

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی

انتشارات فدک ایستاتیس

با نام و یاد دادار هستی بخش

خداوندی که نوآوری، سنت اوست

پیشکش به محضر

بانوی عالمین فاطمه زهرا (سلام الله علیها)،

همو که خلقت کائنات بهانه‌ای بود برای خلق او،  
بانویی عظیم الشانی که این کتاب و همه رساله‌های علمی تنها حرفی است از مصحفش.



## پیشگفتار مترجمین

در دهه‌های اخیر، بتن به عنوان ماده (مصالح) مناسب و قابل اطمینان برای ساخت انواع سازه‌ها شناخته و استفاده شده است. از طرفی، با توجه به اقلیم گرم و خشک بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران و باتوجه به اهمیت به سزای آب به عنوان مایه‌ی حیات در این کشورها، پروژه‌های متعدد و عظیم سدسازی، به منظور حفظ و مدیریت منابع آبی ساخته و یا در دست احداث می‌باشد. سد یکی از مهمترین و عظیم‌ترین سازه‌هایی است که در آن از انواع بتن و عملیات بتن‌ریزی استفاده می‌شود. یکی از مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر عملکرد این سازه‌ها، مشخصات بتن به عنوان مصالح به کار رفته در آن است. اینجاست که نقش تعیین مشخصات بتن مورد نیاز و کنترل و تضمین کیفیت آن به وضوح نمایان می‌گردد.

کتاب حاضر آخرین نسخه‌ی ارائه شده توسط کمیته‌ی بین‌المللی سدهای بزرگ (ICOLD) است که به بررسی، مطالعه و ارائه نکات و روش‌های کاربردی در تعیین مشخصات و کنترل کیفی بتن مخصوص سدها پرداخته است. در این راستا، اکثر استانداردهای بین‌المللی برای کنترل اثر عوامل تعیین‌کننده در ساخت و بهره‌برداری، روش‌های متفاوتی از کنترل کیفیت مصالح (بتن) را بیان می‌کنند. این قبیل بتن‌ها، بتن‌های حجیم برای بدنه‌ی سد و دیگر سازه‌های عظیم هیدرولیکی مانند سرریزها می‌باشد. از آنجا که بتن سازه‌ای، نقش کم‌رنگی در سدها دارد و تولید و استفاده از آن توسط استانداردها و کدهای مختلف ملی و بین‌المللی پوشش داده شده است، لذا در این کتاب به آن پرداخته نشده است.

باتوجه به پیشرفت‌های چشم‌گیر کشور عزیزمان در ساخت سدها، به ویژه سدهای بتنی ساخته شده مانند کارون ۳ و ۴ سدهای بتنی در حال ساخت مانند سد خرسان ۳ و دیگر پروژه‌های پیش‌رو، مترجمین بر خود لازم دیدند تا با ترجمه این کتاب کاربردی، مباحث مربوط به تعیین مشخصات، کنترل و تضمین کیفیت بتن (به خصوص بتن مورد استفاده در سدها) بین جامعه مهندسين عمران و در سه سطح کارفرما، مشاور و پیمانکار بیش از پیش گسترش یابد. کتاب حاضر، یکی از معدود منابعی است که به صورت خاص در مورد بتن سدها نوشته شده است. هر چند موجز، اما این کتاب به شرح کاملی همراه با جزئیات مورد نیاز برای تعیین مشخصات و کنترل و تضمین کیفی بتن مورد استفاده در سدها در قالب ۷ فصل شامل فرآیند بررسی و مشخصات و کنترل کیفیت، اجزای تشکیل دهنده‌ی بتن و تولید آن، کنترل حمل و نقل و بتن‌ریزی، کنترل مقاومت، کنترل ترک خوردگی و نهایتاً بتن در معرض جریان آب پرسرعت، پرداخته است. در انتها و در فصل هشتم، مروری بر تاریخچه و مطالعه موردی فرآیند تعیین مشخصات و کنترل کیفی سه سد بتنی بزرگ ساخته شده در کشورهای آمریکا، پرتغال و هند صورت گرفته است.

امید است انتشار این کتاب بتواند در انتقال دانش فنی در میان مهندسين و کارشناسان سازه‌های بتنی، به خصوص همکاران فعال در صنعت سدسازی و سازه‌های هیدرولیکی، مفید واقع شود. باشد تا شاهد پیشرفت‌های روز افزون کشورمان در این امر خطیر باشیم.

علی‌اکبر رضانیانپور- محمد جواد استاد میرزا

پاییز ۱۳۹۰

## اعضای کمیته‌ی سدهای بتنی (۱۹۹۹-۲۰۰۶)

R. G. Charlwood

رئیس  
(کانادا-آمریکا)

J. Launay

معاون رئیس  
(فرانسه)

B. Forbes

اعضاء

W. Pichler (از سال ۲۰۰۱)

استرالیا

F. R. Andriolo (تا سال ۲۰۰۱)

اتریش

J. Marques Filha (از سال ۲۰۰۲)

برزیل

Jia Jinsheng

چین

V. Ukraniczzyk

کرواسی

J. Launay (تا سال ۱۹۹۹)

فرانسه

M. Guerinet (از سال ۲۰۰۰)

B. J. Parmar

هند

A. A. Ramazaninpour

ایران

M. R. Jabarooti (علل البدل)

M. Berra

ایتالیا

O. Arai (از سال ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۰۲)

ژاپن

T. Uesaka (از سال ۲۰۰۲)

O. J. Berthelsen

نروژ

A. Camelo

پرتقال

G. Kostyrya (از سال ۲۰۰۰)

روسیه

J. Kroon (تا سال ۲۰۰۴)

آفریقای جنوبی

J. Geringer (از سال ۲۰۰۵)

J. Buil Sanz

اسپانیا

J. Alemo

سوئد

H. Kreuzer

سوئیس

M. R. H. Dunstan

انگلستان

V. Zipparro (از سال ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۰۰)

آمریکا

## پیشگفتار مؤلفین

این کتاب با عنوان "تعیین مشخصات و کنترل کیفیت بتن در سدها"، بیش از دو دهه پیشرفت در ساخت بتن سدها را مورد بررسی و مطالعه قرار داده است. هدف این کتاب فراهم آوردن مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و روش‌های اخیر در زمینه‌ی تعیین مشخصات و کنترل کیفیت بتن در سدها، به صورت مختصر و قابل دسترس می‌باشد. این کتاب، جایگزین پژوهشنامه‌ی شماره ۴۷ "کنترل کیفیت بتن"، منتشر شده در سال ۱۹۸۳ می‌باشد.

در سال ۱۹۹۱، کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ (ICOLD) کمیته‌ی فنی خود در زمینه بتن برای سدها را راه‌اندازی نمود. سپس تحت سرپرستی آقای جی. آر. گراهام (آمریکا)، آماده‌سازی و تهیه نسخه‌ی جدید پژوهشنامه‌های موجود در دستور کار قرار گرفت و یک کمیته‌ی فرعی از کمیته (ICOLD) بر روی بتن سدها، با ریاست جی. گارتناگا (اسپانیا) یک پیش‌نسخه از پژوهشنامه جدید را تهیه نمود. در سال ۱۹۹۹، این کمیته به ریاست آ. جی. چارلوود (کانادا)، با بازبینی اساسی منابع موردنظر به‌وسیله آ. جی. برتلسن (نروژ)، که برای هدایت کمیته فرعی و تهیه نسخه جدید انتخاب شده بود، موافقت کرد. نسخه‌ی جدید، با استفاده از منابع بیشتر و نگاهی جامع‌تر علاوه بر روش‌ها و فعالیت‌های کنترل کیفیت به بررسی تعیین مشخصات بتن پرداخت.

این کتاب، بررسی کامل و همه‌جانبه‌ای از رابطه بین تعیین مشخصات بتن، فرآیندهای ساخت و ساز، خصوصیات بتن سخت‌شده و چگونگی بهره‌مندی از کنترل کیفیت را ارائه داده است. توسعه و ارتقای بتن مورد استفاده در سدها، از مراحل ابتدایی تا اتمام محصول نهایی شرح داده می‌شود. این کتاب با بررسی و شناسایی رابطه‌ی موجود بین طرح و فرآیند ساخت و ساز و نقش طراحان و پیمانکاران در تولید بتن کاربردی، با دوام و اقتصادی یک روش کل‌نگر را ارائه داده است. هر دو رویکرد روشی و عملکردی برای تعیین مشخصات همانند موارد جاری در قرارداد ساخت و ساز شامل رویکردهای طراحی معمولی، مناقصه ساخت و طراحی - ساخت شناسایی گردید.

موارد پیشین و تاریخچه‌ی آنها برای یک سد وزنی - با بتن مرتعش معمولی (CVC)، یک سد بتن غلتکی (RCC) و یک سد قوسی CVC ارائه شده است. ضوابط، جداول تکرار آزمایش‌های رایج، یک نمونه ساده از فهرست موارد برای تعیین مشخصات کامل و در آخر، فهرستی از تجهیزات خاص لازم برای کنترل ترک به‌عنوان فهرست کنترل ارائه شده است.

این کتاب به ارائه‌ی آخرین دستاوردها و پیشرفت‌های حال حاضر پرداخته است و هدف آن محدود کردن هرگونه توسعه و پیشرفت بیشتر نمی‌باشد.

رابین. جی. چارلوود

رئیس کمیته سدهای بتنی





# فهرست مطالب

## فصل ۱ مقدمه ۱

اهداف ۱	۱.۱
فهرست مطالب کتاب ۲	۲.۱
کنترل کیفی و تضمین کیفیت ۲	۳.۱
برخی اصطلاحات استفاده شده در این کتاب ۲	۴.۱
پژوهش‌نامه‌های مرتبط ۳	۵.۱

## فصل ۲ فرآیند تعیین مشخصات و کنترل کیفیت ۵

تعیین مشخصات مصالح و کنترل آن ۶	۱.۳
هدف از کنترل کیفیت ۷	۲.۲
هدف از تضمین کیفیت ۸	۳.۲
روند توسعه تعیین مشخصات از مرحله امکان‌سنجی تا مرحله‌ی ساخت ۸	۴.۲
دستیابی به تعیین مشخصات بتن ۱۰	۵.۲
دستیابی به کنترل کیفیت، بخش مسئولیت‌ها ۱۲	۶.۲
نیازمندی‌های کنترل کیفی مؤثر ۱۴	۷.۲
ریشه‌های مشکلات و اجتناب از اشتباهات ۱۶	۸.۲

## فصل ۳ اجزای تشکیل دهنده بتن و ساخت بتن ۱۷

تعیین مشخصات مصالح و کنترل آن ۱۸	۱.۳
مقدمه ۱۸	۱.۱.۳
سنگدانه ۱۹	۲.۱.۳
مصالح سیمانی ۲۲	۳.۱.۳
افزودنی‌های شیمیایی ۲۵	۴.۱.۳

آب و یخ ۲۵	۵.۱.۳
برنامه‌های مخلوط آزمایشی ۲۶	۲.۳
آزمایش‌هایی در مقیاس واقعی ۲۷	۳.۳
تعیین مشخصات و کنترل فرآیند ۲۸	۴.۳
انبارکردن و دیپوی مصالح ۲۸	۱.۴.۳
تجهیزات پیمان‌ه کردن، اختلاط و فرآیند ۲۹	۲.۴.۳
تجهیزات فرآیند پیمان‌ه کردن و اختلاط ۲۹	۳.۴.۳
کنترل میزان آب ۳۱	۴.۴.۳
مشخصات بتن تازه و تأیید آن ۳۱	۵.۴.۳

### فصل ۴ کنترل حمل و نقل و بتن‌ریزی ۳۳

حمل و نقل ۳۴	۱.۴
تعیین مشخصات ۳۴	۱.۱.۴
کنترل کیفیت ۳۴	۲.۱.۴
تحویل و بتن‌ریزی ۳۴	۲.۴
تعیین مشخصات ۳۴	۱.۲.۴
بازرسی ۳۵	۲.۲.۴
آزمایش‌ها در زمان بتن‌ریزی ۳۶	۳.۲.۴

### فصل ۵ کنترل مقاومت ۳۷

اصول تأیید بتن سد ۳۸	۱.۵
تغییرات در مقاومت و آمار ۳۹	۲.۵
دیگر روش‌ها برای ارزیابی تغییرات قابل قبول ۴۰	۳.۵
تعیین نرخ شکست قابل قبول ۴۱	۴.۵
افزایش مقاومت با گذشت زمان ۴۲	۵.۵
تعامل با بتن‌های زیر مقاومت لازم ۴۲	۶.۵

### فصل ۶ کنترل ترک خوردگی ۴۵

مقدمه ۴۶	۱.۶
طراحی اندازه‌گیری‌های کنترل ترک ۴۷	۲.۶

تعیین مشخصات ۵۰	۳۶
فعالیت‌های اصولی کنترل کیفیت ۵۰	۴۶

## فصل ۷ بتن‌های در معرض جریان آب پرسرعت ۵۱

تعیین خصوصیات ۵۲	۱.۷
مقاومت ۵۲	۱.۱.۷
خصوصیات بتن تازه ۵۲	۲.۱.۷
پرداخت سطح ۵۲	۳.۱.۷
بتن برای جریان‌های بارسوب کف ۵۲	۴.۱.۷
تعیین مشخصات ۵۳	۲.۷
کنترل کیفیت ۵۴	۳.۷

## فصل ۸ مروری بر تاریخچه ۵۵

سد سردار سارووار (SARDAR SAROVAR) ۵۶	۱.۸
مقدمه ۵۶	۱.۱.۸
ارزیابی سنگدانه‌ها ۵۷	۲.۱.۸
سیمان و پوزولان ۵۷	۳.۱.۸
خصوصیات بتن ۵۸	۴.۱.۸
تولید بتن و بتن‌ریزی ۵۸	۵.۱.۸
نظام کنترل کیفیت در طول ساخت سد ۶۰	۶.۱.۸
طرح اختلاط بتن ۶۲	۷.۱.۸
مستندات ۶۳	۸.۱.۸
کنترل فرآیند ۶۴	۹.۱.۸
آزمایش‌ها و بازرسی ۶۴	۱۰.۱.۸
کنترل غیریکنواختی و روش‌های آماری ۶۴	۱۱.۱.۸
کنترل تجهیزات ۶۴	۱۲.۱.۸
تحلیل‌های آماری مقاومت فشاری میدانی بتن ۶۵	۱۳.۱.۸
مراجع ۶۷	۱۴.۱.۸
سد بتن غلتکی اولوینهین (OLIVENHAIN) ۶۷	۲.۸
مقدمه ۶۷	۱.۲.۸
تعیین مشخصات بتن ۶۸	۲.۲.۸
نظام تحویل پروژه ۶۹	۳.۲.۸

سیستم کنترل کیفیت ۷۰	۴.۲.۸
گزارش‌دهی رسمی ۷۳	۵.۲.۸
رصد و دنبال کردن مقاومت بتن ۷۵	۶.۲.۸
مراجع ۷۵	۷.۲.۸
سد آلکواوا (ALQUEVA) ۷۶	۳.۸
مقدمه ۷۶	۱.۳.۸
ارزیابی سنگدانه ۷۷	۲.۳.۸
طرح اختلاط و تعیین مشخصات بتن ۷۹	۳.۳.۸
تولید بتن ۸۰	۴.۳.۸
نظام تحویل پروژه ۸۱	۵.۳.۸
سیستم کنترل کیفیت طی ساخت سد ۸۱	۶.۳.۸
سازمان و مسئولیت‌ها (ارتباطات) ۸۲	۷.۳.۸
برنامه‌ریزی کنترل کیفیت ۸۳	۸.۳.۸
کنترل فرآیند (تولید بتن، بتن‌ریزی و عمل‌آوری) ۸۴	۹.۳.۸
آزمایش‌ها و بازرسی‌ها ۸۴	۱۰.۳.۸
کنترل عدم تطابق ۸۶	۱۱.۳.۸
کنترل تجهیزات آزمایش ۸۷	۱۲.۳.۸
گزارش‌های کنترل کیفی و تحلیل‌های آماری ۸۷	۱۳.۳.۸
گزارش‌های فعالیت ۸۷	۱۴.۳.۸
<b>منابع و مراجع ۸۹</b>	
<b>فهرست الفبایی ۹۳</b>	

# فصل اول

مقدمه