



IRANIAN PETROLEUM STANDARDS

استانداردهای نفت ایران

IPS

IPS-C-CE-200 (1)

CONSTRUCTION STANDARD
FOR
CONCRETE STRUCTURES

FIRST REVISION

FEBRUARY 2009

استاندارد اجرایی

برای

سازه های بتنی

ویرایش اول

بهمن ۱۳۸۷

پیش‌گفتار

استانداردهای نفت ایران (IPS) منعکس‌کننده دیدگاه‌های وزارت نفت ایران است و برای استفاده در تأسیسات تولید نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت، واحدهای شیمیایی و پتروشیمی، تأسیسات انتقال و فراورش گاز و سایر تأسیسات مشابه تهیه شده است.

استانداردهای نفت، براساس استانداردهای قابل قبول بین‌المللی تهیه شده و شامل گزیده‌هایی از استانداردهای مرجع می‌باشد. همچنین براساس تجربیات صنعت نفت کشور و قابلیت تأمین کالا از بازار داخلی و نیز برحسب نیاز، مواردی بطور تکمیلی و یا اصلاحی در این استاندارد لحاظ شده است. مواردی از گزینه‌های فنی که در متن استانداردها آورده نشده است در داده برگ‌ها بصورت شماره گذاری شده برای استفاده مناسب کاربران آورده شده است.

استانداردهای نفت، به شکلی کاملاً انعطاف پذیر تدوین شده است تا کاربران بتوانند نیازهای خود را با آنها منطبق نمایند. با این حال ممکن است تمام نیازمندی‌های پروژه‌ها را پوشش ندهند. در این گونه موارد باید الحاقیه‌ای که نیازهای خاص آنها را تأمین می‌نماید تهیه و پیوست نمایند. این الحاقیه همراه با استاندارد مربوطه، مشخصات فنی آن پروژه و یا کار خاص را تشکیل خواهند داد.

استانداردهای نفت تقریباً هر پنج سال یکبار مورد بررسی قرار گرفته و روزآمد می‌گردند. در این بررسی‌ها ممکن است استانداردی حذف و یا الحاقیه‌ای به آن اضافه شود و بنابراین همواره آخرین ویرایش آنها ملاک عمل می‌باشد.

از کاربران استاندارد، درخواست می‌شود نقطه نظرها و پیشنهادات اصلاحی و یا هرگونه الحاقیه‌ای که برای موارد خاص تهیه نموده‌اند، به نشانی زیر ارسال نمایند. نظرات و پیشنهادات دریافتی در کمیته‌های فنی مربوطه بررسی و در صورت تصویب در تجدید نظرهای بعدی استاندارد منعکس خواهد شد.

ایران، تهران، خیابان کریمخان زند، خردمند شمالی، کوچه چهاردهم، شماره ۱۹

اداره تحقیقات و استانداردها

کدپستی: ۱۵۸۵۸۸۶۸۵۱

تلفن: ۶۰ - ۸۸۸۱۰۴۵۹ و ۶۶۱۵۳۰۵۵

دورنگار: ۸۸۸۱۰۴۶۲ - ۰۲۱

Standards@nioc.org

پست الکترونیکی:

FOREWORD

The Iranian Petroleum Standards (IPS) reflect the views of the Iranian Ministry of Petroleum and are intended for use in the oil and gas production facilities, oil refineries, chemical and petrochemical plants, gas handling and processing installations and other such facilities.

IPS is based on internationally acceptable standards and includes selections from the items stipulated in the referenced standards. They are also supplemented by additional requirements and/or modifications based on the experience acquired by the Iranian Petroleum Industry and the local market availability. The options which are not specified in the text of the standards are itemized in data sheet/s, so that, the user can select his appropriate preferences therein.

The IPS standards are therefore expected to be sufficiently flexible so that the users can adapt these standards to their requirements. However, they may not cover every requirement of each project. For such cases, an addendum to IPS Standard shall be prepared by the user which elaborates the particular requirements of the user. This addendum together with the relevant IPS shall form the job specification for the specific project or work.

The IPS is reviewed and up-dated approximately every five years. Each standards are subject to amendment or withdrawal, if required, thus the latest edition of IPS shall be applicable

The users of IPS are therefore requested to send their views and comments, including any addendum prepared for particular cases to the following address. These comments and recommendations will be reviewed by the relevant technical committee and in case of approval will be incorporated in the next revision of the standard.

Standards and Research department
No.19, Street14, North kheradmand

Karimkhan Avenue, Tehran, Iran .

Postal Code- 1585886851

Tel: 88810459-60 & 66153055

Fax: 88810462

Email: Standards@nioc.org

تعاریف عمومی:

در این استاندارد تعاریف زیر به کار می‌رود.

GENERAL DEFINITIONS:

Throughout this Standard the following definitions shall apply.

شرکت:

به یکی از شرکت های اصلی و یا وابسته به وزارت نفت، مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی اطلاق می‌شود.

COMPANY :

Refers to one of the related and/or affiliated companies of the Iranian Ministry of Petroleum such as National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, National Petrochemical Company and National Iranian Oil Refinery And Distribution Company.

خریدار:

یعنی "شرکتی" که این استاندارد بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن "شرکت" می‌باشد و یا "پیمانکاری" که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

PURCHASER:

Means the "Company" where this standard is a part of direct purchaser order by the "Company", and the "Contractor" where this Standard is a part of contract document.

فروشنده و تأمین کننده:

به موسسه و یا شخصی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تأمین می‌نماید.

VENDOR AND SUPPLIER:

Refers to firm or person who will supply and/or fabricate the equipment or material.

پیمانکار:

به شخص، موسسه و یا شرکتی گفته می‌شود که پیشنهادش برای مناقصه پذیرفته شده است.

CONTRACTOR:

Refers to the persons, firm or company whose tender has been accepted by the company.

مجری:

مجری به گروهی اطلاق می‌شود که تمام یا قسمتی از کارهای اجرایی و یا راه اندازی پروژه را انجام دهد.

EXECUTOR:

Executor is the party which carries out all or part of construction and/or commissioning for the project.

بازرس:

در این استاندارد بازرس به فرد/گروه یا موسسه ای اطلاق می‌شود که کتباً توسط کارفرما برای بازرسی، ساخت و نصب تجهیزات معرفی شده باشد.

INSPECTOR:

The Inspector referred to in this Standard is a person/persons or a body appointed in writing by the company for the inspection of fabrication and installation work.

باید:

برای کاری که انجام آن اجباری است، استفاده می‌شود.

SHALL:

Is used where a provision is mandatory.

توصیه:

برای کاری که ضرورت انجام آن توصیه می‌شود، بکار می‌رود.

SHOULD:

Is used where a provision is advisory only.

ترجیح:

معمولاً در جایی استفاده می‌شود که انجام آن کار براساس نظارت "شرکت" باشد.

WILL:

Is normally used in connection with the action by the "Company" rather than by a contractor, supplier or vendor.

ممکن است:

برای کاری که انجام آن اختیاری می‌باشد، بکار می‌رود.

MAY:

Is used where a provision is completely discretionary.

CONSTRUCTION STANDARD
FOR
CONCRETE STRUCTURES

FIRST REVISION
FEBRUARY 2009

استاندارد اجرایی

برای

سازه های بتنی

ویرایش اول

بهمن ۱۳۸۷

CONTENTS:	Page No	فهرست مطالب:
1. SCOPE.....	4	۱- دامنه کاربرد ۴
2. REFERENCES	4	۲- مراجع ۴
3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY	8	۳- تعاریف و واژگان ۸
4. NOTATIONS & SYMBOLS	8	۴- توضیحات و علائم ۸
5. UNITS.....	8	۵- واحدها ۸
6. MATERIALS.....	8	۶- مصالح ۸
6.1 Cements	8	۶-۱ سیمان ها ۸
6.2 Aggregates.....	8	۶-۲ سنگدانه ها ۸
6.3 Water	11	۶-۳ آب ۱۱
6.4 Steel Reinforcement.....	12	۶-۴ آرماتورگذاری ۱۲
6.5 Admixtures.....	12	۶-۵ افزودنی‌ها ۱۲
6.6 Storage of Materials	14	۶-۶ انبارش مصالح ۱۴
6.7 Test of Materials.....	14	۶-۷ آزمون مصالح ۱۴
7. DURABILITY REQUIREMENTS	14	۷- الزامات دوام ۱۴
7.1 Freezing and Thawing Exposures	14	۷-۱ شرایط یخ زدگی و آب شدگی ۱۴
7.2 Corrosion Protection	15	۷-۲ حفاظت در برابر خوردگی ۱۵
7.3 Sulfate Exposure.....	17	۷-۳ بتن در معرض سولفات ها ۱۷
7.4 Water-Cement Ratio	18	۷-۴ نسبت آب به سیمان ۱۸
7.5 Concrete for Wear Resistance	19	۷-۵ بتن ضد سایش ۱۹
7.6 Shotcrete.....	19	۷-۶ بتن پاشی ۱۹
8. CONCRETE QUALITY, MIXING AND PLACING.....	19	۸- کیفیت بتن، اختلاط و بتن ریزی ۱۹

	۱-۸ عمومی	۱۹
8.1 General		19
	۲-۸ انتخاب نسبت های اختلاط بتن	۲۰
8.2 Selection of Concrete Proportions		20
	۹-۹ ارزیابی و پذیرش بتن	۲۱
9. EVALUATION AND ACCEPTANCE OF CONCRETE		21
	۱-۹ تواتر آزمایش	۲۱
9.1 Frequency of Testing.....		21
	۲-۹ عمل آوری آزمایشگاهی نمونه ها	۲۱
9.2 Laboratory-Cured Specimens		21
	۳-۹ عمل آوری کارگاهی نمونه ها	۲۲
9.3 Field-Cured Specimens		22
	۴-۹ بررسی نتایج آزمایشهای بتن با مقاومت پایین	۲۲
9.4 Investigation of Low-Strength Test Results.....		22
	۵-۹ آماده سازی تجهیزات و محل بتن ریزی	۲۳
9.5 Preparation of Equipment and Place of Deposit		23
	۶-۹ اختلاط	۲۳
9.6 Mixing.....		23
	۷-۹ آزمایش بتن	۲۵
9.7 Testing of Concrete.....		25
	۱۰-۱ جابجائی، ساخت و عمل آوری بتن	۲۶
10. HANDLING, WORKING AND CURING OF CONCRETE		26
	۱-۱۰ جابجائی بتن در کارگاه	۲۶
10.1 Handling of Concrete on Site.....		26
	۲-۱۰ تخلیه بتن	۲۷
10.2 Depositing.....		27
	۳-۱۰ اجرای بتن ریزی	۲۷
10.3 Working of Concrete.....		27
	۴-۱۰ عمل آوری	۲۹
10.4 Curing.....		29
	۵-۱۰ بتن ریزی در زیر آب	۳۷
10.5 Concreting Under Water		37
	۶-۱۰ ملات ها و دوغاب ها	۳۸
10.6 Mortars and Grouts		38
	۷-۱۰ تعبیه لوله ها و حفره ها در سازه های بتنی	۳۸
10.7 Instulation of Pipes and Holles In Concrete Structures.....		38
	۱۱-۱ قالب بندی	۳۸
11. FORMWORK		38
	۱-۱۱ ملاحظات عمومی	۳۸
11.1 General Considerations.....		38

	۳۹.....	۲-۱۱ ملاحظات طراحی قالب بندی
11.2 Formwork Design Considerations	39	
	۴۰.....	۳-۱۱ مصالح قالب
11.3 Materials for Formwork	40	
	۴۱.....	۴-۱۱ موارد سازه‌ای اجرائی
11.4 Constructional Aspect	41	
	۴۴.....	۵-۱۱ قالب بندی برای روشهای خاص ساخت و اجرا...
11.5 Formwork for Special Methods of Construction	44	
	۴۵.....	۶-۱۱ ضوابط پرداخت سطوح قالب بندی شده
11.6 Acceptance of Finishing Formed Surfaces	45	
	۴۶.....	۷-۱۱ کنترل ترک
11.7 Crack Control	46	
	۴۶.....	۱۲- درزهای اجرایی و انقباضی (کنترلی)
12. CONSTRUCTION AND CONTRACTION (CONTROL) JOINTS	46	
	۴۶.....	۱-۱۲ درزهای اجرایی
12.1 Construction Joints	46	
	۴۶.....	۲-۱۲ درزهای انقباضی (کنترلی)
12.2 Contraction (Control) Joints	46	
	۴۷.....	۱۳- جزئیات آرماتوربندی
13. DETAILS OF REINFORCEMENT.....	47	
	۴۷.....	۱-۱۳ قلابهای استاندارد
13.1 Standard Hooks	47	
	۴۷.....	۲-۱۳ حداقل قطر خم
13.2 Minimum Bend Diameters.....	47	
	۴۸.....	۳-۱۳ خم کردن
13.3 Bending.....	48	
	۴۸.....	۴-۱۳ شرایط سطوح آرماتورها
13.4 Surface Conditions of Reinforcement.....	48	
	۴۸.....	۵-۱۳ آرماتوربندی
13.5 Placing Reinforcement	48	
	۴۹.....	۶-۱۳ محدودیتهای فواصل آرماتورگذاری
13.6 Spacing Limits for Reinforcement	49	
	۵۱.....	۷-۱۳ پوشش بتن روی آرماتورها
13.7 Concrete Protection for Reinforcement .	51	

1. SCOPE

This Construction Standard covers the minimum technical requirements for construction of plain, reinforced, prestressed, precast and composite concrete elements and structures.

It defines methods and tests for material selection and admixtures. Presents guidelines for prevention of concrete deterioration and steel corrosion from constructional view point. It also includes methods for sampling, mixing, conveying, placing, curing, hot and cold weather concreting.

Note 1:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Dec. 1998, as amendment No. 2 by circular No. 174.

Note 2:

This standard specification is reviewed and updated by the relevant technical committee on Aug. 2005, as amendment No. 2 by circular No. 261.

Note 3:

This bilingual standard is a revised version of the standard specification by the relevant technical committee on February 2009, which is issued as revision (1). Revision (0) of the said standard specification is withdrawn.

Note 4:

In case of conflict between Farsi and English languages, English language shall govern.

2. REFERENCES

Throughout this Standard the following dated and undated standards/codes are referred to. These referenced documents shall, to the extent specified herein, form a part of this standard. For dated references, the edition cited applies. The applicability of changes in dated references that occur after the cited date shall be mutually agreed upon by the Company and the Vendor. For undated references, the latest edition of the referenced documents (including any supplements and amendments) applies.

۱- دامنه کاربرد

این استاندارد ساخت، شامل حداقل الزامات برای ساخت سازه‌ها و اعضای بتنی ساده، مسلح، پیش تنیده، پیش ساخته و اعضای بتنی مرکب می‌باشد.

که روشها و آزمایشهای مربوط به انتخاب مصالح و افزودنی‌ها را شامل می‌شود. راهنمایی‌های حاضر جهت جلوگیری از تخریب بتن و خوردگی فولاد، از منظر ساخت ارائه شده اند. همچنین این استاندارد شامل روش‌های نمونه برداری، اختلاط، حمل، بتن ریزی و عمل آوری بتن در هوای گرم و سرد می‌باشد.

یادآوری ۱:

این استاندارد در آذر ماه سال ۱۳۷۷ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و روز آمد شد و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۲ طی بخشنامه شماره ۱۷۴ ابلاغ گردید.

یادآوری ۲:

این استاندارد در مرداد ماه سال ۱۳۸۴ توسط کمیته فنی مربوطه بررسی و روز آمد شد و موارد تأیید شده به عنوان اصلاحیه شماره ۲ طی بخشنامه شماره ۲۶۱ ابلاغ گردید.

یادآوری ۳:

این استاندارد دو زبانه، نسخه بازنگری شده استاندارد فوق می‌باشد که در بهمن ماه سال ۱۳۸۷ توسط کمیته فنی مربوطه تأیید و به عنوان ویرایش (۱) ارائه می‌گردد. از این پس ویرایش (۰) این استاندارد منسوخ می‌باشد.

یادآوری ۴:

در صورت اختلاف بین متن فارسی و انگلیسی، متن انگلیسی ملاک می‌باشد.

۲- مراجع

در این استاندارد به آیین نامه‌ها و استانداردهای تاریخ دار و بدون تاریخ زیر اشاره شده است. این مراجع، تا حدی که در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بخشی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در مراجع تاریخ دار، ویرایش گفته شده ملاک بوده و تغییراتی که بعد از تاریخ ویرایش در آنها داده شده است، پس از توافق بین کارفرما و فروشنده قابل اجرا می‌باشد. در مراجع بدون تاریخ، آخرین ویرایش آنها به انضمام کلیه اصلاحات و پیوست‌های آن ملاک عمل می‌باشند.

Note: For clauses of this standard which is referred to Iranian standards, other relevant international standards may be superseded by company.

یادآوری: برای بخشهایی از این استاندارد که به استانداردهای ایران ارجاع شده است، سایر استانداردهای بین المللی مربوطه میتواند به وسیله کارفرما جایگزین شود.

ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)
ACI (موسسه بتن آمریکا)

ACI 117-1990 "Standard Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials"

ACI 117-1990 "مشخصات استاندارد برای رواداری‌های ساخت و مصالح بتن"

ACI 201.2R-01 "Guide to Durable Concrete"

ACI 201.2R-01 "راهنمای ساخت بتن بادوام"

ACI 212.4R-04 "Guide for the Use of High-Range Water-Reducing Admixtures (Superplasticizers) in Concrete"

ACI 212.4R-04 "راهنمای استفاده از افزودنی‌های پردامنه کاهنده آب (فوق روان کننده) در بتن"

ACI 224-3R-95 "Joints in Concrete Construction"

ACI 224-3R-95 "درزها در سازه بتنی"

ACI 304R-00 "Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete"

ACI 304R-00 "راهنمای اندازه گیری، اختلاط، حمل و بتن ریزی"

ACI 305R-99 "Hot Weather Concreting"

ACI 305R-99 "بتن ریزی در هوای گرم"

ACI 306R-88 "Cold Weather Concreting"

ACI 306R-88 "بتن ریزی در هوای سرد"

ACI 318 M-2005 "Building Code Requirements for Structural Concrete"

ACI 318 M-2005 "آئین نامه الزامات سازه های بتنی"

ACI 347-2001 "Guide to Formwork for Concrete"

ACI 347-2001 "راهنمای قالب بندی بتن"

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)
ASTM (انجمن آزمون و مواد آمریکا)

ASTM C31/C 31M "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field"

ASTM C31/C 31M "استاندارد ساخت و عمل آوری نمونه‌های آزمایشگاهی در کارگاه"

ASTM C33 "Standard Specification for Concrete Aggregates"

ASTM C33 "مشخصات استاندارد سنگدانه‌های بتن"

ASTM C39/ C 39M	"Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens"	"روش آزمون استاندارد برای مقاومت فشاری نمونه‌های بتنی استوانه ای"	ASTM C39/C 39M
ASTM C42/ C42M	"Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete"	"روش آزمون استاندارد برای نمونه‌گیری و آزمایش مغزه‌ها و قطعات بریده شده از بتن"	ASTM C42/ C42M
ASTM C94/C 94M	"Standard Specification for Ready-Mixed Concrete"	"مشخصات استاندارد بتن آماده"	ASTM C94/C 94M
ASTM C109/ C 109M	"Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars"	"روش آزمون استاندارد برای مقاومت فشاری ملات‌های سیمان آبی"	ASTM C109/C 109M
ASTM C143/ C 143M	"Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete"	"روش آزمون استاندارد برای اسلامپ بتن‌های سیمان آبی"	ASTM C143/ C 143M
ASTM C150 REV A	"Standard Specification for Portland Cement"	"مشخصات استاندارد سیمان پرتلند"	ASTM C150 REV A
ASTM C171 REV A	"Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete"	"مشخصات استاندارد مواد ورقه‌ای برای عمل آوری بتن"	ASTM C171 REV A
ASTM C172	"Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete"	"استاندارد نمونه‌گیری از بتن تازه اختلاط یافته"	ASTM C172
ASTM C260	"Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete"	"مشخصات استاندارد افزودنی‌های هواساز در بتن"	ASTM C260
ASTM C309	"Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete"	"مشخصات استاندارد مواد تشکیل دهنده غشاء مایع برای عمل آوری بتن"	ASTM C309
ASTM C330	"Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete"	"مشخصات سنگدانه‌های سبک برای بتن سازه‌ای"	ASTM C330
ASTM C494/C 494M	"Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"	"مشخصات استاندارد افزودنی‌های شیمیایی بتن"	ASTM C494/C 494M

ASTM C595 REV A	"Standard Specification for Blended Hydraulic Cements"	ASTM C595 REV A "مشخصات استاندارد سیمان‌های آبی آمیخته"
ASTM C618	"Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete"	ASTM C618 "مشخصات استاندارد خاکستر بادی و پوزولان طبیعی تکلیس شده یا خام مورد استفاده در بتن"
ASTM C685/C 685M	"Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing"	ASTM C685/C 685M "مشخصات استاندارد بتن ساخته شده توسط بچینگ و مخلوط کن"
ASTM C989	"Standard Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars"	ASTM C989 "مشخصات استاندارد سرباره خرد شده کوره بلند برای استفاده در بتن و ملات‌ها"
ASTM C1017	"Standard Specification for Chemical Admixture for Use in Producing Flowing Concrete"	ASTM C1017 "مشخصات استاندارد افزودنی‌های شیمیایی مورد استفاده در ساخت بتن روان"
ASTM C1218	"Standard Specification for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete"	ASTM C1218 "مشخصات استاندارد برای کلریدهای محلول در آب بتن و ملات"

IPS (IRANIAN PETROLEUM STANDARDS)
IPS (استانداردهای نفت ایران)

IPS-E-GN-100	"Engineering Standard for units"	"استاندارد مهندسی برای واحدها"	IPS-E-GN-100
IPS-E-CE-200	"Engineering Standard for Concrete Structures"	"استاندارد مهندسی برای سازه های بتنی"	IPS-E-CE-200
IPS-E-CE-260	"Engineering Standard for Fireproofing"	"استاندارد مهندسی برای ضد حریق کردن"	IPS-E-CE-260
IPS-M-CE-105(1)	"Material Standard for Building Materials"	"استاندارد مواد برای مصالح ساختمانی"	IPS-M-CE-105(1)

MANAGEMENT AND PLANNING ORGANIZATION
سازمان مدیریت و برنامه ریزی

Publication no-120	"Iranian National Concrete Code"	Publication no-120 "نشریه شماره ۱۲۰ - آیین نامه بتن ایران (آبا)"
--------------------	----------------------------------	--

3. DEFINITIONS AND TERMINOLOGY

For general definition of terms used in this Standard refer to Chapter 2 of ACI 318 M.

4. NOTATIONS & SYMBOLS

For complete listing of Notations refer to Appendix B of ACI 318 M. The following symbols and notations are a selection of frequently used ones in this Standard.

d_b = Nominal diameter of bar, wire, or prestressing strand, mm

f'_c = Specified compressive strength of concrete, MPa (kg/cm²).

f_{ct} = Average splitting tensile strength of light-weight aggregate concrete, MPa (kg/cm²).

f'_{cr} = Required average compressive strength of concrete used as the basis for selection of concrete proportions, MPa (kg/cm²).

5. UNITS

This standard is based on International System of Units (SI), as per [IPS-E-GN-100](#) except where otherwise specified.

6. MATERIALS

6.1 Cements

6.1.1 Cement shall conform to the following specifications for Portland cement:

a) "Standard Specification for Portland Cement" (ASTM C 150).

6.1.2 Cement used in the work shall correspond to that on which selection of concrete proportions was based.

6.1.3 Fly Ash or other pozzolans shall conform to ASTM C 618 "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete" For more information about other kinds of pozzolans see Iranian national concrete code publication no-120 of management and planning organization part 3-6-4-2.

6.2 Aggregates

6.2.1 Concrete aggregates shall conform to one of the following specifications:

۳- تعاریف و واژگان

برای تعاریف کلی عبارات استفاده شده در این استاندارد به فصل 2 استاندارد ACI 318 M مراجعه شود.

۴- توضیحات و علائم

برای فهرست کامل علائم به پیوست B استاندارد ACI 318 M مراجعه کنید. علائم و توضیحات زیر، گزیده ای از آنهایی است که در این استاندارد به طور مکرر استفاده شده است.

d_b = قطر اسمی میلگرد، مفتول یا کابلهای پیش تنیده، میلیمتر

f'_c = مقاومت فشاری مشخصه، مگا پاسکال (کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب)

f_{ct} = میانگین مقاومت کششی بتن با سنگدانه‌های سبک، مگا پاسکال (کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب)

f'_{cr} = میانگین مقاومت فشاری مورد نیاز بتن که مبنای انتخاب نسبتهای اختلاط بتن می‌باشد، مگا پاسکال (کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب)

۵- واحدها

این استاندارد، بر مبنای نظام بین المللی واحدها (SI)، منطبق با استاندارد [IPS-E-GN-100](#) می‌باشد، مگر آنکه در متن استاندارد به واحد دیگری اشاره شده باشد.

۶- مصالح

۱-۶ سیمان ها

۱-۱-۶ سیمان باید با مشخصات سیمان پرتلند بشرح زیر مطابقت داشته باشد.

الف) "مشخصات استاندارد سیمان پرتلند" (ASTM C 150)

۲-۱-۶ سیمان مصرفی باید با نسبتهای اختلاط بتن تطابق داشته باشد.

۳-۱-۶ خاکستر بادی و سایر پوزولانها باید با استاندارد ASTM C 618 "مشخصات استاندارد خاکستر بادی و پوزولان طبیعی تکلیس شده و یا خام مورد استفاده در بتن" تطابق داشته باشد. برای اطلاعات بیشتر در مورد سایر انواع پوزولانها به نشریه شماره ۱۲۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور "آئین نامه بتن ایران" بخش ۳-۶-۴-۲ مراجعه شود.

۲-۶ سنگدانه ها

۱-۲-۶ سنگدانه‌های بتن باید با یکی از مشخصه‌های زیر تطابق داشته باشند:

a) Standard Specification for Concrete Aggregates (ASTM C 33).

b) Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete (ASTM C 330).

c) Gradation of fine aggregates and coarse aggregates shall be within the limit mentioned in Tables 1 and 2.

Exception: Aggregates which have been shown by special test or actual service to produce concrete of adequate strength and durability and approved by the AR*.

* AR AUTHORIZED REPRESENTATIVE OF THE OWNER

الف) مشخصات استاندارد سنگدانه‌های بتن (ASTM C 33).

ب) مشخصات استاندارد سنگدانه‌های سبک مورد استفاده در بتن سازه‌ای (ASTM C 330).

ج) دانه بندی سنگدانه‌های ریز و درشت باید در محدوده‌های مشخص شده در جداول ۱ و ۲ باشند.

موارد استثناء: سنگدانه‌هایی که مقاومت و دوام کافی آنها توسط آزمایش‌های خاص یا در کاربرد واقعی نشان داده شده و به تصویب نماینده کارفرما رسیده اند.

TABLE 1 - GRADING REQUIREMENTS FOR FINE AGGREGATES

جدول ۱- الزامات دانه بندی برای سنگدانه‌های ریز

SIEVE (SPECIFICATION E 11) (اندازه الک (براساس مشخصات E 11))	PERCENT PASSING درصد عبوری
9.5-mm (3/8-in)	100
4.75-mm(No. 4)	95 to 100
2.36-mm(No. 8)	80 to 100
1.18-mm(No. 16)	50 to 85
600-µm (No. 30)	25 to 60
300-µm (No. 50)	5 to 30
150-µm (No. 100)	0 to 10

TABLE 2 - GRADING REQUIREMENTS FOR COARSE AGGREGATES
جدول ۲- الزامات دانه بندی برای سنگدانه‌های درشت

Size Number اندازه اسمی	Nominal Size (Sieves with Square Openings) اندازه اسمی الکهای یا سوراخهای مربعی	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent مقادیر ریزتر از هر الک آزمایشگاهی (با سوراخ های مربعی)، درصد وزنی													
		100mm (4 in.)	90mm (3½ in.)	75mm (3 in.)	63mm (2½ in.)	50mm (2 in.)	37.5mm (1½ in.)	25.0mm (1 in.)	19.0mm (¾ in.)	12.5mm (½ in.)	9.5mm (¾ in.)	4.75mm (No.4)	2.36mm (No.8)	1.18mm (No.16)	300µm (No.50)
1	90 to 37.5mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	---	25 to 60	---	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---	---
2	63 to 37.5mm (2½ to 1½ in.)	---	---	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---	---
3	50 to 25.0mm (2 to 1 in.)	---	---	---	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	---	0 to 5	---	---	---	---	---
357	50 to 4.75mm (2 in. to No.4)	---	---	---	100	95 to 100	35 to 70	10 to 30	0 to 5	---	0 to 5	---	---	---	---
4	37.5 to 19.0mm (1½ to ¾ in.)	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	---	---	---	---	---
467	37.5 to 4.75mm (1½ in. to No. 4)	---	---	---	---	100	95 to 100	35 to 70	0 to 5	10 to 30	0 to 5	---	---	---	---
5	25.0 to 12.5mm (1 to ½ in.)	---	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	---	---	---	---
56	25.0 to 9.5mm (1 to ¾ in.)	---	---	---	---	---	100	90 to 100	40 to 85	0 to 15	0 to 5	---	---	---	---
57	25.0 to 4.75mm (1 in. to No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 to 100	25 to 60	---	0 to 10	0 to 5	---	---	---
6	19.0 to 9.5mm (¾ to ¾ in.)	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	0 to 15	0 to 5	---	---	---	---
67	19.0 to 4.75mm (¾ in. to No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	---	---	---
7	12.5 to 4.75mm (½ in. to No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 to 100	0 to 15	0 to 5	---	---	---
8	9.5 to 2.36mm (¾ in. to No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5	---	---
89	9.5 to 1.18mm (¾ in. to No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	20 to 55	5 to 30	0 to 10	0 to 5	---
9 ^A	4.75 to 1.18mm (No. 4 to No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	85 to 100	10 to 40	0 to 10	0 to 5	---

^A Size number 9 aggregate is defined in Terminology C 125 as a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by terminology.
 سنگدانه‌های اندازه ۹ در واژگان C125 به عنوان سنگدانه ریز تعریف شده است. هنگامی که با مصالح اندازه ۸ (A) مخلوط می‌شود تا اندازه ۸۹ (که مطابق واژگان سنگدانه درشت تعریف شده است) تولید شود. شامل سنگدانه‌های درشت نیز می‌شود.

6.2.2 Nominal maximum size of coarse aggregate shall be not larger than:

- a) 1/5 the narrowest dimension between sides of forms, nor;
- b) 1/3 the depth of slabs, nor;
- c) 3/4 the minimum clear spacing between individual reinforcing bars or wires, bundles of bars, or prestressing tendons or ducts.

These limitations shall not apply if, in the judgment of the AR, workability and methods of consolidation are such that concrete can be placed without honeycomb or voids.

6.2.3 Where aggregates are alkali-reactive, impose restrictions on materials to minimize deterioration.

6.3 Water

6.3.1 Water used in mixing concrete shall be clean and free from injurious amounts of oils, acids, alkalis, salts, organic materials, or other substances that may be deleterious to concrete or reinforcement.

6.3.2 Mixing water for pre-stressed concrete or for concrete that will contain aluminum embedment, including that portion of mixing water contributed in the form of free moisture on aggregates, shall not contain deleterious amounts of chloride ion.

6.3.3 Non-potable water shall not be used in concrete unless the following are satisfied:

- a) Selection of concrete proportions shall be based on concrete mixes using water from the same source.
- b) Mortar test cubes made with non-potable mixing water shall have 7-day and 28-day strengths equal to at least 90 percent of strengths of similar specimens made with potable water. Strength test comparison shall be made on mortars, identical except for the mixing water, prepared and tested in accordance with "Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 50-mm Cube Specimens)" (ASTM C 109).

6.3.4 Sea water shall not be used as mixing water.

۲-۲-۶ حداکثر اندازه اسمی سنگدانه‌های درشت نباید بزرگتر از مقادیر زیر باشد:

الف) یک پنجم باریکترین بعد بین لبه‌های قالب؛

ب) یک سوم ضخامت دالها؛

ج) سه چهارم حداقل فاصله آزاد بین هریک از آرماتورها یا مفتول‌ها، گروه میلگردها یا کابل‌های پیش تنیده و یا مجراها.

چنانچه به تشخیص کارفرما، کارائی و روش تراکم بتن بنحوی باشد که بتن ریزی بتواند بدون کرموشدگی یا حفره دارشدن اجرا شود، این محدودیتها رعایت نخواهد شد.

۳-۲-۶ در مواردیکه سنگدانه‌ها از نوع واکنش پذیر در مقابل قلیاها هستند، محدودیت استفاده از آنها جهت کاهش تخریب بتن باید اعمال شود.

۳-۶ آب

۳-۳-۶ آب مصرفی در ساخت بتن باید تمیز و فاقد مواد مضر نظیر: روغن‌ها، اسیدها، قلیاها، نمکها، مواد آلی یا سایر مواد که برای بتن یا آرماتور مخرب اند، باشد.

۲-۳-۶ آب مورد استفاده برای بتن پیش تنیده یا برای بتنهای همراه با قطعات کارگذاری شده آلومینیومی، از جمله رطوبت روی سنگدانه‌ها نباید شامل مقادیر زیان آور یون کلر باشد.

۳-۳-۶ آب غیرآشامیدنی نباید برای تولید بتن بکار رود مگر این که شرایط زیر تأمین شود:

الف) انتخاب نسبت‌های اختلاط برای ساخت بتن باید بر اساس مخلوط‌های تهیه شده با استفاده از همان آب باشد.

ب) نمونه‌های آزمایش مکعبی ملات که با آب غیرآشامیدنی تهیه شده‌اند باید دارای حداقل ۹۰ درصد مقاومت ۷ روزه و ۲۸ روزه نمونه‌های مشابه ساخته شده از آب آشامیدنی باشند. مقایسه آزمایش مقاومت باید برای تمام ملات‌ها بصورت یکسان صورت گیرد به جز در مورد آب اختلاط که براساس "روش آزمون استاندارد مقاومت فشاری ملات‌های سیمان آبی (با استفاده از نمونه های مکعبی ۵۰ میلیمتری استفاده شود)" (ASTM C 109). آماده و آزمایش شده باشد.

۴-۳-۶ آب دریا نباید به عنوان آب اختلاط استفاده شود.

6.4 Steel Reinforcement

For general description and method of use of concrete reinforcement refer to Section 3.5 of ACI-318M.

6.5 Admixtures

6.5.1 An admixture shall be capable of maintaining essentially the same composition and performance throughout the work as the product used in establishing concrete proportions in accordance with Clause 5.2 ACI 318M.

6.5.2 Admixtures to be used in concrete shall be subject to written approval of AR.

6.5.3 Air-entraining admixtures shall conform to ASTM C 260, "Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete".

6.5.4 Water-reducing admixtures, retarding admixtures, accelerating admixtures; water reducing and retarding admixtures and water reducing and accelerating admixtures shall conform to ASTM C 494, "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete".

6.5.5 Fly Ash or other pozzolans used as admixtures shall conform to ASTM C 618, "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete" For more information about other kinds of pozzolans see Iranian national concrete code publication no-120 of management and planning organization part 3-6-4-2.

6.5.6 Ground granulated blast-furnace slag used as an admixture shall conform to "Standard Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars" (ASTM C 989).

6.5.7 The types of admixtures suitable for use in concrete to obtain the desired effect are listed in Table 3.

۴-۶ آرماتورگذاری

برای توضیحات کلی و روش کاربرد آرماتور در بتن مسلح به قسمت 3.5 استاندارد ACI-318M مراجعه شود.

۵-۶ افزودنی‌ها

۱-۵-۶ در مواردیکه افزودنی در بتن با نسبت‌های اختلاط مطابق بند 5.2 استاندارد ACI 318M بکار می‌رود، ضرورتاً باید قابلیت حفظ ترکیب و کارایی اولیه را داشته باشد.

۲-۵-۶ افزودنی‌های مورد استفاده در بتن باید به تأیید کتبی کارفرما برسند.

۳-۵-۶ افزودنی‌های هواساز باید مطابق ASTM C 260 "مشخصات استاندارد برای افزودنی‌های هواساز بتن" باشد.

۴-۵-۶ افزودنی‌های کاهنده آب، کندگیر کننده‌ها، تندگیر کننده‌ها، کاهنده آب و کندگیرکننده‌ها، کاهنده آب و تندگیرکننده‌ها باید براساس ASTM C 494 "مشخصات استاندارد افزودنی‌های شیمیایی بتن" باشند.

۵-۵-۶ خاکستر بادی و یا سایر پوزولان‌های مصرفی بعنوان افزودنی باید مطابق با ASTM C 618 "مشخصات استاندارد خاکستر بادی و پوزولانهای طبیعی تکلیس شده یا خام مورد استفاده در بتن" باشند. برای اطلاعات بیشتر در مورد سایر انواع پوزولان به نشریه ۱۲۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی بخش ۳-۴-۶-۲ مراجعه شود.

۶-۵-۶ سرباره خرد شده کوره بلند که به عنوان افزودنی در بتن بکار می‌رود باید طبق استاندارد (ASTM C 989) "مشخصات استاندارد برای سرباره خرد شده کوره بلند برای استفاده در بتن و ملات‌ها" باشد.

۷-۵-۶ انواع افزودنی‌های مناسب بتن برای تأمین اثرات مورد نظر، در جدول ۳ ارائه شده است.

TABLE 3- ADMIXTURES BY CLASSIFICATION

جدول ۳- طبقه بندی افزودنی ها

Air-entraining admixtures	افزودنی های هواساز	ASTM C 260, AASHTO M 154;
Accelerating admixtures;	افزودنی های تندگیر کننده	ASTM C 494 Type C
Water-reducing admixtures;	افزودنی های کاهش دهنده آب	ASTM C 494 Type A
Retarding admixtures	افزودنی های کندگیر کننده	ASTM C 494 Type B
Water-reducing and retarding admixtures;	افزودنی های کاهش دهنده آب و کندگیر کننده	ASTM C 494 Type D
Water-reducing and accelerating admixtures	افزودنی های کاهش دهنده آب و تندگیر کننده	ASTM C 494 Type E
Water-reducing, high-range admixtures	افزودنی های پر دامنه کاهش دهنده آب	ASTM C 494 Type F
Water-reducing, high-range, and retarding admixtures.	افزودنی های پر دامنه کاهش دهنده آب و کندگیر کننده	ASTM C 494 Type G
Admixtures for flowing concrete	افزودنی های روان کننده	ASTM C 1017, Type I or Type II (retarding):
Miscellaneous admixtures:	افزودنی های متفرقه:	ACI 212 section 6.
Gas-forming admixtures	افزودنی های گاز ساز	Section 6.1
Grouting admixt	افزودنی های تزریقی (گروت)	Section 6.2
Extended set-control admixtures	افزودنی های تنظیم کننده گیرش	Section 6.3
Bonding admixtures	افزودنی های پیوند ساز	Section 6.4
Pumping aids	افزودنی های تسهیل کننده پمپاژ	Section 6.5
Pigments(To produce colors)	رنگدانه ها (برای بتن رنگی)	Section 6.6
Permeability-reducing admixtures	افزودنی های آب بند کننده	Section 6.9
Chemical admixtures to reduce alkali-aggregate reaction expansion	افزودنی های شیمیایی برای کاهش واکنش قلیائی سنگدانه ها	Section 6.10
Corrosion-inhibiting admixtures	افزودنی های ضد خوردگی	Section 6.11
Antiwashout admixtures	افزودنی های ضد آب شستگی	Section 6.12
Freeze-resistant admixtures	افزودنی های ضد یخ زدگی	Section 6.13

6.6 Storage of Materials

6.6.1 Cement and aggregates shall be stored in such manner as to prevent deterioration or intrusion of foreign matter.

6.6.2 Any material that has deteriorated or has been contaminated shall not be used for concrete.

6.7 Test of Materials

6.7.1 Tests of reinforcing materials and of concrete shall be made in accordance with standards listed in Clause 3.8 of ACI 318 M

7. DURABILITY REQUIREMENTS

7.1 Freezing and Thawing Exposures

7.1.1 Normal weight and lightweight concrete exposed to freezing and thawing or deicing chemicals shall be air entrained with air content indicated in Table 4. Tolerance on air content as delivered shall be ± 1.5 percent. For specified compressive strength f'_c greater than 35 MPa, air content indicated in Table 4 may be reduced 1 percent.

۶-۶ انبارش مصالح

۶-۶-۱ سیمان و سنگدانه‌ها باید طوری انبار شوند که از خراب شدن و اختلاط با مواد خارجی جلوگیری بعمل آید.

۶-۶-۲ مصالحی که خراب یا آلوده شده نباید در بتن بکار رود.

۷-۶ آزمون مصالح

۷-۶-۱ آزمونهای آرماتورهای مورد استفاده در بتن باید براساس استانداردهای بیان شده در بند 3.8 استاندارد ACI 318 M انجام شود.

۷- الزامات دوام

۷-۱ شرایط یخ زدگی و آب شدگی

۷-۱-۱ بتنهای سبک و معمولی در معرض یخ‌زدگی و آب‌شدگی و یا مواد یخ زدا باید توسط هوای وارد شده محافظت شوند. هوای آنها باید براساس جدول ۴ با رواداری ± 1.5 درصد باشد. در مواردیکه مقاومت فشاری مشخصه f'_c بیشتر از ۳۵ مگاپاسکال باشد مقدار هوای بیان شده در جدول ۴ می‌تواند ۱ درصد کاهش یابد.

TABLE 4 - TOTAL AIR CONTENT FOR FROST - RESISTANT CONCRETE

جدول ۴- مقدار کل هوای مورد نیاز برای بتن مقاوم در برابر یخبندان

NOMINAL MAXIMUM AGGREGATE SIZE, mm ⁽¹⁾ حداکثر قطر اسمی سنگدانه‌ها ⁽¹⁾	AIR CONTENT, PERCENT درصد هوای موجود	
	SEVERE EXPOSURE شرایط محیطی شدید	MODERATE EXPOSURE شرایط محیطی متوسط
9.5	7 ½	6
12.5	7	5 ½
19.0	6	5
25.0	6	4 ½
37.5	5 ½	4 ½
50 ²⁾	5	4
75 ²⁾	4 ½	3 ½

1) See ASTM C33 for tolerances on oversize for various nominal maximum size designations.

2) These air contents apply to total mix, as for the preceding aggregate sizes. When testing these concretes, however, aggregate larger than 37.5 mm is removed by hand-picking or sieving and air content is determined on the minus 37.5 mm fraction of mix, (Tolerance on air content as delivered applies to this value) Air content of total mix is computed from value determined on the minus 37.5 mm fraction.

7.1.2 Concrete that will be subject to freezing and thawing in a moist condition, intended to have low permeability to water or be exposed to deicing salts, brackish water, sea water, or spray from these sources shall conform to the requirements of Table 5.

7.2 Corrosion Protection

7.2.1 When reinforced concrete will be exposed to chloride from deicing salts, brackish water, sea water, or spray from these sources, requirements of Table 5 for water-cement ratio or concrete strength and minimum concrete cover requirements of Clause 13.7 shall be satisfied.

۱) برای رواداریهای اندازه‌های بالاتر از حداکثر اندازه‌های اسمی به ASTM C33 مراجعه شود.

۲) این مقادیر هوا به کل مخلوط با توجه به اندازه سنگدانه‌های قبلی اعمال می‌شود. با این حال در موارد آزمایش اینگونه بتن‌ها، سنگدانه‌های بزرگتر از ۳۷/۵ میلیمتر بصورت دستی یا با الک کردن جدا شده و هوای موجود روی قسمت کمتر از ۳۷/۵ میلیمتر مخلوط تعیین می‌شود. (رواداری هوای موجود برای این مقدار در نظر گرفته می‌شود) هوای موجود در کل مخلوط از روی مقدار تعیین شده قسمت کمتر از ۳۷/۵ میلیمتر مشخص می‌شود.

۷-۱-۲ بتنی که تحت تأثیر یخ‌زدگی و آب‌شدگی در هوای مرطوب خواهد بود و دارای نفوذ پذیری کم در برابر آب یا در معرض شورزدن، آب شور، آب دریا یا پاشیده شدن آنها باشد باید الزامات جدول ۵ را برآورده نماید.

۷-۲ حفاظت در برابر خوردگی

۷-۲-۱-۲ در مواردیکه بتن مسلح در معرض کلریدهای نمکهای یخ زدا، آب شور، آب دریا یا پاشش آنها قرار دارد، الزامات جدول ۵ برای نسبت آب به سیمان یا مقاومت بتن و حداقل پوشش لازم براساس بند ۱۳-۷ باید برآورده شود.

TABLE 5 - REQUIREMENTS FOR SPECIAL EXPOSURE CONDITIONS

جدول ۵- الزامات شرایط محیطی ویژه

EXPOSURE CONDITION شرایط محیطی	MAXIMUM WATER-CEMENT RATIO, NORMAL WEIGHT CONCRETE حداکثر نسبت آب به سیمان در بتن معمولی	MINIMUM f'_c NORMAL-WEIGHT AND LIGHT-WEIGHT CONCRETE حداقل f'_c برای بتن معمولی و بتن سبک
Concrete intended to have low permeability when exposed to water بتن دارای نفوذپذیری کم در معرض آب	0.50	28
Concrete exposed to freezing and thawing in a moist condition بتن در معرض یخ زدگی و آب شدگی در هوای مرطوب	0.45	31
For corrosion protection for reinforced concrete exposed to deicing salts, brackish water, seawater or spray from these sources برای حفاظت آرماتورهای بتن در برابر خوردگی ناشی از نمک های یخ زدا، آب شور، آب دریا یا پاشش آنها	0.40*	35*

To be continued

ادامه دارد

TABLE 5 – Continued

ادامه جدول ۵

EXPOSURE CONDITION شرایط محیطی	MAXIMUM WATER-CEMENT RATIO, NORMAL WEIGHT CONCRETE حداکثر نسبت آب به سیمان در بتن معمولی	MINIMUM f'_c NORMAL-WEIGHT AND LIGHT-WEIGHT CONCRETE حداقل f'_c برای بتن معمولی و بتن سبک
Frost-resistant concrete Thin sections and any concrete exposed to deicing salts All other structures	0.45 0.50	30 28
Placing concrete under water	0.45	Not less than 350 kg of cement per cubic meter حداقل ۳۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب

***Note:**

If minimum concrete cover required by Clause 13.7 is increased by 10 mm, water-cement ratio may be increased to 0.45 for normal density concrete, or f'_c reduced to 30 MPa for light-weight concrete.

7.2.2 For corrosion protection, maximum water soluble chloride ion concentrations in hardened concrete at ages from 28 to 42 days contributed from the ingredients including water, aggregates, cementitious materials and admixtures shall not exceed the limits of Table 6.

When testing is performed to determine water soluble chloride ion content, test procedures shall conform to ASTM C1218.

*** یادآوری:**

در صورتیکه حداقل پوشش بتن مورد نیاز براساس بند ۱۳-۷ به ۱۰ میلیمتر افزایش یابد می‌توان نسبت آب به سیمان را برای بتن با وزن مخصوص معمولی به ۰٫۴۵ افزایش یا f'_c را برای بتن سبک به ۳۰ مگاپاسکال کاهش داد.

۲-۲-۷ برای حفاظت بتن در برابر خوردگی، حداکثر یون کلر محلول در بتن سخت شده در سن ۲۸ تا ۴۲ روزه که شامل اجزاء تشکیل دهنده مانند آب، سنگدانه ها، سیمان و افزودنی‌ها می‌باشد نباید از محدودیت‌های جدول ۶ فراتر رود.

مراحل آزمایش تعیین یون کلر محلول در آب باید منطبق بر استاندارد ASTM C1218 باشد.

TABLE 6- MAXIMUM CHLORIDE ION CONTENT FOR CORROSION PROTECTION

جدول ۶- حداکثر میزان یون کلر برای حفاظت در برابر خوردگی

TYPE OF MEMBER نوع عضو	MAXIMUM WATER SOLUBLE CHLORIDE ION (Cl-) IN CONCRETE, PERCENT BY WEIGHT OF CEMENT حداکثر یون کلر محلول در آب بتن (درصد از وزن سیمان)
Prestressed concrete بتن پیش تنیده	0.06
Reinforced concrete exposed to chloride in service بتن مسلح در معرض یون کلر طی بهره برداری	0.15
Reinforced concrete that will be dry or protected from moisture in service بتن مسلح که طی بهره برداری تحت شرایط خشک خواهد بود یا در برابر رطوبت محافظت می شود	1.00
Other reinforced concrete construction سایر ساختمانهای بتن مسلح	0.30

7.3 Sulfate Exposure

7.3.1 Concrete to be exposed to sulfate-containing solutions or soils shall conform to requirements of Table 7, or be made with cement that provides sulfate resistance when used in concrete with maximum water-cement ratio and minimum compressive strength from Table 7.

7.3.2 Calcium chloride as an admixture shall not be used in concrete to be exposed to severe or very severe sulfate containing solutions, as defined in Table 7.

۳-۷ بتن در معرض سولفات ها

۳-۷-۱ بتن در معرض محلولهای سولفاتی یا خاک باید الزامات جدول ۷ را برآورده نماید یا با سیمان ضد سولفات در بتن با حداکثر نسبت آب به سیمان و حداقل مقاومت فشاری مندرج در جدول ۷ ساخته شود.

۳-۷-۲ براساس جدول ۷، کلرید کلسیم به عنوان ماده افزودنی، نباید در بتن در معرض شرایط شدید یا خیلی شدید محلولهای سولفاتی بکار رود.

TABLE 7 - REQUIREMENTS FOR CONCRETE EXPOSED TO SULFATE-CONTAINING SOLUTIONS

جدول ۷- الزامات بتن در معرض محلول های سولفاتی

SULFATE EXPOSURE در معرض سولفاتها	WATER SOLUBLE SULFATE (SO ₄) IN SOIL, PERCENT BY WEIGHT مقدار سولفات (محلول در آب) خاک بر حسب درصد وزنی	SULFATE (SO ₄) IN WATER ppm سولفات موجود در آب بر حسب ppm	CEMENT TYPE نوع سیمان	MAXIMUM WATER-CEMENT RATIO, BY WEIGHT ⁽¹⁾ , NORMALWEIGHT CONCRETE حداکثر نسبت آب به سیمان برای بتن معمولی	MINIMUM COMPRESSIVE STRENGTH f'_c MPa ⁽¹⁾ NORMALWEIGHT AND LIGHTWEIGHT CONCRETE حداقل مقاومت فشاری f'_c MPa ⁽¹⁾ برای بتن معمولی و بتن سبک
Negligible ناچیز	0.00-0.10	0 – 150	----	----	----

To be continued

ادامه دارد

TABLE 7 – Continued

ادامه جدول ۷

Moderate ⁽²⁾ معمولی	0.10-0.20	150 – 1500	II and I	0.50	28
Severe شدید	0.20-2.00	1500 – 10000	V	0.45	31
Very severe خیلی شدید	Over 2.00	Over 10000	V plus pozzolan ⁽³⁾ نوع V بعلاوه پوزولان	0.45	31

1) Lowest applicable maximum water-cement ratio or higher applicable minimum strength may be required for low permeability or for protection against corrosion of embedded items or freezing and thawing.

2) Seawater.

3) Pozzolan that has been determined by test or service record to improve sulfate resistance when used in concrete containing Type V cement.

۱) برای کاهش نفوذپذیری یا حفاظت از خوردگی قطعات کار گذاشته شده در بتن یا حفاظت در مقابل یخزدگی و آب شدگی ممکن است پایین‌ترین نسبت عملی آب به سیمان یا حداقل مقاومت فشاری بالاتر ضروری باشد.

۲) آب دریا.

۳) پوزولان که نوع آن با توجه به آزمایش یا سوابق بهره‌برداری تعیین شده، برای بهبود مقاومت در برابر سولفات‌ها با سیمان نوع V در بتن بکار می‌رود.

7.4 Water-Cement Ratio

7.4.1 For placeability, finishability, abrasion resistance, and durability in flatwork, with regard to aggregate size, the quantity of cement to be used should be not less than shown in Table 8.

۴-۷ نسبت آب به سیمان

۴-۷ برای قابلیت قالب‌گیری، پرداخت، مقاومت در برابر سایش و دوام سطوح تخت، مقدار سیمان مصرفی با توجه به اندازه سنگدانه‌ها نباید کمتر از مقادیر جدول ۸ باشد.

TABLE 8 - MINIMUM CEMENT REQUIREMENTS FOR CONCRETE USED IN FLATWORK

جدول ۸ - حداقل سیمان مصرفی برای بتن مورد استفاده در سطوح تخت

MAXIMUM SIZE OF AGGREGATE, حداکثر اندازه سنگدانه mm	CEMENT, سیمان kg/m ³
28	282
25	312
19	324
12.5	354
9.5	366

7.4.2 The minimum cement content of concrete mixtures exposed to freezing and thawing in the presence of deicing chemicals shall be 252 kg of cement meeting ASTM C 150 or C 595 per m³ of concrete.

7.4.3 The water-cement ratio required in Tables 5 and 7 shall be calculated using the mass of cement meeting ASTM C 150 or C 595 plus the weight of fly ash or pozzolan meeting ASTM C 618 and/or slag meeting ASTM C 989, if any.

7.5 Concrete for Wear Resistance

7.5.1 Aggregate of up to 4 mm particle size shall consist mainly of quartz or materials of at least equivalent hardness and coarser particles, of natural or artificial stone possessing high wear resistance. The aggregate grading should be such that it is as coarse as possible.

Provisions for obtaining abrasion resistance concrete surface are referred to ACI 201 chapter (3).

7.5.2 Concrete for exposure to service temperatures up to 250°C shall be made with aggregates which have proved suitable in accordance with relative Clause of ASTM for exposure to such temperatures. The concrete should be allowed to dry out before it is heated for the first time, the latter being performed as slowly as possible.

7.6 Shotcrete

7.6.1 Shotcrete is process, by which concrete or mortar is sprayed onto a surface to produce a compacted self supporting and bearing Layer, depending on the addition of water to the mix, distinction as made between the dry process and the wet process.

For more information see Iranian national concrete code Publication no. 120 of management and planning organization part 7-7 and ACI 506.2(specification for shotcrete).

8. CONCRETE QUALITY, MIXING AND PLACING

8.1 General

8.1.1 Concrete shall be proportioned to provide an average compressive strength $f'_{c,r}$ as prescribed in Section 5.3.2 of ACI 318M as well as satisfy the durability criteria of Clause 7.

۷-۴-۲ حداقل سیمان لازم برای بتن در معرض یخزدگی و آب‌شدگی در حضور مواد شیمیائی یخ زدا باید ۲۵۲ کیلوگرم سیمان با استاندارد ASTM C 150 یا C 595، در هر مترمکعب بتن باشد.

۷-۴-۳ برای محاسبه نسبت آب به سیمان لازم در جداول ۵ و ۷ باید جرم سیمان براساس ASTM C 150 یا C 595 به علاوه وزن خاکستر بادی یا پوزولان براساس ASTM C 618 و یا سرباره براساس ASTM C 989 (در صورت وجود) محاسبه شود.

۷-۵ بتن ضد سایش

۷-۵-۱ سنگدانه‌های با اندازه تا ۴ میلیمتر باید عمدتاً از کوارتز یا مصالحی با حداقل سختی مشابه آن و ذرات درشت تر از سنگهای طبیعی یا مصنوعی با مقاومت سایشی بالا تشکیل شده باشند سنگدانه‌ها باید تا حد ممکن درشت دانه باشد.

ملاحظات مربوط به دستیابی به سطوح بتن مقاوم در برابر سایش در فصل 3 استاندارد ACI 201 آمده است.

۷-۵-۲ بتنی که در معرض حرارت تا دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد قرار می‌گیرد، باید از سنگدانه‌های مناسب براساس ASTM مربوطه تهیه شود. پیش از اولین حرارت دیدن باید به بتن اجازه داد تا حدی که ممکن است به آرامی خشک شود.

۷-۶ بتن پاشی

۷-۶-۱ بتن پاشی، فرآیند پاشیدن بتن یا ملات روی یک سطح جهت ایجاد یک لایه مقاوم و متراکم می‌باشد که براساس چگونگی اضافه کردن آب به مخلوط، به دو نوع فرآیند خشک یا تر تقسیم میشود.

برای اطلاعات بیشتر به نشریه ۱۲۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی بخش ۷-۷ و یا مشخصات بتن‌پاشی در استاندارد ACI 506.2 مراجعه شود.

۸- کیفیت بتن، اختلاط و بتن ریزی

۸-۱ عمومی

۸-۱-۱ نسبت اختلاط بتن باید تأمین کننده میانگین مقاومت فشاری $f'_{c,r}$ مطابق بند 5.3.2 استاندارد ACI 318M و همچنین معیار دوام در بند ۷ باشد.

Concrete shall be produced to minimize the frequency of strengths tests below f'_c as prescribed in 9.2.3.

For concrete designed and constructed in accordance with the code, f'_c shall not be less than 17MPa .

8.1.2 Requirements for f'_c shall be based on tests of cylinders made and tested as prescribed in 9.2

8.1.3 Unless otherwise specified, f'_c shall be based on 28-day tests. If other than 28 days, test age for f'_c shall be as indicated in design drawings or specifications.

8.1.4 Where design criteria in [IPS-E-CE-200](#) provide for use of a splitting tensile strength value of concrete, laboratory tests shall be made in accordance with "Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete" (ASTM C330) to establish value of f_{ct} corresponding to specified value of f'_c .

8.1.5 Splitting tensile strength tests shall not be used as a basis for field acceptance of concrete.

8.2 Selection of Concrete Proportions

8.2.1 Proportions of materials for concrete shall be established to provide:

- a) Workability and consistency to permit concrete to be worked readily into forms and around reinforcement under conditions of placement to be employed, without segregation or excessive bleeding.
- b) Resistance to special exposures as required by Clause 7.
- c) Conformance with strength test requirements of Clause 9.8.

8.2.2 Where different materials are to be used for different portions of proposed work, each combination shall be evaluated.

8.2.3 Concrete proportions, shall be established on the basis of field experience and/or trial mixtures specified in Section 5.3 of ACI 318M, or alternatively, Section 5.4 of the same Code and shall meet applicable requirements of Clause 7 of this Standard.

تولید بتن باید بنحوی باشد که تعداد آزمایشهای مقاومت با نتایج پایین تر از f'_c تعیین شده در بند ۹-۲-۳ را به حداقل برساند.

برای بتن طراحی و ساخته شده براساس آئین نامه ACI، f'_c نباید کمتر از ۱۷ مگاپاسکال باشد.

۸-۱-۲ الزامات f'_c باید براساس آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای مطابق بند ۹-۲ صورت گیرد.

۸-۱-۳ آزمایش تعیین f'_c براساس آزمایشهای ۲۸ روزه می‌باشد مگر آنکه در مدارک مدت دیگری تعیین شده باشد که در اینصورت سن آزمایش مطابق آنچه که در نقشه ها یا مشخصات فنی ذکر شده است خواهد بود.

۸-۱-۴ درمواردیکه در معیارهای طراحی در [IPS-E-CE-200](#) مقاومت کششی بتن بکار می‌رود، آزمایشهای آزمایشگاهی باید براساس ASTM C330 "مشخصات برای سنگدانه‌های سبک جهت بتن سازه‌ای" برای تعیین f_{ct} متناظر با f'_c مشخص شده انجام شود.

۸-۱-۵ آزمایشهای مقاومت کششی نباید به عنوان مبنای پذیرش بتن بکار روند.

۸-۲ انتخاب نسبت های اختلاط بتن

۸-۲-۱ نسبتهای مصالح برای ساخت بتن باید تأمین کننده موارد زیر باشد:

الف) کارآیی و یکنواختی، تا امکان بتن ریزی داخل قالبها و اطراف آرماتورها تحت شرایط محل بتن ریزی بدون جدایی اجزاء و شیره بتن فراهم شود.

ب) مقاومت در برابر شرایط محیطی ویژه مذکور در بند ۷.

ج) تطابق با الزامات آزمایش مقاومت براساس بند ۹-۸.

۸-۲-۲ درمواردیکه مصالح متفاوت برای اجزاء مختلف یک کار استفاده می‌شوند هر ترکیب باید جداگانه ارزیابی شود.

۸-۲-۳ نسبتهای اختلاط بتن باید بصورت تجربی و یا از اختلاطهای آزمایشی مشخص شده در قسمت 5.3 استاندارد ACI 318M یا قسمت 5.4 همان استاندارد، استفاده شود و الزامات موجود در بند ۷ این استاندارد را نیز تأمین نماید.

9. EVALUATION AND ACCEPTANCE OF CONCRETE

9.1 Frequency of Testing

9.1.1 Samples for strength tests of each class of concrete placed each day shall be taken not less than once a day, nor less than once for each 110 m³ of concrete, nor less than once for each 460m² of surface area for slabs or walls.

9.1.2 On a given project, if total volume of concrete is such that frequency of testing required by 9.1.1 would provide less than five strength tests for given class of concrete, tests shall be made from at least five randomly selected batches or from each batch if fewer than five batches are used.

9.1.3 A strength test shall be the average of the strength of two cylinders made from the same sample of concrete and tested at 28 days or at test age designated for determination of f'_c .

9.2 Laboratory-Cured Specimens

9.2.1 Samples for strength tests shall be taken in accordance with "Standard Method of Sampling Freshly Mixed Concrete" (ASTM C 172).

9.2.2 Cylinders for strength tests shall be molded and laboratory cured in accordance with "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31) and tested in accordance with "Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens" (ASTM C 39).

9.2.3 Strength level of an individual class of concrete shall be considered satisfactory if both of the following requirements are met:

a) Average of all sets of three consecutive strength tests equal or exceed f'_c .

b) No individual strength test (average of two cylinders) falls below f'_c by more than 3.5 MPa when f'_c is 35MPa or less; or by more than 0.1 f'_c when f'_c is more than 35MPa.

۹- ارزیابی و پذیرش بتن

۹-۱ تواتر آزمایش

۹-۱-۱ نمونه‌گیری آزمایشهای مقاومت برای هر رده از بتن که روزانه بتن ریزی می‌شود نباید کمتر از یکبار در روز و کمتر از یکبار از هر ۱۱۰ مترمکعب بتن ریزی و حداقل یکبار برای هر ۴۵۰ مترمربع بتن ریزی دیوارها و دالها انجام شود.

۹-۱-۲ چنانچه در پروژه‌ای حجم بتن به میزانی باشد که تعداد آزمایشهای مطابق بند ۹-۱-۱ از پنج آزمایش مقاومت برای هر رده بتن کمتر باشد، باید پنج نمونه تصادفی از محموله‌های منتخب و یا اگر تعداد محموله کمتر از پنج باشد از هر محموله یک نمونه گرفته شود.

۹-۱-۳ آزمایش مقاومت، میانگین مقاومت دو نمونه استوانه‌ای می‌باشد که از بتن مشابه تهیه شده اند و پس از ۲۸ روز یا سن مشخص شده برای تعیین f'_c مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۹-۲ عمل آوری آزمایشگاهی نمونه‌ها

۹-۲-۱ نمونه‌های آزمون مقاومت باید براساس روش "استاندارد نمونه گیری از بتن تازه مخلوط شده" (ASTM C 172) صورت پذیرد.

۹-۲-۲ نمونه‌های استوانه‌ای برای آزمون مقاومت باید براساس "ضوابط استاندارد اجرایی برای ساختن و عمل آوری نمونه‌های بتنی در کارگاه" (ASTM C 31) قالب گیری و در آزمایشگاه عمل آوری شوند و براساس روش آزمون استاندارد برای مقاومت فشاری بتن استوانه‌ای" (ASTM C 39) آزمایش شوند.

۹-۲-۳ چنانچه هر دو شرط زیر برقرار باشند درجه مقاومت بتن با رده خاص مورد پذیرش می‌باشد:

الف) میانگین مقاومت هر سه نمونه متوالی برابر یا بیشتر از f'_c باشد.

ب) هیچ آزمون مقاومت (میانگین مقاومت دو نمونه استوانه‌ای) هنگامی که f'_c برابر یا کمتر از ۳۵ مگا پاسکال است، بیش از ۳/۵ مگا پاسکال کمتر از f'_c نباشد یا هنگامی که f'_c بیش از ۳۵ مگا پاسکال است، بیش از ۰/۱ f'_c کمتر از f'_c نباشد.

9.2.4 If either of the requirements of 9.2.3 are not met, steps shall be taken to increase the average of subsequent strength test results. Requirements of 9.4. shall be observed if requirement of 9.2.3 (b) is not met.

9.3 Field-Cured Specimens

9.3.1 The AR may require strength tests of cylinders cured under field conditions to check adequacy of curing and protection of concrete in the structure.

9.3.2 Field-cured cylinders shall be cured under field conditions in accordance with "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C 31M).

9.3.3 Field-cured test cylinders shall be molded at the same time and from the same samples as laboratory-cured test cylinders.

9.3.4 Procedures for protecting and curing concrete shall be improved when strength of field-cured cylinders at test age designated for determination of f'_c is less than 85 percent of that of companion laboratory-cured cylinders. The 85 percent limitation shall not apply if field-cured strength exceeds f'_c by more than 3.5 MPa.

9.4 Investigation of Low-Strength Test Results

9.4.1 If any strength test (Clause 9.1.3) of laboratory-cured cylinders falls below specified value of f'_c by more than value given in Clause 9.2.3(b) or if tests of field-cured cylinders indicate deficiencies in protection and curing (Clause 9.3.4), steps shall be taken to assure that load-carrying capacity of the structure is not jeopardized.

9.4.2 If the likelihood of low-strength concretes is confirmed and computations indicate that load-carrying capacity may have been significantly reduced, tests of cores drilled from the area in question may be required in accordance with "Standard Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete" (ASTM C 42). In such case, three cores shall be taken for each strength test more than value given in Clause 9.2.3(b) below specified value of f'_c .

۴-۲-۹ در صورتیکه الزامات ۳-۲-۹ برآورده نشود، گامهایی جهت افزایش میانگین نتایج آزمون باید برداشته شود. در صورتیکه بند (ب) ۳-۲-۹ برآورده نشود الزامات ۴-۹ باید مدنظر قرار گیرد.

۳-۹ عمل آوری کارگاهی نمونه ها

۱-۳-۹ کارفرما می‌تواند جهت کنترل کفایت عمل آوری و نگهداری بتن سازه، آزمون مقاومت را روی نمونه‌های سیلندری عمل آوری شده در شرایط کارگاه درخواست کند.

۲-۳-۹ نمونه‌های استوانه‌ای عمل آوری شده در کارگاه باید در شرایط کارگاه و براساس "استاندارد کاربردی برای ساخت و عمل آوری نمونه‌های آزمون بتن در کارگاه" (ASTM C 31M) عمل آوری شوند.

۳-۳-۹ نمونه‌های استوانه‌ای عمل آوری شده در کارگاه باید در یک زمان و از همان بتن نمونه‌های استوانه‌ای آزمایشگاهی تهیه شوند.

۴-۳-۹ در مواردیکه مقاومت نمونه‌های استوانه‌ای عمل آوری شده در کارگاه در سن مشخص شده برای تعیین f'_c کمتر از ۸۵ درصد نمونه‌های استوانه‌ای عمل آوری شده در آزمایشگاه باشد، فرآیند نگهداری و عمل آوری بتن باید اصلاح شود. اگر مقاومت نمونه عمل آوری شده در کارگاه ۳/۵ مگا پاسکال بیش از f'_c شود، محدودیت ۸۵ درصد اعمال نمی‌شود.

۴-۹ بررسی نتایج آزمایشهای بتن با مقاومت پایین

۱-۴-۹ اگر مقاومت هریک از نمونه‌های استوانه‌ای عمل آوری شده در آزمایشگاه (بخش ۳-۱-۹) در مقایسه با f'_c ، بمیزان بیش از مقادیر بند (ب) ۳-۲-۹ کاهش داشته باشد یا اگر آزمون نمونه استوانه‌ای عمل آوری شده در کارگاه (طبق بند ۴-۳-۹) نشان دهنده نقص در نگهداری و عمل آوری باشد، باید گامهایی جهت اطمینان از به خطر نیفتادن ظرفیت باربری سازه برداشته شود.

۲-۴-۹ اگر احتمال کلی از کاهش مقاومت بتن وجود داشته و محاسبات نشان دهد که ظرفیت باربری سازه ممکن است به طور بارزی کاهش یافته باشد، آزمون مغزه‌گیری از نواحی مورد سؤال براساس "روش استاندارد آزمون و فراهم کردن مغزه و قطعات بریده شده بتنی" طبق (ASTM C 42) باید انجام شود. در این حالت باید برای هریک از آزمایشات با مقاومت کمتر از f'_c بمیزان بیش از مقادیر بیان شده در بند (ب) ۳-۲-۹ سه مغزه گرفته شود.

9.4.3 Cores shall be prepared for transport and storage by wiping drilling water from their surfaces and placing the cores in watertight bags or containers immediately after drilling. Cores shall be tested no earlier than 48 hours and not later than 7 days after coring unless approved by AR.

9.4.4 Concrete in an area represented by core tests shall be considered structurally adequate if the average of three cores is equal to at least 85 percent of f'_c and if no single core is less than 75 percent of f'_c . Additional testing of cores extracted from locations represented by erratic core strength results shall be permitted.

9.4.5 If criteria of 9.4.4 are not met, and if structural adequacy remains in doubt, the AR may order load tests as outlined in section 20 of ACI 318 M for the questionable portion of the structure, or take other appropriate action.

9.5 Preparation of Equipment and Place of Deposit

9.5.1 preparation before concrete placement shall include the following:

- a) All equipment for mixing and transporting concrete shall be clean.
- b) All debris and ice shall be removed from spaces to be occupied by concrete.
- c) Forms shall be properly coated.
- d) Masonry filler units that will be in contact with concrete shall be well drenched.
- e) Reinforcement shall be thoroughly clean of ice or other deleterious coating.
- f) Water shall be removed from place of deposit before concrete is placed unless a tremie is to be used, or unless otherwise permitted by the AR.
- g) All laitance and other unsound material shall be removed before additional concrete is placed against hardened concrete.

9.6 Mixing

9.6.1 All concrete shall be mixed until there is a uniform distribution of materials and shall be discharged completely before mixer is recharged.

۳-۴-۹ آب سوراخکاری مغزه‌ها باید از سطوح آن خشک شود و با قرار دادن آنها در کیسه‌های ضد آب یا جعبه‌های محافظ بلافاصله بعد از مته‌کاری برای حمل و نقل و انبار کردن آماده شوند. آزمایش روی مغزه‌ها نباید زودتر از ۴۸ ساعت و دیرتر از ۷ روز از مغزه‌گیری انجام شود مگر با تأیید کارفرما.

۴-۴-۹ در صورتیکه میانگین سه مغزه حداقل برابر با ۸۵ درصد f'_c باشد و هیچیک از مغزه‌ها کمتر از ۷۵ درصد f'_c نباشد. بتن مغزه‌گیری شده از نظر سازه ای کفایت لازم را دارد. انجام آزمایشهای تکمیلی از نواحی مغزه‌گیری شده با نتایج مقاومتی غیر معقول مجاز است.

۵-۴-۹ در صورتیکه ضوابط ۴-۴-۹، برآورد نشده و اگر کفایت سازه‌ای مورد تردید باشد، کارفرما می‌تواند دستور آزمون بارگذاری را مطابق قسمت 20 استاندارد ACI 318 M برای بخش مورد تردید سازه انجام داده یا سایر اقدامات مقتضی را به عمل آورد.

۵-۹ آماده سازی تجهیزات و محل بتن ریزی

۱-۵-۹ آماده سازی تجهیزات زیر باید قبل از بتن ریزی انجام شود:

- الف) تمام تجهیزات اختلاط و حمل بتن باید تمیز باشند.
- ب) تمام نخاله‌ها و یخ باید از محل بتن ریزی خارج شوند.
- ج) قالبها باید کاملاً پوشش شوند.
- د) اعضای بنایی پرکننده که در تماس با بتن خواهند بود باید به خوبی مرطوب شوند.
- ه) آرماتورها باید از یخ و سایر مواد زائد به طور کامل پاک شوند.
- و) آب باید قبل از ریختن بتن از محل بتن ریزی خارج شود، مگر این که از قیف بتن ریزی در زیر آب استفاده شود یا کارفرما روش دیگری را تأیید کند.
- ز) پیش از بتن ریزی در مجاورت بتن سخت شده قبلی باید تمامی شیره بتن قبلی و مواد مضر دیگر برطرف شود.

۶-۹ اختلاط

۱-۶-۹ مخلوط کردن بتن باید تا زمانی که همه مواد بصورت یکنواخت مخلوط نشده‌اند ادامه یابد و کل بتن باید پیش از پر شدن مجدد مخلوط‌کن با مواد جدید، تخلیه شود.

9.6.2 Ready-mixed concrete shall be mixed and delivered in accordance with requirements of "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete" (ASTM C 94) or "Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing" (ASTM C 685).

9.6.3 Job-mixed concrete shall be mixed in accordance with the following:

a) Mixing shall be done in a batch mixer of approved type.

b) Mixer shall be rotated at a speed recommended by the manufacturer.

c) Mixing shall be continued for at least 1-1/2 min after all materials are in the drum, unless a shorter time is shown to be satisfactory by the mixing uniformity tests of "Standard Specification for Ready-Mixed Concrete" (ASTM C 94).

d) Materials handling, batching, and mixing shall also conform to applicable provisions of ASTM C 94.

e) A detailed record shall be kept to identify:

- 1) number of batches produced;
- 2) proportions of materials used;
- 3) approximate location of final deposit in structure;
- 4) time and date of mixing and placing.

9.6.4 Normally, mechanical means shall be used for concrete mixing, and hand mixing shall only be allowed for small works, if approved by the AR.

9.6.5 Concrete mixing equipment shall be sufficient for size of the structures to be constructed and the concreting schedules, taking also into account the need to ensure continuous concreting for each structure.

9.6.6 Mechanical means shall be used for measuring concrete materials, and the concrete composition shall be constant and identical with those that proved to be optimum during the trial mixing for each class of concrete.

۹-۶-۲ بتن آماده باید براساس الزامات "مشخصات استاندارد برای بتن آماده" (ASTM C 94) یا "مشخصات استاندارد برای بتن ساخته شده توسط بچینگ و مخلوط کن" (ASTM C 685) ساخته شود.

۹-۶-۳ اختلاط بتن ساخته شده در پای کار باید براساس موارد زیر انجام شود:

الف) اختلاط باید در مخلوط کن پیمانانه ای تأیید شده، انجام شود.

ب) مخلوط کن باید با سرعت توصیه شده توسط سازنده بچرخد.

ج) عملیات اختلاط باید برای حداقل ۱/۵ دقیقه بعد از ریختن تمام مصالح به داخل مخلوط کن ادامه یابد مگر اینکه براساس آزمایش یکنواختی اختلاط طبق "مشخصات استاندارد برای بتن آماده" (ASTM C 94) زمان کوتاهتری کافی باشد.

د) جابجائی، دسته بندی و اختلاط مصالح باید طبق موارد مرتبط با دستورالعمل ASTM C 94 انجام شود.

ه) جزئیات ثبت شده، باید بایگانی شده و شامل موارد زیر باشد:

۱) تعداد دفعات ساختن بتن؛

۲) نسبت مصالح مصرفی؛

۳) محل تقریبی بتن ریزی در سازه؛

۴) زمان و تاریخ اختلاط و بتن ریزی.

۹-۶-۴ عموماً، برای اختلاط بتن باید از ابزار مکانیکی استفاده نمود و اختلاط دستی در صورت اجازه کارفرما برای کارهای کوچک قابل قبول است.

۹-۶-۵ تجهیزات اختلاط بتن باید برای ابعاد سازه در حال ساخت کافی بوده و برنامه زمان بندی بتن ریزی، اطمینان از توالی عملیات ساخت بتن برای هر سازه را تأمین نماید.

۹-۶-۶ اندازه گیری مصالح بتن باید با وسائل مکانیکی انجام شود و ترکیب بتن باید ثابت و مشابه ترکیب تهیه شده طی اختلاطهای آزمایشی برای هر رده بتن باشد.

9.7 Testing of Concrete

۷-۹ آزمایش بتن

9.7.1 Slump Test

۱-۷-۹ آزمایش اسلامپ

The slump test shall be performed in accordance with ASTM C 143 "Test Method for Slump of Portland Cement Concrete".

آزمایش اسلامپ باید براساس ASTM C 143 "روش آزمایش اسلامپ بتن تهیه شده از سیمان پرتلند" انجام شود.

9.7.1.1 Different slumps are needed for various placements of concrete which is usually indicated in the concrete specifications.

۱-۷-۹-۱ برای انواع بتن ریزی‌ها اسلامپ‌های متفاوت، لازم است که معمولاً در مشخصات بتن ذکر می‌شود.

9.7.1.2 Slumps given in Table 9 are for concrete consolidation by mechanical vibration.

۲-۱-۷-۹ اسلامپ‌های داده شده در جدول ۹ برای بتن متراکم شده توسط لرزاننده مکانیکی می‌باشد.

TABLE 9 - RECOMMENDED SLUMPS FOR VARIOUS TYPES OF CONSTRUCTION

جدول ۹- اسلامپ پیشنهادی برای انواع مختلف سازه

CONCRETE CONSTRUCTION سازه بتنی	SLUMP, mm (اسلامپ (mm))	
	MAXIMUM حداکثر	MINIMUM* حداقل*
Reinforced foundation walls and footings پی ها و دیوارهای مسلح	75	25
Plain footings, caissons, and substructure walls فونداسیون غیر مسلح، کیسون‌ها و دیوارهای زیرسازه	75	25
Beams and reinforced wall تیرها و دیوارهای مسلح	100	25
Building columns ستونهای ساختمان	100	25
Pavements and slabs کفسازی ها و دالها	75	25
Mass concrete بتن حجیم	50	25

* May be increased 25 mm for consolidation by hand methods such as rodding and spading.

* برای روشهای تراکم دستی، برای مثال توسط بیل و میله، می‌تواند ۲۵ میلیمتر افزایش یابد.

9.7.2 Sample test

۲-۷-۹ نمونه گیری

Testing shall include compressive tests of molded concrete cylinders, or cube (ASTM C 309) depending on what the design has been based on and slump tests for consistency.

آزمایش باید شامل آزمونهای مقاومت نمونه های استوانه‌ای یا مکعبی (ASTM C 309) با توجه به مبنای طراحی و آزمون های اسلامپ برای سفتی بتن انجام شود.

9.7.2.1 Compressive test cylinders shall be prepared in sets of three cylinders for all tests. Specimens for each set shall be obtained at the same time and from the same batch of concrete. Tests shall be made for each 60 cubic meter pour or portion thereof. There shall be at least one test (3 specimens) for each day's concreting.

۱-۲-۷-۹ نمونه های استوانه ای آزمون فشار باید در سریهای سه‌تایی برای هر آزمون تهیه شوند. هر سری نمونه باید در یک زمان و از بتن ساخته شده در همان نوبت تهیه شوند. آزمونها باید برای هر ۶۰ مترمکعب بتن ریخته شده یا بخشی از آن انجام شود. لازم است حداقل یک آزمون (سه نمونه) برای هر روز بتن ریزی انجام شود.

9.7.2.2 Samples from which compression test specimens are molded shall be secured in accordance with "Standard Method of Sampling Freshly Mixed Concrete" (ASTM C172).

Specimens made to check the adequacy of the proportions for strength of concrete or as a basis for acceptance of concrete shall be made and laboratory cured in accordance with "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field" (ASTM C31).

9.7.2.3 Each set of cylinders shall be tested as follows:

One cylinder at 7 days and,

Two cylinders at 28 days for acceptance.

9.7.2.4 The strength level of the concrete will be considered satisfactory so long as the averages of all sets of (3) three consecutive strength test results equal or exceed the specified 28 day crushing strength, and no individual strength test result falls below the specified strength by more than 2.5 MPa.

10. HANDLING, WORKING AND CURING OF CONCRETE

10.1 Handling of Concrete on Site

a) The method of concrete conveyance (e.g. by skip, conveyor belt, pumping, compressed air) and the composition of the concrete shall be coordinated so as to prevent segregation.

b) Conveying equipment shall be capable of providing a supply of concrete at site of placement without separation of ingredients and without interruptions sufficient to permit loss of plasticity between successive increments

c) Segregation shall also be prevented when concrete is poured into column or wall formwork, one way of achieving this being to pour the concrete through downpipes which terminate only a short distance above the point of deposit.

d) The use of pipes made of light metal is not permitted for pumping purposes.

e) The layout of pipes for conveying pumpable concrete shall be such as to ensure an uninterrupted flow of concrete through the pipes. Where concrete is conveyed by conveyor belt, scrapers and devices for holding

۹-۷-۲-۲ نمونه‌هایی که برای آزمون فشار، تهیه شده‌اند باید براساس "روش استاندارد نمونه گیری از بتن تازه مخلوط شده" (ASTM C172) محافظت شوند.

نمونه‌های لازم برای کنترل کفایت نسبت‌های مقاومت بتن یا به عنوان مبنای پذیرش بتن باید طبق "ضوابط اجرایی استاندارد برای تهیه و عمل آوری نمونه های آزمایش بتن در کارگاه" (ASTM C31) تهیه و در آزمایشگاه عمل آوری شوند.

۹-۷-۲-۳ هر سری از نمونه‌های استوانه‌ای باید بشرح زیر آزمایش شوند:

یک نمونه در روز هفتم.

دو نمونه در روز بیست و هشتم برای پذیرش.

۹-۷-۲-۴ سطح مقاومت بتن در صورتی قابل قبول تلقی خواهد شد که میانگین نتایج تمام سریهای سه‌تایی متوالی برابر یا بیش از مقاومت مشخصه، شکست ۲۸ روزه باشد و هیچیک از نتایج مقاومت مشخصه بیش از ۲/۵ مگاپاسکال پایین تر از مقاومت تعیین شده نباشد.

۱۰- جابجائی، ساخت و عمل آوری بتن

۱۰-۱ جابجائی بتن در کارگاه

الف) روش جابجایی بتن (برای مثال: سطل، نوار نقاله، پمپ کردن و هوای فشرده) و ترکیبات آن باید بنحوی باشد که از جدایی اجزاء جلوگیری شود.

ب) تجهیزات انتقال باید توانایی انتقال بتن به محل بتن ریزی را بدون جدایی اجزاء و بدون وقفه‌ای که باعث از دست دادن حالت روانی شود، داشته باشند.

ج) همچنین باید از جدا شدن اجزاء هنگامیکه بتن داخل قالبهای ستون یا دیوار ریخته می‌شود، جلوگیری شود. یک روش برای تأمین این منظور، بتن ریزی توسط نودانی‌هایی است که در فاصله کمی از محل بتن ریزی، بتن را تخلیه می‌کند.

د) استفاده از لوله‌های فلزی سبک به منظور پمپ کردن بتن مجاز نمی‌باشد.

ه) استقرار لوله‌های حمل بتن قابل انتقال با پمپ باید بصورتی باشد که جریان بتن بدون قطع را در داخل لوله‌ها تأمین نماید. در مواردیکه بتن توسط نوار نقاله حمل می‌شود، باید دستگاہها و ادواتی برای نگهداری بتن در

the concrete together shall be provided at the throw-off point.

نقطه انتهایی فراهم شود.

f) When placing concrete, care shall be taken that any reinforcement, fittings, or formwork surfaces, etc. in position for a later concreting phase do not become encrusted with concrete.

و) هنگام بتن ریزی باید آرماتورها، اتصالات یا سطوح قالبها و غیره که برای مرحله بعدی بتن ریزی آماده شده‌اند، با بتن آغشته نشوند.

10.2 Depositing

۱-۲-۱۰ تخلیه بتن

10.2.1 Concrete shall be deposited as nearly as practical in its final position to avoid segregation due to rehandling or flowing.

۱-۲-۱۰ بتن باید در نزدیکترین فاصله ممکن از موقعیت نهایی آن تخلیه شود تا از جدایی دانه‌ها به دلیل جابجایی و جاری شدن جلوگیری شود.

10.2.2 Concreting shall be carried on at such a rate that concrete is at all times plastic and flows readily into spaces between reinforcement.

۱-۲-۲ سرعت تخلیه بتن باید در حدی باشد که همواره حالت خمیری آن حذف شده و به راحتی بین آرماتورها جریان یابد.

10.2.3 Concrete that has partially hardened or been contaminated by foreign materials shall not be deposited in the structure.

۱-۲-۳ بتنی که تا حدی سفت شده یا با مصالح خارجی آلوده شده است نباید در بتن ریزی سازه بکار رود.

10.2.4 Retempered concrete or concrete that has been remixed after initial set shall not be used unless approved by the AR.

۱-۲-۴ بتنی که بعد از گیرش ابتدایی دوباره مخلوط شده یا آب داده شده است نباید مورد استفاده قرار گیرد مگر با اجازه کارفرما.

10.2.5 After concreting is started, it shall be carried on as a continuous operation until placing of a panel or section, as defined by its boundaries or predetermined joints, is completed except as permitted or prohibited by Clause 12.

۱-۲-۵ بعد از شروع بتن ریزی، عملیات تا تکمیل بتن ریزی تمام قالب یا مقطع باید بدون توقف و تا مرز هر قسمت یا درزهای از پیش تعیین شده ادامه یابد بجز در مواردیکه مطابق بند ۱۲ مجاز یا ممنوع شده است.

10.2.6 Top surfaces of vertically formed lifts shall be generally level.

۱-۲-۶ سطوح بالایی قالب‌های عمودی عموماً باید تراز باشند.

10.2.7 When construction joints are required, joints shall be made in accordance with Clause 12.

۱-۲-۷ هنگامیکه نیاز به درزهای اجرایی باشد، درزها باید طبق بند ۱۲ اجرا شوند.

10.2.8 All concrete shall be thoroughly compacted (consolidated) by suitable means during placement and shall be thoroughly worked around reinforcement and embedded fixtures and into corners of forms.

۱-۲-۸ بتن باید با وسایل مناسب در حین بتن ریزی کاملاً متراکم (تحکیم) شود و به طور کامل اطراف آرماتورها و قطعات کار گذاشته شده و گوشه‌های قالب را پر نماید.

10.3 Working of Concrete

۱-۳-۱۰ اجرای بتن ریزی

10.3.1 Working Time

۱-۳-۱۰ زمان اجرا

Plain concrete shall be worked as soon as possible after mixing, and ready-mixed concrete as soon as possible after delivery. In any event, this shall be before it stiffens or changes in composition. The total time for mixing, transportation and pouring of the concrete should generally not exceed 60 minutes under conditions that prevent segregation and maintain workability.

اجرای بتن غیر مسلح باید به محض اختلاط و برای بتن آماده به محض دریافت بتن انجام شود. تحت هر شرایطی، این امر باید پیش از سفت شدن یا تغییر در ترکیب بتن صورت گیرد. زمان کل اختلاط، حمل و ریختن بتن نباید بیش از ۶۰ دقیقه به طول انجامد ضمن آنکه لازم است از جداسدن اجزاء جلوگیری و کارایی بتن حفظ شود.

10.3.2 Compaction (Consolidation)

۱۰-۳-۲ تراکم (تحکیم)

1) Reinforcing bars shall be densely embedded in concrete, which shall be thoroughly compacted (consolidated) by means of vibration, punning, tamping, rapping of formwork, etc., particularly in corners and along the sides of the formwork.

۱) آرماتورها باید کاملاً در محل خود محکم شوند تا پس از تراکم (تحکیم) بتن از طریق لرزاندن، ضربه زدن، تکان دادن قالب و غیره به ویژه در گوشه‌ها و کناره‌های قالب دچار تغییر نشوند.

2) While compacting (consolidating) by vibration methods, surface vibrators shall move slowly to enable the concrete below to soften while leaving behind them a solid mass. Where powerful surface vibrators are used, the layer of concrete after compaction should be not more than 200 mm deep. Where formwork vibrators are used, it shall be borne in mind that the depth to which they are able to compact the concrete is limited, this also depending on the design of the formwork.

۲) هنگام تراکم (تحکیم) به روشهای ویبره کردن، لرزاندن سطحی باید به آرامی حرکت کرده تا سطح بتن زیرین بشکل نرم درآمده، و بتن زیر آن به توده یکپارچه و سفت تبدیل شود. درمواریکه از لرزاننده‌های سطحی پر قدرت استفاده می‌شود ضخامت لایه بتن بعد از تحکیم نباید بیش از ۲۰۰ میلیمتر باشد. در مواردیکه از لرزاننده‌های قالب استفاده می‌شود، باید توجه داشت عمقی که این لرزاننده‌ها توانایی تراکم بتن را دارند محدود بوده و به طراحی قالب نیز بستگی دارد.

3) Concrete with consistence range of soft to flowing properties may also be compacted (consolidated) by punning, taking care to work the concrete thoroughly to form a solid, void-free mass.

۳) بتن با درجه سفتی نرم تا روان را نیز بشرط ایجاد یک توده یکپارچه و بدون حفره، می‌توان به طریق ضربه زدن متراکم نمود.

4) Tamping may be used for concrete of stiff consistence, the concrete after compaction being not more than 150 mm in depth. Tamping shall preferably be by mechanical means,

۴) روش کوبیدن می‌تواند برای تهیه بتن با درجه سفتی بالا استفاده شود. بتن بعد از کوبیدن نباید بیش از ۱۵۰ میلیمتر عمق داشته باشد. کوبیدن بهتر است توسط وسایل مکانیکی انجام پذیرد.

although hand tamping is also permitted, and shall be carried out until the concrete softens whilst acquiring a closed surface structure. Individual layers should, where possible, be normal to the direction of compression, and tamping shall be in the direction of compression. Where this is not possible, the concrete shall be at least of plastic consistence in order to ensure that there are no tamping joints parallel to the direction of compression.

اگر چه کوبیدن دستی نیز مجاز است و باید تا حد نرم شدن همراه با یکپارچگی سطح ادامه یابد. هر یک از لایه ها باید تا حد امکان عمود بر جهت فشار باشند و کوبیدن در جهت فشار باشد. در مواردیکه این امر امکان پذیر نیست بتن باید حداقل حالت خمیری را جهت اطمینان از عدم وجود درز موازی با جهت فشار، داشته باشد.

5) If no provision is made for construction joints, the time intervals between placing individual layers shall be kept as short as possible since, to achieve an effective bond between layers, no new layer shall be placed on one which has already set. Where immersion vibrators are used, the head shall penetrate into the lower layer, in which compaction has already taken place.

۵) در صورت نبود ضوابطی جهت درزهای ساختمانی، فاصله زمانی بین بتن ریزی لایه‌های مختلف باید به کوتاهترین حد ممکن تقلیل یابد، تا اتصال مؤثری بین لایه‌ها ایجاد شود. از بتن ریزی روی یک لایه از پیش سخت شده باید خودداری کرد. درمواریکه از لرزاننده‌های غوطه‌ور استفاده می‌شود، سر ویبره باید بصورت قائم در لایه زیری که قبلاً متراکم شده، نفوذ کند.

10.4 Curing

10.4.1 Concrete (other than high-early-strength) shall be maintained above 10°C and in a moist condition for at least the first 7 days after placement, except when cured in accordance with 10.4.7.

10.4.2 High-early-strength concrete shall be maintained above 10°C and in a moist condition for at least the first 3 days, except when cured in accordance with 10.4.7.

10.4.3 Until it has sufficiently hardened, concrete shall be protected from harmful effects such as severe cooling or heating, premature drying out (including by wind), leaching out by rain or flowing water, chemical attack, or vibration and impact which may disrupt the concrete and interfere with its bond to the reinforcement. This shall also apply to sealing mortar and to the concrete used as a filler for joints between precast members.

10.4.4 On flat surfaces such as pavements, sidewalks and floors, curing can be accomplished by immersion of the finished concrete, called ponding, which will prevent loss of moisture and is effective for maintaining a uniform temperature in the concrete. The curing water temperature should not be more than 11°C cooler than the concrete to prevent thermal stresses that could result in cracking.

10.4.5 Plastic sheet materials such as polyethylene film used for curing concrete should conform to ASTM C 171.

10.4.6 Curing compound should conform to ASTM C 309.

10.4.7 Accelerated curing

10.4.7.1 Curing by high pressure steam, steam at atmospheric pressure, heat and moisture, or other accepted processes, shall be permitted to accelerate strength gain and reduce time of curing.

10.4.7.2 Accelerated curing shall provide a compressive strength of the concrete at the load stage considered at least equal to required design strength at that load stage.

10.4.7.3 Members subjected to heat treatment shall be kept moist since hardening is not generally completed by the end of the treatment

۱۰-۴ عمل آوری

۱۰-۴-۱ بتن (بجز بتن زود گیر) باید در دمای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد و در شرایط مرطوب برای حداقل ۷ روز بعد از بتن‌ریزی قرار داشته باشد، بجز مواردیکه براساس بند ۱۰-۴-۷ عمل آوری شده باشد.

۱۰-۴-۲ بتن زود گیر باید در دمای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد و در شرایط مرطوب برای حداقل ۳ روز نگهداری شود بجز مواردیکه براساس بند ۱۰-۴-۷ عمل آوری شده باشد.

۱۰-۴-۳ تا زمانیکه بتن کاملاً سفت نشده باید از اثرات مضر مانند: گرما و سرمای شدید، خشک شدن پیش از موعد (از جمله بوسیله باد)، خیس شدن توسط باران و یا آب جاری، تهاجم مواد شیمیائی، لرزش و ضربه ای که باعث گسیختگی بتن و اتصال آن با آرماتورها می‌شود جلوگیری بعمل آید. این امر در ملاتهای آب بندی و بتن مورد استفاده در درزهای بین اعضای پیش ساخته نیز باید رعایت شود.

۱۰-۴-۴ عمل آوری سطوح افقی مانند کفسازها، پیاده روها و کفهای سازه‌ای، می‌تواند با غوطه‌وری بتن ریخته شده که غرقاب نامیده می‌شود، صورت پذیرد که مانع از دست دادن رطوبت شده و باعث حفظ دمای یکنواخت بتن می‌شود. دمای آب عمل‌آوری نباید بیش از ۱۱ درجه سانتیگراد سردتر از دمای بتن باشد تا از ایجاد ترک های ناشی از تنشهای حرارتی جلوگیری شود.

۱۰-۴-۵ مشخصات ورقهای پلاستیکی مانند لایه‌های پلی‌اتیلن که برای عمل آوری بتن بکار می‌رود باید مطابق با استاندارد ASTM C 171 باشد.

۱۰-۴-۶ ترکیبات مواد عمل‌آوری باید مطابق با ASTM C 309 باشد.

۱۰-۴-۷ عمل آوری سریع

۱۰-۴-۷-۱ عمل آوری با بخار فشار بالا، بخار با فشار جو، حرارت و رطوبت یا سایر فرآیندهای مورد قبول که جهت تسریع در کسب مقاومت و کاهش زمان عمل آوری صورت می‌گیرد، مجاز است.

۱۰-۴-۷-۲ در عمل آوری سریع، باید مقاومت فشاری بتن در مرحله بارگذاری مورد نظر را معادل حداقل مقاومت مورد نیاز طراحی در آن مرحله بارگذاری نماید.

۱۰-۴-۷-۳ با توجه به اینکه سفت شدن اعضایی که تحت عملیات حرارتی قرار می‌گیرند عموماً در زمان عملیات حرارتی

and the concrete dries out considerably during cooling.

10.4.7.4 Curing process shall be such as to produce concrete with durability at least equivalent to the curing method of 10.4.1 or 10.4.2.

10.4.7.5 When required by the AR, supplementary strength tests in accordance with 9.3 shall be performed to assure that curing is satisfactory.

10.4.8 Cold weather concreting

Cold weather is defined as that in which average daily temperature is less than 5°C, except that if temperatures above 10°C occur during at least 12 hours in any day, the concrete should no longer be regarded as winter concrete and normal curing practice should apply. For recommended concrete temperatures see Table 10.

10.4.8.1 Adequate equipment shall be provided for heating concrete materials and protecting concrete during freezing or near-freezing weather.

10.4.8.2 All concrete materials and reinforcement, forms, fillers, and ground with which concrete is to come in contact shall be free from frost.

10.4.8.3 Frozen materials or materials containing ice shall not be used.

10.4.8.4 Concrete that has been frozen just once at an early age may be restored to early normal strength by providing favorable curing conditions. Such concrete, however, is not as resistant to weathering nor is it as water tight as concrete that has not been frozen. Air-Entrained concrete is less susceptible to damage by early freezing than concrete without entrained air.

10.4.8.5 Concrete should not be cast on frozen concrete or on frozen ground. Aggregate shall be free from snow, ice and frost. If required, the water and, where necessary, the aggregate shall be preheated. Water at a temperature of above +70°C shall first be mixed with the aggregate before cement is added. Particularly for slender members it is advisable to increase the cement content or to use cement of a higher strength class, or both.

10.4.8.6 Accelerators shall not be used as a substitute for proper curing and frost protection. Also, the use of antifreeze compounds or other

تکمیل نمی‌شود و بیشتر طی سرد شدن، آب از دست می‌دهند، لازم است این اعضاء مرطوب نگهداشته شوند.

۱۰-۴-۷-۴ فرآیند عمل آوری باید برای تولید بتن بادوام و حداقل معادل روشهای عمل آوری بندهای ۱۰-۴-۱ یا ۱۰-۴-۲ باشد.

۱۰-۴-۷-۵ در صورت درخواست کارفرما لازم است آزمایشهای تکمیلی مقاومتی براساس بند ۹-۳ برای اطمینان از کفایت عمل آوری بتن انجام شود.

۱۰-۴-۸ بتن ریزی در هوای سرد

آب و هوای سرد به آب و هوایی اتلاق می‌شود که دمای میانگین روزانه کمتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد بجز مواردیکه دمای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد طی ۱۲ ساعت از روز وجود داشته باشد که در این صورت بتن نباید به عنوان بتن زمستانی مد نظر قرار گیرد و باید عمل آوری معمولی برای آن انجام شود. برای دماهای توصیه شده بتن به جدول ۱۰ مراجعه شود.

۱۰-۴-۸-۱ برای گرم کردن مصالح و حفاظت بتن در دمای زیر صفر یا نزدیک به آن باید تجهیزات کافی فراهم شود.

۱۰-۴-۸-۲ مصالح بتن و آرماتورها، قالبها، پرکننده‌ها و زمین و آنچه که با بتن در تماس می‌باشد، باید عاری از یخ زدگی باشد.

۱۰-۴-۸-۳ مصالح یخ زده یا آغشته به یخ نباید بکار روند.

۱۰-۴-۸-۴ بتنی که تنها یکبار در ابتدای ساخت، یخ زده باشد می‌تواند با تأمین شرایط عمل آوری مناسب به مقاومت عادی خود برسد. با این حال چنین بتنی را نمی‌توان به عنوان بتن مقاوم در برابر شرایط سخت آب و هوایی و یا بتن آب بند در نظر گرفت. بتن هوا داده در مقایسه با بتن بدون هوا آسیب کمتری در برابر یخ زدگی زود رس می‌بیند.

۱۰-۴-۸-۵ بتن نباید روی بتن یخ زده یا زمین یخ زده ریخته شود. سنگدانه‌ها باید از برف و یخ حفظ شوند. در صورت لزوم آب و سنگدانه باید پیش گرم شوند. آب در دمای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد باید ابتدا با سنگدانه‌ها مخلوط شده و سپس به آن سیمان اضافه شود. بویژه برای قطعات لاغر توصیه می‌شود مقدار بیشتری سیمان افزوده شده یا از سیمان با درجه مقاومت بالاتر استفاده شود.

۱۰-۴-۸-۶ زودگیر کننده‌ها نباید به عنوان جایگزین برای عمل آوری و ضدیخ بکار روند. همچنین استفاده از ترکیبات

materials to lower the freezing point of concrete shall not be permitted.

10.4.8.7 Accelerators containing chlorides should not be used where there is an inservice potential for corrosion.

10.4.8.8 During cold weather, the concrete mixing temperature should be controlled so that when the concrete is placed its temperature is not below the values shown in Line 1 of Table 10. Placement temperatures should not be higher than the minimum values by more than 11° C.

The mixing temperature should not be more than 8° C above the recommended values in Lines 2, 3, and 4.

ضد یخ و سایر مصالحی که نقطه انجماد بتن را پایین می‌برند، مجاز نمی‌باشد.

۱۰-۴-۸-۷ زودگیرکننده‌های حاوی کلرایدها نباید در جایی که پتانسیل خوردگی وجود دارد، بکار روند.

۱۰-۴-۸-۸ در آب و هوای سرد، دمای مخلوط بتن باید کنترل شود، بطوریکه هنگام ریختن بتن در قالب دمای آن کمتر از مقادیر نشان داده شده در ردیف اول جدول ۱۰ نباشد. دمای بتن ریزی نباید بیش از ۱۱ درجه سانتیگراد از مقادیر حداقل بالاتر باشد.

دمای مخلوط نباید بیش از ۸ درجه سانتیگراد بالای مقادیر توصیه شده در ردیف های ۲، ۳ و ۴ باشد.

TABLE 10 - RECOMMENDED CONCRETE TEMPERATURE FOR COLD-WEATHER CONSTRUCTION; AIR-ENTRAINED CONCRETE

جدول ۱۰- دمای توصیه شده برای اجرای بتن در هوای سرد؛ بتن هوا داده

Line ردیف	Air temperature دمای هوا	Section size, minimum dimension, in. (mm) کوچکترین بعد مقطع، برحسب اینچ (میلیمتر)			
		< 12 in. (300 mm)	12-36 in. (300-900 mm)	36-72 in. (900-1800 mm)	> 72 in. (1800 mm)
Minimum concrete temperature as placed and maintained حداقل دمای بتن در هنگام بتن ریزی و نگهداری					
1	-	13° C	10° C	7° C	5° C
Minimum concrete temperature as mixed for indicated air temperature* حداقل دمای بتن در هنگام اختلاط در دمای هوای ذکر شده*					
2	Above -1° C بالا	16° C	13° C	10° C	7° C
3	-18 to -1° C بین	18° C	16° C	13° C	10° C
4	Below -18° C زیر	21° C	18° C	16° C	13° C
Maximum allowable gradual temperature drop in first 24 hr after end of protection حداکثر افت مجاز تدریجی دمای بتن در اولین ۲۴ ساعت بعد از پایان حفاظت					
5	-	28° C	22° C	17° C	11° C

*For colder weather a greater margin in temperature is provided between concrete as mixed and required minimum temperature of fresh concrete in place.

* برای هوای سردتر، باید فاصله بیشتری بین دمای بتن مخلوط شده و حداقل دمای بتن تازه، مد نظر قرار گیرد.

10.4.8.9 Table 11-A gives the minimum length of the protection period at the temperatures given in Line 1 of Table 10 and the service category. These minimum protection periods are recommended unless the in-place strength of the concrete has attained a previously established value. The service categories are as follows:

Category 1: No load, not exposed - This category includes foundations and substructures that are not subject to early load, and, because they are buried deep within the ground or are backfilled, will undergo little or no freezing and thawing in service.

Category 2: No load exposed - This category includes massive piers and dams that have surfaces exposed to freezing and weathering in service but has no early strength requirements.

Category 3: Partial load, exposed - The third category includes structures exposed to the weather that may be subjected to small, early-age loads compared with their design strengths and will have an opportunity for additional strength development prior to the application of design loads. In such cases, the concrete should have at least the length of protection recommended for Category 3 in Table 11-A.

Category 4: Full load - This category includes structural concrete requiring temporary construction supports to safely resist construction loads.

Part B of Table 11 has been adapted from Table 6.8 of ACI 306. The values shown are approximations and will vary according to the thickness of concrete, mix proportions, etc. They are intended to represent the ages at which supporting forms can be removed. For recommended concrete temperatures, see Table 10.

10.4.8.10 The concrete carried by the ready mix truck to the site should be placed in the forms before its temperature drops below that given on line 4 of Table 10 and that temperature should be maintained for the duration of the protection period.

10.4.8.11 Columns and walls should not be cast on frozen foundations, because chilling the bottom of the column or wall will cause weak concrete.

۱۰-۴-۸-۹ در جدول ۱۱-الف حداقل طول دوره حفاظت در دماهای داده شده در ردیف ۱ جدول ۱۰ و بر اساس دسته‌بندی عملکرد آنها آمده است. حداقل‌های یاد شده بجز در مواردیکه بتن قبلاً به مقدار مقاومت خود رسیده باشد، توصیه می‌شود. انواع طبقه‌بندی عملکردی به قرار زیر است:

دسته ۱: بدون بارگذاری و غیر نمایان، این دسته شامل شالوده‌ها و زیرساخت‌هایی می‌باشند که تحت بارگذاری اولیه نمی‌باشند زیرا به علت دفن شدن در اعماق خاک یا پوشانده شدن با خاک به ندرت، دچار پدیده یخ زدگی و آب شدگی شده و یا اصلاً نمی‌شوند.

دسته ۲: بدون بارگذاری و نمایان، این دسته شامل پایه‌های حجیم و سدها می‌باشد که سطحی نمایان در مقابل یخ زدگی و تأثیرات آب و هوایی دارند اما نیازی به رسیدن سریع به مقاومت مورد نظر ندارند.

دسته ۳: جزئی بارگذاری شده و نمایان، دسته سوم شامل سازه‌های در معرض آب و هوا بوده که ممکن است به سرعت تحت تأثیر بارهای اولیه کوچک در مقایسه با مقاومت طراحی آنها قرار گیرند و امکان افزایش مقاومت آنها پیش از اعمال بارهای طراحی وجود دارد. در این موارد بتن حداقل باید طول دوره حفاظت توصیه شده برای دسته سوم از جدول ۱۱-الف را طی کند.

دسته ۴: کاملاً بارگذاری شده، این دسته شامل سازه‌های بتنی نیازمند به تکیه‌گاه‌های موقت جهت تحمل ایمن بارهای زمان ساخت می‌باشد.

بخش (ب) از جدول ۱۱ برگرفته شده از جدول 6.8 استاندارد ACI 306 می‌باشد. مقادیر نشان داده شده تقریبی بوده و با توجه به ضخامت بتن، نسبت‌های اختلاط و غیره تغییر می‌کند. زمان لازم برای برداشتن تکیه‌گاه قالبها در این جدول ارائه شده است. برای دماهای توصیه شده بتن به جدول ۱۰ مراجعه شود.

۱۰-۴-۸-۱۰ بتنی که توسط میکسر حمل می‌شود پیش از آنکه دمایش کمتر از مقادیر ردیف ۴ جدول ۱۰ شود باید در قالبها ریخته شود و دمای یاد شده باید تا پایان دوره حفاظت، حفظ شود.

۱۰-۴-۸-۱۱ ستونها و دیوارها نباید روی شالوده‌های یخ زده بتن‌ریزی شوند، چون سرد شدن بتن پایین دیوار یا ستون باعث تضعیف آن خواهد شد.

10.4.8.12 Heat can be retained in the concrete by covering it with commercial insulating blanket or other insulating materials, which should be kept dry and in close contact with concrete or formwork for maximum efficiency.

The resistance to heat transfer (R) values for common insulation materials are given in Table 12.

10.4.8.13 Insulating blankets for construction are made of fiberglass, sponge rubber, open-cell polyurethane foam, vinyl foam, mineral wool, or cellulose fibers. The outer covers are made of canvas, woven polyethylene, or other tough fabrics that will take rough handling.

10.4.8.14 No concrete shall be placed during heavy rain, snow or when ambient temperature falls below -18°C , unless proper sheltering or heated enclosure are provided and written approval of AR is obtained.

۱۰-۴-۸-۱۲ حرارت بتن باید با پوشاندن آن توسط روکشهای عایق کاری رایج و یا سایر مصالح عایق بندی حفظ شود. برای حداکثر بازدهی، عایق باید خشک و در تماس با بتن باشد.

مقاومت در برابر انتقال حرارت (مقدار R) برای عایقهای معمول در جدول ۱۲ ارائه شده است.

۱۰-۴-۸-۱۳ روکشهای عایق مورد استفاده در ساخت، از مواد پشم شیشه، اسفنج لاستیکی، فوم پلی یورتان متخلخل، فوم وینیل، پشم سنگ یا الیاف سلولزی ساخته می‌شوند. لایه‌های خارجی از کتان، پلی‌اتیلن بافته یا سایر الیاف مناسب برای حمل و نقل ساخته می‌شوند.

۱۰-۴-۸-۱۴ هیچ نوع بتن در شرایط بارش شدید باران، برف یا دمای زیر -18°C درجه سانتیگراد نباید ریخته شود مگر این که سرپناه یا محوطه گرمی فراهم شود و تأیید کتبی کارفرما گرفته شود.

TABLE 11 - A) LENGTH OF PROTECTION PERIOD FOR CONCRETE PLACED DURING COLD WEATHER

جدول ۱۱- الف) طول دوره حفاظت برای بتن ریزی در هوای سرد

Line ردیف	Service category دسته بندی عملکردی	Protection period at temperature indicated in line 1 of Table 10, days* دوره حفاظت در دمای مذکور در ردیف ۱ جدول ۱۰ بر حسب روز*	
		Type I or II cement سیمان نوع I یا II	Type III cement, or accelerating admixture, or $100 \text{ lb/yd}^3 (60 \text{ kg/m}^3)$ of additional cement سیمان نوع III یا افزودنی زودگیرکننده یا سیمان اضافی به مقدار 60 کیلوگرم در مترمکعب
1	1- no load, not exposed بدون بارگذاری، غیرنمیان	2	1
2	2- no load, exposed بدون بارگذاری، نمیان	3	2
3	3- partial load, exposed جزئی بارگذاری شده، نمیان	6	4
4	4- full load کاملاً بارگذاری شده	See chapter 6 ACI 306 R به فصل ۶ استاندارد ACI 306 R مراجعه شود	

* A day is a 24 hr period

* هرروز معادل یک دوره ۲۴ ساعته می باشد.

TABLE 11-B) DURATION OF RECOMMENDED PROTECTION FOR PERCENTAGE OF STANDARD-CURED 28-DAY STRENGTH*

* جدول (۱۱-ب) مدت حفاظت توصیه شده برای درصد لازم از مقاومت نمونه‌های ۲۸ روزه عمل آوری شده بصورت استاندارد

REQUIRED PERCENTAGE OF DESIGN STRENGTH درصد لازم از مقاومت طرح f'_c	DAYS AT 10°C تعداد روز دردمای ۱۰ درجه سانتیگراد			DAYS AT 21°C تعداد روز دردمای ۲۱ درجه سانتیگراد		
	TYPE OF PORTLAND CEMENT نوع سیمان پرتلند			TYPE OF PORTLAND CEMENT نوع سیمان پرتلند		
	ASTM I	II	III	ASTM I	II	III
50	6	9	3	4	6	3
65	11	14	5	8	10	4
85	21	28	16	16	18	12
95	29	35	26	23	24	20

* The 28-day strength for each type of cement was considered as 100 percent in determining the times to reach various percentages of this strength for curing 10° C and 21° C. These times are only approximate, and specific values should be obtained for the concrete used on the job.

* در تعیین زمانهای لازم برای رسیدن به درصدهای لازم از مقاومت در شرایط عمل آوری ۱۰ و ۲۱ درجه سانتیگراد، مقاومت ۲۸ روزه هر نوع سیمان معادل ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده است. این زمانها تقریبی بوده و مقادیر مشخص باید برای بتن مورد استفاده در محل تعیین شود.

TABLE 12 – THERMAL RESISTANCE OF VARIOUS INSULATING MATERIALS

جدول ۱۲- مقاومت حرارتی مصالح مختلف عایق بندی

INSULATING MATERIAL مصالح عایق بندی	THERMAL RESISTANCE, R FOR THESE THICKNESSES OF MATERIAL *		
	1 in., hr.ft ² .F/Btu	10 mm, m ² .K/W	
Board and Slabs	دالها و صفحات		
Expanded polyurethane (R-11 exp.)	صفحات پلی یورتان	6.25	0.438
Expanded polystyrene extruded (R-12 exp.)	صفحات پلی استایرن	5.00	0.347
Expanded polystyrene extruded, plain	صفحات پلی استایرن مسطح	4.00	0.277
Glass fiber, organic bonded	پشم شیشه، با اتصالات آلی	4.00	0.277
Expanded polystyrene, molded beads	پلی استایرن دانه ای	3.57	0.247
Mineral fiber with resin binder	الیاف معدنی با ذرات رزین	3.45	0.239
Mineral fiber board, wet felted	الیاف معدنی تخت نمدمالی، رطوبت زده شده	2.94	0.204
Sheathing, regular density	ورق کاری، با چگالی معمولی	2.63	0.182
Cellular glass	شیشه روزنه دار	2.63	0.182
Laminated paperboard	صفحات مقوا چند لایه	2.00	0.139
Particle board (low density)	صفحات خرده (چگالی پایین)	1.85	0.128

To be continued

ادامه دارد

TABLE 12 – Continued

ادامه جدول ۱۲

INSULATING MATERIAL مصالح عایق بندی	THERMAL RESISTANCE, R FOR THESE THICKNESSES OF MATERIAL * مقاومت حرارتی R برای ضخامتهای مصالح *	
Plywood تخته چند لایه	1.25	0.087
Blanket روکش		
Mineral fiber, fibrous form processed from rock, slag, or glass الیاف معدنی و الیاف تولید شده از سنگ، سرباره یا شیشه	3.23	0.224
Loose Fill عایقهای پرکننده		
Wood fiber, soft woods الیاف چوب و چوب نرم	3.33	0.231
Mineral fiber (rock, slag, or glass) الیاف معدنی (سنگ، سرباره یا شیشه)	2.50	0.173
Perlite (expanded) پرلیت (منبسط شونده)	2.70	0.187
Vermiculite (exfoliated) ورمیکولیت (پوسته شده)	2.20	0.152
Sawdust or shaving خاک اره یا تراشه	2.22	0.154

* Values from ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1977, American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, New York .

* مقادیر براساس کتاب اصول راهنما، تاریخ ۱۹۷۷، ASHRA انجمن مهندسين تهويه و تبريد آمریکا، نیویورک می باشد.

10.4.9 Hot weather concreting

۱۰-۴-۱۰ بتن ریزی در هوای گرم

10.4.9.1 During hot weather, proper attention shall be given to ingredients, production methods, handling, placing, protection, etc. For details refer to "Hot Weather Concreting" recommended by ACI committee 305.

۱۰-۴-۱۰ در شرایط آب و هوایی گرم، توجه کافی به مواد تشکیل دهنده، روشهای ساخت، حمل، بتن ریزی، حفاظت و غیره باید صورت پذیرد. برای جزئیات بیشتر به استاندارد ACI 305 در مورد "بتن ریزی در هوای گرم" مراجعه شود.

10.4.9.2 At higher temperatures greater amount of water is required to hold slump constant than is needed at lower temperatures. Adding water without adding cement results in a higher water-cement ratio, thereby lowering the late-age strength and adversely affecting other desirable properties of the hardened concrete.

۱۰-۴-۹-۲ در دماهای بالاتر برای ثابت نگهداشتن اسلامپ مقادیر بیشتری آب نسبت به دماهای پایین نیاز است. افزودن آب بدون افزایش سیمان باعث افزایش نسبت آب به سیمان شده، در نتیجه باعث کاهش مقاومت دراز مدت و همچنین باعث سایر تأثیرات نامناسب روی بتن می شود.

10.4.9.3 Besides reducing the strength and increasing the mixing water requirement, high temperatures of fresh concrete have other harmful effects. Setting time is reduced; high temperatures increase the rate of concrete hardening and thereby shorten the length of time within which the concrete can be transported, placed, and finished.

۱۰-۴-۹-۳ دمای بالا در بتن تازه علاوه بر کاهش مقاومت و افزایش آب اختلاط مورد نیاز، تأثیرات زیان بار دیگری نیز دارد. زمان گیرش کاهش می یابد، افزایش دما باعث سفت شدن سریع می شود و در نتیجه مدت زمان ممکن برای حمل، بتن ریزی و پرداخت بتن کاهش می یابد.

10.4.9.4 In hot weather the tendency to crack is increased both before and after hardening. Excessively rapid evaporation of water from plastic concrete can cause plastic-shrinkage cracks before the surface has hardened.

10.4.9.5 Air entrainment is also affected in hot weather. At elevated temperatures, concrete requires an increase in the amount of air-entraining admixture to obtain a given total air content.

10.4.9.6 The usual method of maintaining low concrete temperatures is to control the temperature of the concrete materials. One or more of the ingredients should be cooled before mixing. In hot weather the aggregates and water should be kept as cool as practicable.

10.4.9.7 Cold water will effect a moderate reduction in the concrete temperature. It should be stored in tanks that are not exposed to the direct rays of the sun. Tanks and pipelines carrying the mixing water should be buried, insulated, shaded or painted white to keep water at the lowest practical temperature.

10.4.9.8 Water can be cooled by refrigeration, liquid nitrogen, or crushed ice.

10.4.9.9 Aggregates have a pronounced effect on the fresh concrete temperature because they present 60% to 80% of the total weight of concrete.

10.4.9.10 "Specification for Ready Mixed Concrete" (ASTM C 94) shall be followed which states that during hot weather the time limit required for discharge of concrete shall be completed within one hour or even 45 minutes.

10.4.9.11 Plastic cracking is usually associated with hot-weather concreting; however it can occur at any time when atmospheric conditions produce rapid evaporation of moisture from the concrete surface.

10.4.9.12 In hot weather and where careful inspection is maintained, a retarding admixture is beneficial in delaying the setting time while increasing the rate of slump loss. Retarding admixtures should conform to the requirements of ASTM C 494, Type B.

۱۰-۴-۹-۴ در آب و هوای گرم تمایل ایجاد ترک پیش و پس از سخت شدن بتن افزایش یافته و سرعت تبخیر بیش از اندازه آب از بتن خمیری می‌تواند باعث ایجاد ترکهای افت خمیری، پیش از سخت شدن سطح بتن شود.

۱۰-۴-۹-۵ هوادهی به بتن در هوای گرم تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در دماهای بالا، بتن نیازمند افزایش مقدار افزودنی هوازا جهت ثابت نگهداشتن میزان هوا در بتن می‌باشد.

۱۰-۴-۹-۶ روش معمول برای پایین نگهداشتن دمای بتن کنترل دمای مصالح ساخت بتن است. یک یا بیشتر اجزاء سازنده بتن باید پیش از اختلاط خنک شود در هوای گرم سنگدانه‌ها و آب باید تا حد امکان خنک نگهداشته شوند.

۱۰-۴-۹-۷ آب سرد به عنوان کاهنده مناسب دمای بتن مؤثر خواهد بود. باید آب در مخازن دور از تابش مستقیم نور خورشید ذخیره شود مخازن و لوله کشی‌های مربوطه باید دفن شده، عایق بندی شده، در سایبان قرار داده شده، یا با رنگ سفید رنگ شود تا آب در کمترین دمای ممکن نگهداشته شود.

۱۰-۴-۹-۸ آب می‌تواند با سرمایش، نیتروژن مایع یا قطعات یخ خرد شده، خنک شود.

۱۰-۴-۹-۹ سنگدانه‌ها تأثیر تعیین کننده‌ای روی دمای بتن تازه دارند بدلیل آنکه درصد وزنی آنها بین ۶۰ تا ۸۰ درصد کل وزن بتن می‌باشد.

۱۰-۴-۹-۱۰ لازم است "مشخصات بتن آماده" (ASTM C 94) در شرایط گرم که محدودیت زمانی لازم برای تخلیه بتن بین ۴۵ دقیقه تا ۱ ساعت تعیین شده است، رعایت شود.

۱۰-۴-۹-۱۱ ترکهای پلاستیک معمولاً به شرایط بتن‌ریزی در آب و هوای گرم مربوط می‌باشد. اگرچه این پدیده می‌تواند در هر زمانی که شرایط جوی باعث افزایش سرعت تبخیر سطحی رطوبت از سطح بتن شود، رخ دهد.

۱۰-۴-۹-۱۲ در هوای گرم و مواردیکه نظارت دقیق وجود دارد استفاده از مواد افزودنی دیرگیرکننده می‌تواند جهت تأخیر در زمان گیرش و تسریع در کاهش اسلامپ سودمند باشند. مواد دیرگیرکننده باید الزامات بخش B استاندارد ASTM C 494 را برآورده سازد.

10.5 Concreting Under Water

10.5.1 As a rule, concrete placing by means of stationary tremies is suitable as underwater concrete.

10.5.2 Underwater concrete shall be placed rapidly and steadily. The water in the enclosure shall be still, i.e. there shall be no flow of current. It shall be possible for the levels of water inside and outside the enclosure to reach equilibrium.

10.5.3 For water depths up to 1 m, the concrete may be placed by carefully causing it to advance at its natural angle of flow without segregating. Prior to this, it shall be deposited above water level.

10.5.4 For water depths exceeding 1 m, the concrete shall be placed so that it does not fall freely through the water, avoiding the washing out of cement and, where possible, the formation of interlayers of cement slurry.

10.5.5 For secondary structural members, the concrete may be deposited in successive layers using hops or traveling tremies standing on the foundation base or on the surface of the individual layers of concrete.

10.5.6 Stationary tremies or closed containers which project sufficiently far into concrete which has not yet set may be used for making all types of member provided that the formwork is adequately watertight.

10.5.7 Tremies shall be kept sufficiently immersed in concrete which has already been placed for this to be displaced sideways and upwards by the fresh quantity of concrete discharged by the tremies. At no point shall the displaced concrete come into contact with water. Stationary tremies shall be spaced so that the lateral flow distances of the concrete are as short as possible.

10.5.8 During concreting, the tremie shall be carefully raised, its discharge pipe remaining in the concrete. Where several tremies are used, they shall be simultaneously and uniformly fed with concrete.

10.5.9 When placing the concrete into tremies or other containers, it shall be compacted using immersion vibrators for air expulsion.

۱۰-۵ بتن ریزی در زیر آب

۱۰-۵-۱ به عنوان یک اصل، راه مناسب ریختن بتن در زیر آب، استفاده از قیف و لوله ثابت می‌باشد.

۱۰-۵-۲ بتن زیر آب باید به سرعت و بطور یکنواخت ریخته شود و آب داخل محفظه باید ساکن و بدون حرکت باشد. یعنی، جریانی از آب نباید وجود داشته باشد. تراز آب داخل و خارج محفظه باید بتواند به تعادل برسد.

۱۰-۵-۳ برای عمق آب تا یک متر بتن می‌تواند با دقت و توجه به زاویه طبیعی جریان خودش و بدون جدایی اجزا ریخته شود. پیش از این، بتن باید بالای سطح آب نگهداری شود.

۱۰-۵-۴ برای اعماق آب بیش از یک متر، بتن طوری باید ریخته شود که از سقوط آزاد آن در داخل آب و شسته شدن سیمان و تا حد امکان از تشکیل دوغاب سیمان در لایه های میانی جلوگیری به عمل آید.

۱۰-۵-۵ برای اعضای سازه‌ای ثانویه، بتن می‌تواند در لایه‌های پیاپی با استفاده از قیف یا لوله های متحرک که روی شالوده یا روی هر یک از لایه‌های بتنی قرار گرفته اند، ریخته شود.

۱۰-۵-۶ از قیفهای ثابت یا محفظه بسته در پروژه‌هایی که در فاصله دور از محل بتن سازی قرار دارند می‌توان جهت بتن‌ریزی کلیه اعضا در صورتیکه بتن هنوز سفت نشده باشد، استفاده نمود بشرط آنکه قالبها کاملاً آب بندی شده باشد.

۱۰-۵-۷ قیفها باید به اندازه کافی در بتنی که قبلاً ریخته شده است غوطه ور شود و با جابجایی به طرفین و بالا، بتن تازه توسط قیف تخلیه شود. در هیچ جا، بتن ریخته شده نباید با آب در تماس باشد. قیفهای ثابت باید طوری قرار گیرند که طول حرکت افقی بتن به کمترین مقدار خود برسد.

۱۰-۵-۸ هنگام بتن ریزی، قیف باید به دقت بالا برده شود و لوله تخلیه آن باید در بتن باقی بماند، هنگامیکه از چندین قیف استفاده می‌شود، باید تزریق بتن بداخل آنها بطور یکنواخت و همزمان انجام شود.

۱۰-۵-۹ هنگامیکه بتن ریزی توسط قیف یا سایر محفظه‌ها صورت می‌گیرد، برای تراکم بتن، استفاده از لرزاننده‌های غوطه ور به منظور خارج کردن هوا ضروری است.

10.5.10 Alternatively, underwater concrete may be made by injecting low-segregation grout from below into a mass of suitably graded aggregate (i.e., not containing fines or medium sized particles), the grout rising at an even rate.

10.5.11 The slump of the concrete should be not less than 125 mm and the cement content not less than 350 kg/m³.

10.5.12 Concrete should flow without segregation, therefore the aim in proportioning the mixture should be to obtain a good plastic mix with high workability.

10.5.13 Rounded aggregates with higher percentage of fines and entrained air will provide the desired consistency.

10.5.14 About 10% to 15% more cement should be used than for a similar mixture placed in dry air.

10.5.15 Additional provisions are referred to ACI 304 section 8

10.6 Mortars and Grouts

For general information reference is made to [IPS-M-CE-105](#) and for grout for bonded prestressing tendons refer to Section 18.18 of ACI 318M.

10.7 Installation of Pipes and Holes in Concrete Structures

10.7.1 For more information see Iranian national concrete code publication no 120 of management and planning organization part 9-7.

11. FORMWORK

11.1 General Considerations

The design, engineering and construction of the formwork shall be the responsibility of the contractor but will be subject to the approval by the AR*. Typical drawings showing the proposed formwork shall be submitted by the contractor for approval by the AR before starting the construction.

Formwork should be designed so that concrete slabs, walls and other members will be of correct dimensions, shape, alignment, elevation and position within established tolerances.

۱۰-۵-۱۰ روش جایگزین برای بتن ریزی زیر آب تزریق دوغاب همگن از زیر به توده سنگدانه‌های با دانه بندی مناسب (یعنی سنگدانه‌ها شامل ذرات ریز یا متوسط نباشد) تا بالا آمدن میزان دوغاب در حد ثابت می‌باشد.

۱۰-۵-۱۱ اسلامپ بتن نباید کمتر از ۱۲۵ میلیمتر و مقدار سیمنان نباید کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب باشد.

۱۰-۵-۱۲ بتن باید بدون جدایی اجزاء جاری شود از این رو هدف از نسبت اختلاط، باید رسیدن به یک مخلوط خمیری خوب با کارایی بالا باشد.

۱۰-۵-۱۳ سنگدانه‌های گرد با درصد بالای ریزدانه و هوای وارد شده باعث تأمین قوام مورد نیاز خواهند شد.

۱۰-۵-۱۴ لازم است حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد سیمنان اضافی نسبت به مخلوط مشابه مورد استفاده در هوای خشک بکار رود.

۱۰-۵-۱۵ برای ملاحظه بندهای تکمیلی به استاندارد ACI 304 قسمت 8 مراجعه شود.

۱۰-۶ ملات ها و دوغاب ها

برای اطلاعات کلی به مرجع [IPS-M-CE-105](#) و جهت دوغاب مورد استفاده در کابل‌های پیش تنیده به قسمت 18.18 استاندارد ACI 318M مراجعه شود.

۱۰-۷ تعبیه لوله‌ها و حفره‌ها در سازه‌های بتنی

۱۰-۷-۱ برای اطلاعات بیشتر به بخش ۹-۷ آیین نامه بتن ایران نشریه شماره ۱۲۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی مراجعه شود.

۱۱- قالب بندی

۱۱-۱ ملاحظات عمومی

۱۱-۱-۱ مسئولیت طراحی، مهندسی و ساخت قالب بعهده پیمانکار است، ولی باید به تأیید کارفرما برسد. پیش از اجرا، نقشه‌های تیپ قالب بندی تهیه شده توسط پیمانکار باید برای تأیید به کارفرما تسلیم شود.

قالبها باید طوری طراحی شوند که ابعاد، شکل، تنظیم، تراز و موقعیت دالهای بتنی، دیوارها و سایر اعضا در محدوده رواداریهای آنها قرار گیرد.

Vertical and lateral loads must be carried to the ground by the formwork system or by the in-place construction that has adequate strength for that purpose.

A design analysis should be made for all formwork, stability and buckling should be investigated in all cases.

11.2 Formwork Design Considerations

11.2.1 Loads and unit stresses

Formwork and its supporting structure, shall be designed to resist all vertical and horizontal forces. The design also should consider the effect of rate-of-discharge and the method of compaction. For supports and walls higher than 3 m, the rate at which the concrete is discharged shall be adjusted to the load bearing capacity of the formwork. Unit stresses for use in the design of formwork shall be in accordance with Section 2.3 of ACI 347

When fabricated formwork, shoring, or scaffolding units are used, manufacturer's recommendations for allowable loads may be followed.

11.2.2 Shores and bracing

Shores are vertical or inclined support members which should be designed in such a manner to carry the weight of formwork, concrete and construction loads. Bracing should be provided in vertical and horizontal planes where required to provide stiffness and to prevent buckling of individual members. A rational analysis should be used to determine the number of floors to be shored, reshored and backshored and to determine the loads transmitted to the floors, shores and reshores or backshores as a result of the construction sequence. For detailed information refer to Chapter 2 of ACI 347R.

11.2.3 Foundations for formwork

Proper foundations on ground such as mudsills, spread footing, or pile footings should be provided. If soil under mudsills is or may become incapable of supporting superimposed loads without appreciable settlement, it should be stabilized or other means of support should be provided. No concrete should be placed on formwork supported on frozen ground.

بارهای قائم و جانبی باید توسط سیستم قالببندی یا روش جایگزین که توانایی انتقال آنها را به زمین دارد، تحمل شود.

تحلیل طراحی باید برای تمام قالببندی‌ها انجام شود، و در تمام موارد پایداری و کمانش باید بررسی شود.

۱۱-۲ ملاحظات طراحی قالب بندی

۱۱-۲-۱ بارها و تنش های واحد

قالب‌ها و سازه نگهدارنده آن باید برای مقاومت در برابر کلیه نیروهای قائم و جانبی طراحی شوند. در طراحی باید تأثیر سرعت تخلیه بتن به قالب و روش تراکم آن مد نظر قرار گیرد. برای تکیه‌گاهها و دیوارهای بلندتر از ۳ متر، سرعت و میزان تخلیه بتن باید در ظرفیت باربری قالب منظور شود. تنشهای واحد برای استفاده در طراحی باید بر اساس قسمت 2.3 استاندارد ACI 347 باشد.

در مواردیکه از قالبها، شمعها یا داربست‌های پیش ساخته استفاده می‌شود، بارهای مجاز توصیه شده توسط سازنده می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد.

۱۱-۲-۲ پایه‌های موقت (شمع‌ها) و مهاربندی

پایه‌های موقت اعضای تکیه‌گاهی قائم یا مورب می‌باشند که باید جهت تحمل وزن قالب، بتن و بارهای سازه طراحی شوند. مهاربندها بصورت افقی و قائم در جائیکه نیاز به تأمین سختی و جلوگیری از کمانش اعضا می‌باشد، بکار می‌روند. برای تعیین تعداد طبقات نیازمند پایه گذاری، پشت بند و تقویت و تعیین بارهای انتقال یافته به طبقات توسط پایه‌ها و پشت بندها، باید تحلیل مستدلی با توجه به توالی اجزای کار انجام شود. برای جزئیات بیشتر به فصل 2 استاندارد ACI 347R مراجعه شود.

۱۱-۲-۳ شالوده برای قالب بندی

برای قالبها باید شالوده مناسب مانند کف سازی، پی گسترده یا شمع پیش بینی شود در صورتیکه خاک زیر تراز کف تحمل بارهای وارده را با توجه به نشست‌های مجاز را نداشته باشد لازم است پایدار شده یا تکیه‌گاه مناسبی برای آن ایجاد شود. هیچگاه بتن نباید درون قالبهای مستقر روی زمین یخ زده ریخته شود.

11.2.4 Settlement

Formwork should be so designed and constructed that vertical adjustments can be made to compensate for take-up and settlements. In addition to the Design Considerations specified above, requirements of Section 6.1 of ACI 318M shall be satisfied.

11.3 Materials for Formwork

11.3.1 General

The selection of materials suitable for formwork should be based on maximum economy to the project, consistent with safety and the quality required in the finished work, subject to approval by the AR.

11.3.2 Properties

The formwork materials commonly used consists of timber, plywood, steel, concrete, brick, plastics, fiberglass, etc. For more details refer to Chapter 4 of ACI 347.

11.3.2.1 Form sheathing

Sheathing is the supporting layer of formwork closest to the concrete. It may be in direct contact with the concrete or be separated from it by a form liner.

In selection and use of materials important considerations are: strength, stiffness, release, reuse and cost per use, surface characteristics, resistance to mechanical damage, workability for cutting, drilling and attaching fasteners, adaptability to weather and extreme field conditions, temperature and moisture, weight and ease of handling.

11.3.2.2 Structural supports

Structural support systems carry the sheathing for which important considerations are: strength, stiffness, dimensional accuracy and stability, workability for cutting, drilling and attaching fasteners, weight, cost and durability and Flexibility to accommodate varied contours and shapes.

11.3.2.3 Accessories

Accessories consist of: form ties, form anchors, form hangers and side form spacers. For more details of accessories refer to Section 4.3 of ACI 347.

۱۱-۲-۴ نشست

قالبها باید طوری طراحی و ساخته شوند که با تنظیمات قائم بتوان بالآمدگی و نشستها را جبران کرد. علاوه بر ملاحظات طراحی فوق الذکر، الزامات قسمت 6.1 استاندارد ACI 318M نیز باید تأمین شود.

۱۱-۳ مصالح قالب

۱۱-۳-۱ عمومی

انتخاب مصالح مناسب برای قالببندی باید براساس اقتصادی بودن پروژه و در نظر گرفتن امنیت و کیفیت لازم کار تمام شده و با تأیید کارفرما صورت گیرد.

۱۱-۳-۲ ویژگیها

مصالح قالب بندی عموماً از چوب، تخته چندلا، فولاد، بتن، آجر، پلاستیک، فایبرگلاس و غیره تشکیل شده است. برای جزئیات بیشتر به فصل 4 از استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

۱۱-۳-۲-۱ سطح پوشش قالب

سطح پوشش، نزدیکترین لایه قالب به بتن است، که ممکن است بصورت مستقیم با بتن در تماس باشد یا با یک لایه مواد جداکننده از آن جدا شده باشد.

در انتخاب و استفاده از مصالح قالب بندی نکات مهم عبارتند از: مقاومت، سختی، قابلیت جدا شدن، دوباره استفاده کردن و هزینه هر بار استفاده، خصوصیات سطحی مصالح، مقاومت در برابر آسیبهای مکانیکی، کارایی جهت بریدن، سوراخ کاری و چفت و بستها، قابلیت انطباق با شرایط آب و هوایی سخت، رطوبت و دما، وزن و حمل آسان.

۱۱-۳-۲-۲ تکیه‌گاههای سازه‌ای

تکیه‌گاههای سازه‌ای برای تحمل وزن پوشش قالبها می‌باشند و باید دارای نکات مهم زیر باشند: مقاومت، سختی، ثبات و دقت ابعاد، کارایی برای برش، سوراخ کاری و چفت و بستها، وزن، قیمت و دوام و انعطاف پذیری برای ترازها و اشکال مختلف.

۱۱-۳-۲-۳ لوازم جانبی

لوازم جانبی شامل بستهای قالب، مهارهای قالب، آویزهای قالب و جداگرهای جانبی می‌باشد. برای جزئیات بیشتر در مورد لوازم جانبی به قسمت 4.3 استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

11.3.3 Form coatings or release agents

11.3.3.1 Form coatings or sealers are usually applied in liquid form to contact surface either during manufacturer or in the field to serve one or more of the following purposes:

- a) Alter the texture of the contact surface.
- b) Improve the durability of the contact surface.
- c) Facilitate release from concrete during stripping.
- d) Seal the contact surface from intrusion of moisture.

11.3.3.2 Form release agents are applied to the form contact surfaces to prevent bond and thus facilitate stripping. They can be applied permanently to form materials during manufacture or applied to the form before each use. When applying in the field, be careful to avoid coating adjacent construction joint surfaces or reinforcing steel.

Generally manufacturer's recommendations should be followed in the use of coatings, sealers, and release agents, but independent investigation of the performance by specialized organizations is recommended before use.

11.4 Constructional Aspect

11.4.1 Safety precautions

Construction procedures must be planned in advance to insure the safety of personnel and the integrity of the finished structure. Some of the safety provisions which should be considered are:

- Erection of safety signs and barricades to keep unauthorized personnel clear of areas in which erection, concrete placing, or stripping is underway.
- Providing experienced foremen during concrete placement to assure early recognition of possible form displacement or failure.
- A supply of extra shores or other material and equipment that might be needed in an emergency case.
- Provision for adequate illumination of the formwork.

۱۱-۳-۳ مواد لایه جداکننده قالب

۱۱-۳-۳-۱ پوشش‌های قالب یا مواد آب‌بندی معمولاً مایعاتی هستند که در هنگام ساخت قالب و یا در کارگاه برای اهداف زیر، روی سطوح تماس بکار می‌روند:

الف) تغییر بافت سطح تماس.

ب) بهبود ماندگاری سطح تماس.

ج) سهولت جداسازی قالب از بتن.

د) آب‌بندی سطح تماس از نفوذ رطوبت.

۱۱-۳-۳-۲ مواد جداساز قالب جهت جلوگیری از چسبیدن و سهولت جداسازی قالب بکار می‌روند. این مواد می‌توانند بصورت دائمی در حین ساخت قالب یا پیش از هر استفاده روی قالب بکار روند. هنگام استفاده از آنها در کارگاه، باید مراقبت شود که از پوشیده شدن درزهای اجرایی مجاور یا میلگردها با این مواد جلوگیری بعمل آید.

عموماً توصیه‌های سازنده باید در استفاده از پوششها، مواد آب‌بندی و مواد جداسازی قالب رعایت شود. اما پیش از کاربرد آنها، بررسی جداگانه در مورد عملکرد هر یک از مواد توسط موسسات تخصصی، توصیه می‌شود.

۱۱-۴ موارد اجرایی

۱۱-۴-۱ پیشگیری‌های ایمنی

روشهای اجرایی باید جهت اطمینان از ایمنی کارکنان و یکپارچگی سازه تمام شده تهیه شود. برخی از ضوابط ایمنی که باید مد نظر قرار گیرند به قرار زیر است:

- نصب علائم هشدار دهنده و موانع جهت جلوگیری از ورود افراد غیرمسئول به محدوده‌هایی که عملیات نصب، بتن‌ریزی و بازکردن قالب در دست اجراست.
- بکارگیری سرکارگرهای باتجربه در هنگام بتن‌ریزی برای اطمینان از تشخیص به هنگام احتمال تغییر مکان یا ریزش.
- تدارک شمع‌های اضافی یا سایر مصالح و تجهیزات مورد نیاز برای مواقع اضطراری.
- تأمین روشنایی کافی برای قالب‌بندی.

- Provision of a program of field safety inspections of formwork, etc.

11.4.2 Construction practices and workmanship

Generally the following should be considered:

- Joints or splices in sheathing, plywood panels and bracing should be staggered.
- Forms should be sufficiently tight to prevent loss of mortar from the concrete.
- Forms should be inspected and checked before the reinforcing steel is placed to insure that the dimensions and location of the concrete members conform to the working drawings.
- Forms should be checked for camber when specified.
- Control joints, construction joints, and expansion joints should be installed as specified.
- Forms should be thoroughly cleaned of all dirt, mortar, and foreign matter and coated with a release agent before each use.
- Building materials, including concrete, must not be dropped or piled on the formwork in such manner as to damage or overload it.

For other provisions refer to ACI 347 section 3.2.

11.4.3 Tolerances for structures and irregularities in formed surfaces

Tolerance is a specified permissible variation from lines, grades, or dimensions given in contract documents. Tolerances for concrete structures should comply with the requirements of ACI 117 and Section 3.3 of ACI 347. Where tolerances are not stated in the specifications or drawings for any individual structure permissible deviations from established lines, grades, and dimensions shall follow the recommendations stated under Section 3.3 of ACI 347. The contractor is expected to set and maintain concrete forms so as to insure execution of works within the tolerance limits.

11.4.4 Shoring and centering

Shoring must be supported on satisfactory foundations such as spread footing, mudsills or piling. All members must be straight and true without twists or bends.

- تدارک برنامه بازرسی‌های ایمنی در کارگاه حین قالب‌بندی و غیره.

۱۱-۴-۲ روش‌ها و نکات اجرایی

بطور کلی موارد زیر باید مدنظر قرار گیرد:

- اتصالات یا وصله‌های قالبها، پانلهای چوبی چند لایه و مهاربندی‌ها باید بصورت شطرنجی قرار گیرند.
- قالبها باید کاملاً محکم شوند تا از خروج شیره بتن جلوگیری شود.
- پیش از آرماتوربندی باید قالبها را برای اطمینان از ابعاد و موقعیتشان براساس نقشه‌های اجرایی کنترل و بازرسی نمود.

- در مواردیکه خیز معکوس برای قالبها مشخص شده باشد، باید از نظر انحناء کنترل شوند.

- درزهای کنترلی، درزهای اجرایی و درزهای انبساط باید مطابق مشخصات اجرا شوند.

- قالبها باید کاملاً عاری از هرگونه آلودگی، دوغاب و مواد خارجی بوده و با مواد جداکننده پیش از هر استفاده، آغشته شوند.

- مصالح ساختمانی، از جمله بتن نباید روی قالبها بیفتند و یا انباشته شوند که باعث اضافه بار و آسیب به آنها شود.

- برای سایر ضوابط به قسمت 3.2 استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

۱۱-۴-۳ رواداری برای سازه‌ها و ناهمواریهای سطوح

قالب بندی شده

- رواداری عبارتست از، تغییرات مجاز در طولها، زوایا یا ابعاد تعیین شده در اسناد پیمان. رواداریها برای سازه‌های بتنی باید منطبق بر الزامات ACI 117 و قسمت 3.3 از ACI 347 باشد. هنگامیکه رواداریها در دفترچه مشخصات یا نقشه‌ها مشخص نشده باشد برای هر سازه معین مقدار انحراف مجاز از طولها، زوایا و ابعاد باید براساس قسمت 3.3 استاندارد ACI 347 تعیین شود. پیمانکار باید قالبها را به نحوی تنظیم و نگهداری نماید که از اجرای کارها در محدوده‌های رواداری اطمینان حاصل شود.

۱۱-۴-۴ پایه‌گذاری موقت و سیستم یکپارچه

تکیه‌گاهی

- پایه‌های موقت باید روی یک شالوده محکم مانند پی‌گسترده، کف سازی یا شمع قرار گیرند و تمام اعضاء باید راست و بدون خمیدگی یا پیچیدگی باشند.

Vertical shores must be erected so that they cannot tilt and must have firm bearing. Inclined shores must be braced securely against slipping or sliding. Centering is the highly specialized temporary support system used in the construction of any continuous structure, where the entire temporary support is lowered as a unit. The lowering of the centering is generally accomplished by the use of sand boxes, jacks or wedges beneath the supporting members.

11.4.5 Removal of forms and supports

When the contract documents do not specify the minimum strength required of concrete at the time of stripping, the following elapsed times(period before removal of formwork) which are adopted from ACI 347 (sec.3.7.2.3) can be used. The times represent a cumulative number of days, or hours, not necessarily consecutive, during which is the temperature of the air surrounding the concrete above 10 °C. If high early-strength concrete is used, these periods can be reduced as approved by the AR. Conversely, if ambient temperatures remain below 10 °C, or if retarding agents are used, then these periods should be increased at the discretion of the AR. Shorter stripping times listed for live load to dead load ratios greater than 1.0 are the result of more reserve strength being available for dead load in absence of live load at time of stripping.

Walls.....	12 h
Columns.....	12 h
Sides of beams and girders... ..	12 h
Pan joist forms	
760 mm wide or less	3 days
Over 760 mm wide.....	4 days
structural live load	structural live load
less than	more than
<u>structural dead load</u>	<u>structural dead load</u>
Arch cent. 14 days	7 days
Joist, beam or girder soffits:	
Under 3 m clear span between supports.....	7 days
	4 days

پایه‌های موقت قائم باید روی تکیه گاههای محکم بنحوی نصب شوند که نتوانند کج شوند. پایه‌های موقت مایل باید به طور ایمن در مقابل سرخوردن و لغزش مهاربندی شوند. تکیه‌گاههای یکپارچه، سیستم خاص تکیه‌گاهی موقت برای اجرای سازه‌های پیوسته است که در مواردیکه پایین آوردن مجموعه تکیه‌گاهی بصورت یکجا انجام می‌شود، کاربرد دارد.

۱۱-۴-۵ باز کردن قالبها و تکیه گاهها

در مواردیکه در مدارک پیمان حداقل مقاومت لازم بتن در زمان بازکردن قالبها و تکیه گاهها بیان نشده است، زمانهای بیان شده در ادامه (دوره زمانی قبل از بازکردن قالب) که از قسمت 3.7.2.3 استاندارد ACI 347 استخراج شده می‌تواند بکار رود. زمانهای ارائه شده تعداد تجمعی روزها یا ساعتهایی (که لزوماً نباید پشت سر هم باشند) است که طی آن دمای هوای اطراف بتن بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد است. اگر از بتن زودگیر استفاده شود، این مدت‌ها می‌تواند با تأیید کارفرما کاهش یابد. بالعکس، اگر دمای پیرامونی زیر ۱۰ درجه سانتیگراد باشد یا اگر از مواد دیرگیرکننده استفاده شده باشد، این مدت زمانها باید با صلاحدید کارفرما افزایش یابد. کوتاهتر شدن زمانهای ذکر شده در مواردیکه برای نسبت بار زنده به بار مرده بیش از یک بکار می‌روند بدلیل وجود اضافه مقاومت بیشتر برای بار مرده در غیاب بار زنده در هنگام بازکردن قالبها و تکیه‌گاهها می‌باشد.

دیوارها	۱۲ ساعت
ستونها	۱۲ ساعت
قالبهای کناری تیرها و شاه تیرها	۱۲ ساعت
قالب تشنگ تیرچه ها	
با عرض ۷۶۰ میلیمتر یا کمتر	۳ روز
با عرض بیش از ۷۶۰ میلیمتر	۴ روز
بار زنده سازه	بار زنده سازه
کمتر از	بیشتر از
<u>بار مرده سازه</u>	<u>بار مرده سازه</u>
مراکز قوس‌ها ۱۴ روز	۷ روز
تیرچه ها، کف تیر یا شاه تیرها:	
با دهانه آزاد زیر ۳ متر بین تکیه گاههای	
سازه ۷ روز	۴ روز

3 to 6 m clear span between structural supports.....14 days	7 days	۷ روز	با دهانه آزاد ۳ تا ۶ متر بین تکیه گاههای سازه ۱۴ روز
Over 6 m clear span between structural supports.....21 days	14 days	۱۴ روز	با دهانه آزاد بیش از ۶ متر بین تکیه گاههای سازه سازه ۲۱ روز
One-way floor slabs			دالهای یکطرفه کف:
Under 3 m clear span between structural supports.....4 days	3 days	۳ روز	با دهانه آزاد زیر ۳ متر بین تکیه گاههای سازه سازه ۴ روز
3 to 6 m clear span between structural supports.....7 days	4 days	۴ روز	با دهانه آزاد ۳ تا ۶ متر بین تکیه گاههای سازه ۷ روز
Over 6 m clear span between structural supports.....10 days	7 days	۷ روز	با دهانه آزاد بیش از ۶ متر بین تکیه گاههای سازه ۱۰ روز
For other members elapsed times and more detailed information see section 3.7 of ACI 347.			برای اطلاعات بیشتر در مورد جزئیات زمان سپری شده برای سایر اعضا به قسمت 3.7 استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

11.5 Formwork for Special Methods of Construction

11.5.1 General

Special formworks like slip forms, permanent forms, etc. are often encountered in the construction of Petroleum Industry's different projects. In the following clauses short description is presented for such instances. For more detailed information refer to Chapter 7 of ACI 347.

11.5.2 Slip forms

Horizontal and vertical slipforms should be designed and constructed and the sliding operation should be carried out under the supervision of a person or persons experienced in slipform work.

Maximum rate of slide should be limited by the rate for which the forms are designed. The level of the hardened concrete in the form must be checked frequently by the use of a probe to establish safe lifting rates.

Care must be taken to prevent drifting of the forms from alignment or designed dimensions, and to prevent torsional movement.

Detailed records of both vertical and lateral form movements should be maintained throughout the slipform operation.

For more detailed information refer to Section 7.3 of ACI 347.

۱۱-۵ قالب بندی برای روشهای خاص ساخت و اجرا

۱۱-۵-۱ عمومی

قالب بندیهای ویژه مانند قالبهای لغزنده، قالبهای دائمی و غیره اغلب در ساخت پروژه های مختلف صنعت نفت بکار می روند. در بندهای آتی توضیحات مختصری در این موارد ارائه می شود. برای جزئیات بیشتر به فصل 7 استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

۱۱-۵-۲ قالبهای لغزنده

قالبهای لغزنده در انواع افقی و عمودی طراحی و ساخته می شوند و عملیات لغزش باید زیر نظر کارکنان مجرب در امور قالبهای لغزنده انجام شود.

حداکثر سرعت لغزش باید به سرعت طراحی قالبها محدود شود. تراز بتن سفت شده در قالب باید به طور متناوب با میله بازرسی کنترل شود تا یک سرعت بالا آمدن ایمن جهت لغزش قالبها برقرار شود.

باید توجه شود که انحراف قالبها از مقادیر تعیین شده و ابعاد طراحی فراتر نرود و از حرکات پیچشی جلوگیری بعمل آید.

جزئیات هر دو حرکت افقی و قائم قالبها باید در طول حرکت قالبهای لغزنده ثبت و نگهداری شوند.

برای جزئیات بیشتر به قسمت 7.3 از استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

11.5.3 Permanent forms

Permanent forms are forms left in place that may or may not become an integral part of the structural frame. Particular care should be taken in the design of such forms to minimize distortion or deformation of the form or supporting members under the construction loads.

The contractors should submit fully detailed shop drawings for all permanent forms to AR for review and approval. For more detailed information refer to Section 7.4 of ACI 347.

11.5.4 Forms for precast concrete

These types of forms are used for precast concrete items that may be either load bearing or non load-bearing members for structural or architectural use.

To assure uniformity of appearance in the cast members, care should be taken that the contact surfaces are of uniform quality and texture. Where required to allow early reuse of forms, provisions should be made to use accelerated curing processes, such as steam curing, or other approved methods. Methods of lifting precast units from forms should be approved by the AR.

11.5.5 Other types of special methods

For detailed information on forms for prestressed and precast concrete and concrete placed underwater refer to Sections 7.5, 7.6 and 7.8 of ACI 347.

11.6 Acceptance of Finishing Formed Surfaces

When a specific finish is not specified in Contract Documents for a concrete surface, apply the following finishes:

- **Rough-Form Finish on Concrete Surfaces not Exposed to Public View:**

Patch tie holes and defects. Chip or rub off fins exceeding 1/2 in. in height. Leave surfaces with the texture imparted by the forms.

- **Smooth-Form Finish on Concrete Surfaces Exposed to Public View:**

Patch tie holes and defects. Remove fins exceeding 1/8 in. in height

۱۱-۵-۳ قالبهای دائمی (ماندگار)

قالبهای دائمی، قالب هایی هستند که در محل بتن ریزی باقی میمانند و می توانند به عنوان بخش جدایی ناپذیر سازه محسوب شوند یا نشوند. در طراحی این نوع قالبها برای به حداقل رساندن پیچیدگی یا تغییر شکل قالب یا اعضای تکیه گاهی تحت بارهای حین اجرا باید توجه ویژه ای صورت گیرد. پیمانکاران باید نقشه های کارگاهی با جزئیات کامل را برای تمامی قالبهای دائمی جهت بازبینی و تصویب کارفرما ارائه دهند. برای اطلاعات بیشتر به قسمت 7.4 استاندارد ACI 347 مراجعه شود.

۱۱-۵-۴ قالبهای بتن پیش ساخته

این نوع قالبها، برای اعضای پیش ساخته ای بکار می روند که ممکن است به عنوان اعضای باربر یا غیر باربر برای کاربرد سازه ای یا معماری بکار روند.

برای اطمینان از یکنواختی شکل اعضای پیش ساخته، باید به یکنواختی، کیفیت و بافت سطوح تماس توجه کافی شود. در مواقع نیاز سریع به استفاده مجدد از قالبها، باید تمهیدات لازم جهت استفاده از فرآیندهای عمل آوری سریع مانند: عمل آوری با بخار یا سایر روشهای تأیید شده پیش بینی شود. روشهای بلند کردن اعضای پیش ساخته از داخل قالب باید به تأیید کارفرما برسد.

۱۱-۵-۵ سایر روش های خاص

برای جزئیات بیشتر در مورد قالبهای پیش تنیده و پیش ساخته بتنی و بتن ریزی زیر آب به قسمتهای 7.5 و 7.6 و 7.8 استاندارد ACI 347 مراجعه کنید.

۱۱-۶ ضوابط پرداخت سطوح قالب بندی شده

در مواردیکه شرایط خاصی از پرداخت سطوح بتنی در مدارک پیمان بیان نشده باشد، پرداخت سطوح با شرایط زیر انجام می شود:

- **سطوح زبر بتنی که در معرض دید نمی باشد:**

سوراخها و سایر عیوب تعمیر شود. برجستگی های بیش از یک دوم اینچ تراشیده شود. سطوح ایجاد شده ناشی از بافت قالب به همان صورت باقی میماند.

- **سطوح صاف در معرض دید:**

سوراخها و سایر عیوب تعمیر شود. برجستگی های بیش از یک هشتم اینچ تراشیده شود.

11.7 Crack Control

regarding construction aspects for control of cracking refer to section 8 of ACI 224R (control of cracking by proper construction practice).

12. CONSTRUCTION AND CONTRACTION (CONTROL) JOINTS

12.1 Construction Joints

12.1.1 Construction joints are merely stopping places in the process of construction. A true construction joint should bond new concrete to existing concrete and permit neither horizontal nor vertical movement.

12.1.2 Surface of concrete construction joints shall be cleaned and laitance removed.

12.1.3 Immediately before new concrete is placed, all construction joints shall be wetted and standing water removed.

12.1.4 Construction joints shall be so made and located as not to impair the strength of the structure. Provision shall be made for transfer of shear and other forces through construction joints.

12.1.5 Construction joints in floors shall be located within the middle third of spans of slabs, beams, and girders. Joints in girders shall be offset a minimum distance of two times the width of intersecting beams.

12.1.6 Beams, girders, or slabs supported by columns or walls shall not be cast or erected until concrete in the vertical support members is no longer plastic.

12.1.7 Beams, girders, haunches, drop panels and capitals shall be placed monolithically as part of a slab system, unless otherwise shown in design drawings or specifications.

12.1.8 More detailed information are referred to ACI 224-3R

12.2 Contraction (Control) Joints

12.2.1 Contraction joints should be constructed to permit transfer of loads perpendicular to the plane of the slab or wall.

۷-۱۱ کنترل ترک

در مورد جنبه‌های اجرایی کنترل ترک در بتن به قسمت ۸ استاندارد ACI 224R (کنترل ترک با روشهای مناسب اجرایی) مراجعه شود.

۱۲- درزهای اجرایی و انقباضی (کنترلی)

۱-۱۲ درزهای اجرایی

۱-۱۲-۱ درزهای اجرایی در فرآیند اجرا صرفاً در محل‌های توقف بتن ریزی تعبیه می‌شوند. یک درز اجرایی صحیح باید بتن جدید را به بتن موجود اتصال دهد و از جابجایی افقی و قائم جلوگیری نماید.

۱-۱۲-۲ سطح بتن درزهای اجرایی باید پاکیزه و عاری از حباب و تخلخل باشد.

۱-۱۲-۳ بلافاصله پیش از بتن ریزی جدید تمام درزهای اجرایی باید مرطوب شده و آب باقی مانده روی آنها پاک شود.

۱-۱۲-۴ درزهای اجرایی باید در جایی تعبیه شود که به مقاومت سازه آسیب وارد نکند. برای انتقال نیروهای برشی و سایر نیروها در محل درزهای اجرایی لازم است تمهیدات لازم پیش بینی شود.

۱-۱۲-۵ درزهای اجرایی در کفها باید در یک سوم میانه دهانه دال، تیرها یا شاهتیرها قرار گیرند. محل درزهای شاهتیرها باید حداقل در فاصله دو برابر عرض تیرهای متقاطع واقع شود.

۱-۱۲-۶ تیرها، شاهتیرها یا دالهای متکی به ستونها یا دیوارها نباید تا زمانیکه اعضاء تکیه‌گاهی قائم آنها خمیری می‌باشند، نصب یا بتن ریزی شوند.

۱-۱۲-۷ تیرها، شاهتیرها، ماهیچه‌ها و کتیبه‌ها باید بصورت یکپارچه به عنوان بخشی از دال بتن ریزی شوند مگر این که در نقشه‌ها یا مشخصات طراحی به نحو دیگری بیان شده باشد.

۱-۱۲-۸ برای اطلاعات تفصیلی بیشتر به ACI 224-3R مراجعه شود.

۲-۱۲ درزهای انقباضی (کنترلی)

۱-۲-۱۲ درزهای انقباضی باید طوری ساخته شوند که اجازه انتقال بارهای قائم بر سطح دالها یا دیوارها را بدهند.

12.2.2 The spacing of Contraction joints in floors on ground depend on (1) slab thickness, (2) shrinkage potential of the concrete and (3) curing environment.

12.2.3 Contraction joints in walls should be spaced not more than about 6 m apart. In addition Contraction joints should be placed where abrupt changes in thickness or height occurs, and near corners-if possible as close as 1500 mm.

12.2.4 More detailed information are referred to ACI 224-3R

13. DETAILS OF REINFORCEMENT

13.1 Standard Hooks

The term "standard hook" as used in this Standard shall mean one of the following:

13.1.1 180-deg bend plus $4d_b$ extension, but not less than 65 mm at free end of bar.

13.1.2 90-deg bend plus $12d_b$ extension at free end of bar.

13.1.3 For stirrup and tie hooks:

a) bar No. 16 and smaller, 90-deg bend plus $6d_b$ extension at free end of bar, or

b) No. 20 and No. 25 bar, 90-deg bend plus $12d_b$ extension at free end of bar, or

c) No. 25 bar and smaller, 135-deg bend plus $6d_b$ extension at free end of bar.

13.2 Minimum Bend Diameters

13.2.1 Diameter of bend measured on the inside of the bar, other than for stirrups and ties in sizes No. 10 through No. 16 shall not be less than the values in Table 13.

13.2.2 Inside diameter of bend for stirrups and ties shall not be less than $4d_b$ for No. 16 bar and smaller. For bars larger than No. 16, diameter of bend shall be in accordance with Table 13.

13.2.3 Inside diameter of bend in welded wire fabric for stirrups and ties shall not be less than $4d_b$ for deformed wire larger than MD40 and $2d_b$ for all other wires. Bends with inside diameter of less than $8d_b$ shall not be less than $4d_b$ from nearest welded intersection.

۱۲-۲-۲ فواصل درزهای انقباضی در کفهای واقع در روی زمین براساس: (۱) ضخامت دال (۲) پتانسیل جمع شدگی بتن (۳) شرایط عمل آوری، تعیین می‌شوند.

۱۲-۲-۳ درزهای انقباضی دیوار نباید در فواصل بیش از ۶ متر اجرا شود. همچنین درزهای انقباضی باید در محلهای تغییر ضخامت یا ارتفاع و در صورت امکان نزدیک به گوشه‌ها و در فواصل ۱۵۰۰ میلیمتری آنها قرار گیرند.

۱۲-۲-۴ برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ACI 224-3R مراجعه شود.

۱۳- جزئیات آرماتوربندی

۱۳-۱ قلابهای استاندارد

قلابهای استاندارد مورد نظر این استاندارد باید طبق یکی از تعاریف زیر باشند:

۱۳-۱-۱ قلاب با خم ۱۸۰ درجه با طول امتداد یافته $4d_b$ و حداقل ۶۵ میلیمتر در انتهای آزاد میلگرد.

۱۳-۱-۲ قلاب با خم ۹۰ درجه با طول امتداد یافته $12d_b$ در انتهای آزاد میلگرد.

۱۳-۱-۳ برای خاموتها و تنگها:

الف) میلگرد نمره ۱۶ و کوچکتر با خم ۹۰ درجه با طول امتداد یافته $6d_b$ در انتهای آزاد میلگرد، یا

ب) میلگرد نمره ۲۰ و ۲۵ با خم ۹۰ درجه با طول امتداد یافته $12d_b$ در انتهای آزاد میلگرد، یا

ج) میلگرد نمره ۲۵ و کوچکتر با خم ۱۳۵ درجه با طول امتداد یافته $6d_b$ در انتهای آزاد میلگرد.

۱۳-۲ حداقل قطر خم

۱۳-۲-۱ قطر خم از سمت داخل میلگرد اندازه‌گیری می‌شود به غیر از خاموتها و تنگهای نمره ۱۰ تا ۱۶ نباید کمتر از مقادیر جدول ۱۳ باشد.

۱۳-۲-۲ قطر داخلی خم برای خاموتها و تنگها نباید برای میلگردهای نمره ۱۶ و کوچکتر کمتر از $4d_b$ باشد. برای میلگردهای بزرگتر از نمره ۱۶ قطر خم باید براساس جدول ۱۳ تعیین شود.

۱۳-۲-۳ قطر داخلی شبکه‌های پیش ساخته جوشی که بعنوان خاموت و تنگ بکار می‌روند، نباید کمتر از $4d_b$ برای آرماتورهای آجدار بزرگتر از MD40 و $2d_b$ برای سایر مفتولها باشد. خمهای با قطر داخلی کمتر از $8d_b$ نباید نزدیکتر از $4d_b$ به نزدیکترین محل جوش باشد.

TABLE 13 - MINIMUM DIAMETERS OF BEND

جدول ۱۳ - حداقل قطر خم

BAR SIZE اندازه میلگرد	MINIMUM DIAMETER حداقل قطر
No.10 through No.25 نمره ۱۰ تا نمره ۲۵	6 d_b
No.30, 32, 36 نمره ۳۰، ۳۲، ۳۶	8 d_b
No.45 and No.55 نمره ۴۵ و ۵۵	10 d_b

13.3 Bending

13.3.1 All reinforcement shall be bent cold, unless otherwise permitted by the AR.

13.3.2 Reinforcement partially embedded in concrete shall not be field bent, except as shown on the design drawings or permitted by the AR.

13.4 Surface Conditions of Reinforcement

13.4.1 At time concrete is placed, metal reinforcement shall be free from mud, oil, or other nonmetallic coatings that adversely affect bonding capacity.

13.4.2 Metal reinforcement, except prestressing tendons, with rust, mill scale, or a combination of both shall be considered satisfactory, provided the minimum dimensions (including height of deformations) and weight of a hand-wire brushed test specimen are not less than applicable ASTM specification requirements.

13.4.3 Prestressing tendons shall be clean and free of oil, dirt, scale, pitting and excessive rust. A light oxide is permissible.

13.5 Placing Reinforcement

13.5.1 Reinforcement, prestressing tendons, and ducts shall be accurately placed and adequately supported before concrete is placed, and shall be secured against displacement within tolerances permitted in subclause 13.5.2.

۱۳-۳ خم کردن

۱۳-۳-۱ تمام آرماتورها باید به صورت سرد خم شوند مگر آنکه کارفرما اجازه دهد.

۱۳-۳-۲ آرماتورهایی که تا قسمتی در بتن مهار شده‌اند نباید در محل خم شوند، مگر این که در نقشه های طراحی نشان داده شده و یا کارفرما اجازه داده باشد.

۱۳-۴ شرایط سطوح آرماتورها

۱۳-۴-۱ در زمان بتن ریزی، آرماتورها باید از گل، روغن و یا سایر پوششهای غیرفلزی که تأثیر منفی در ظرفیت چسبندگی دارد، عاری باشد.

۱۳-۴-۲ آرماتورهای (بجز کابلهای پیش تنیده) همراه با زنگ آهن، پوسته یا هر دوی آنها بشرطی که حداقل ابعاد (شامل ارتفاع آج) و وزن نمونه برس خورده آنها از مقادیر تعیین شده در استاندارد ASTM کمتر نباشد، قابل قبول می‌باشند.

۱۳-۴-۳ کابلهای پیش تنیده باید عاری از روغن، آلودگی، پوسته، سوراخ و زنگ زدگی بیش از اندازه باشند. وجود یک لایه نازک زنگ، بلامانع است.

۱۳-۵ آرماتوربندی

۱۳-۵-۱ آرماتورها، کابلهای پیش تنیده و لوله ها باید به دقت نصب و پیش از بتن ریزی به میزان کافی مهار شوند و رواداریهای تغییر مکان آنها باید طبق زیر بند ۱۳-۵-۲ باشد.

13.5.2 Unless otherwise specified by the AR, reinforcement, prestressing tendons, and prestressing ducts shall be placed within the following tolerances:

13.5.2.1 Tolerance for depth d , and minimum concrete cover in flexural members, walls and compression members shall be as follows:

۱۳-۵-۲ آرماتورها، کابل‌های پیش‌تنیده و غلافهای پیش‌تنیدگی باید مطابق رواداریهای زیر نصب شوند، مگر آنکه بنحو دیگری توسط کارفرما تعیین شده باشد.

۱۳-۵-۲-۱ رواداریهای مربوط به عمق d و حداقل پوشش بتن در اعضای خمشی، دیوارها و اعضای فشاری باید مطابق مقادیر جدول زیر باشد:

TABLE 14 – TOLERANCE FOR DEPTH AND CONCRETE COVER

جدول ۱۴- رواداریهای عمق و حداقل پوشش بتن

DEPTH عمق	TOLERANCE ON d رواداری عمق	TOLERANCE ON MINIMUM CONCRETE COVER رواداری حداقل پوشش بتن
$d \leq 200$ mm	± 10 mm	-10 mm
$d > 200$ mm	± 12 mm	-12 mm

Except that tolerance for the clear distance to formed soffits shall be minus 6 mm, and tolerance for cover shall not exceed minus 1/3 the minimum concrete cover required in the design drawings or specifications.

13.5.2.2 Tolerance for longitudinal location of bends and ends of reinforcement shall be ± 50 mm except at discontinuous ends of members where tolerance shall be ± 25 mm.

13.5.2.3 Welded wire fabric (with wire size not greater than MW30 or MD30) used in slabs not exceeding 3 m in span may be curved from a point near the top of slab over the support to a point near the bottom of slab at midspan, provided such reinforcement is either continuous over, or securely anchored at support.

13.5.4 Welding of crossing bars shall not be permitted for assembly of reinforcement unless authorized by the AR.

13.6 Spacing Limits for Reinforcement

13.6.1 Clear distance between parallel bars in a layer shall be not less than d_b but not less than 25 mm.

13.6.2 Where parallel reinforcement is placed in two or more layers.

به استثناء رواداری فاصله آزاد تا پایین سقفهای قالب بندی شده که باید (۶-) میلیمتر باشد و رواداری مربوط به پوشش بتن نباید از یک سوم حداقل پوشش مورد نیاز مطابق نقشه‌ها و مشخصات طرح تجاوز کند.

۱۳-۵-۲-۲ رواداریهای طولی خمها و انتهای آرماتورها باید ± 50 میلیمتر باشد، بجز انتهای قطع شده اعضا که در آنها رواداریها باید ± 25 میلیمتر باشد.

۱۳-۵-۲-۳ شبکه پیش ساخته جوشی (با قطر میلگرد حداکثر MD30 یا MW30) بکار رفته در دالهای با دهانه حداکثر ۳ متر می‌توانند از نقطه‌ای نزدیک به بالای دال در محل تکیه‌گاهها تا پایین دال در وسط دهانه خم شوند. مشروط به آنکه آرماتورگذاری تا بالای تکیه‌گاه ادامه یافته یا در محل تکیه‌گاه به خوبی مهار شود.

۱۳-۵-۴ جوش دادن محل تلاقی میلگردها برای آرماتوربندی مجاز نمی‌باشد مگر با اجازه کارفرما.

۱۳-۶ محدودیتهای فواصل آرماتورگذاری

۱۳-۶-۱ فاصله آزاد بین میلگردهای موازی در هر لایه نباید کمتر از d_b و در هر صورت نباید از ۲۵ میلیمتر کمتر باشد.

۱۳-۶-۲ در مواردیکه آرماتورها بصورت موازی در دو لایه یا بیشتر واقع شده‌اند.

bars in the upper layers shall be placed directly above bars in the bottom layer with clear distance between layers not less than 25 mm.

13.6.3 In spirally reinforced or tied reinforced compression members, clear distance between longitudinal bars shall be not less than $1.5 d_b$ nor 40 mm .

13.6.4 Clear distance limitation between bars shall apply also to the clear distance between a contact lap splice and adjacent splices or bars.

13.6.5 In walls and slabs other than concrete joist construction, primary flexural reinforcement shall be spaced not farther apart than three times the wall or slab thickness, nor 450 mm.

13.6.6 Bundled bars

13.6.6.1 Groups of parallel reinforcing bars bundled in contact to act as a unit shall be limited to four in any one bundle.

13.6.6.2 Bundled bars shall be enclosed within stirrups or ties.

13.6.6.3 Bars larger than No.36 shall not be bundled in beams.

13.6.6.4 Individual bars within a bundle terminated within the span of flexural members shall terminate at different points with at least $40d_b$ stagger.

13.6.6.5 Where spacing limitations and minimum concrete cover are based on bar diameter d_b , a unit of bundled bars shall be treated as a single bar of a diameter derived from the equivalent total area.

13.6.7 Prestressing tendons and ducts

13.6.7.1 Clear distance between pretensioning tendons at each end of a member shall be not less than $5d_b$ for wire, nor $4d_b$ for strands. Closer vertical spacing and bundling of tendons may be permitted in the middle portion of a span.

13.6.7.2 Post-tensioning ducts may be bundled if shown that concrete can be satisfactorily placed and if provision is made to prevent the tendons, when tensioned, from breaking through the duct.

میلگردهای لایه‌های بالایی دقیقاً باید بالای میلگردهای لایه‌های زیری قرار گیرد و فاصله آزاد بین لایه‌ها کمتر از ۲۵ میلیمتر نباشد.

۱۳-۶-۳ در اعضای فشاری با آرماتورهای مارپیچ یا تنگ، فاصله آزاد بین میلگردهای طولی نباید کمتر از $1.5 d_b$ و یا ۴۰ میلیمتر باشد.

۱۳-۶-۴ محدودیت فاصله آزاد بین میلگردها به فاصله آزاد بین وصله میلگردهای همپوشانی شده و وصله‌ها یا میلگردهای مجاور نیز اعمال می‌شود.

۱۳-۶-۵ فاصله میلگردهای اصلی خمشی در دیوارها و دالها بجز تیرچه‌ها نباید از سه برابر ضخامت دال یا دیوار و یا ۴۵۰ میلیمتر بیشتر باشد.

۱۳-۶-۶ گروه میلگردها

۱۳-۶-۶-۱ در گروه میلگردهای موازی که بعنوان یک گروه واحد عمل می‌کنند، تعداد میلگردها نباید از چهار عدد بیشتر شود.

۱۳-۶-۶-۲ گروه میلگردها باید توسط خاموتها یا تنگها محصور شوند.

۱۳-۶-۶-۳ میلگردهای بزرگتر از نمره ۳۶ نمی‌توانند در تیرها به عنوان گروه میلگرد بکار روند.

۱۳-۶-۶-۴ هر یک از میلگردهای یک گروه میلگرد که در طول دهانه اعضای خمشی قطع می‌شوند باید در نقاط جدا از هم به فاصله حداقل $40d_b$ قطع شوند.

۱۳-۶-۶-۵ در مواردیکه محدودیت‌های فاصله و حداقل پوشش بتن براساس قطر میلگردها d_b تعیین می‌شود، یک گروه میلگرد باید بعنوان یک میلگرد تنها با قطر معادل سطح مقطع تمام میلگردهای واقع در آن گروه میلگرد در نظر گرفته شود.

۱۳-۶-۷ کابل‌های پیش تنیده و غلافها

۱۳-۶-۷-۱ فاصله آزاد بین کابل‌های پیش کشیده در هر انتهای عضو نباید کمتر از $5d_b$ برای مفتولها و $4d_b$ برای کابلها باشد. فواصل قائم کمتر و گروه کردن کابلها در قسمت میانی دهانه قابل قبول است.

۱۳-۶-۷-۲ چنانچه بتوان بتن ریزی را به نحو قابل قبولی اجرا نمود و تمهیدات لازم را برای جلوگیری از پارگی کابلها در هنگام کشیدن در داخل غلاف فراهم نمود، غلافهای پس تنیده می‌توانند بصورت گروهی اجرا شوند.

13.7 Concrete Protection for Reinforcement

۱۳-۷ پوشش بتن روی آرماتورها

13.7.1 Cast-in-place concrete (nonprestressed)

۱۳-۷-۱ بتن درجا (بدون پیش تنیدگی)

The following minimum concrete cover shall be provided for reinforcement:

حداقل پوشش بتن روی آرماتورها بشرح زیر است:

TABLE 15 – MINIMUM CONCRETE COVER – CAST IN PLACE
جدول ۱۵- حداقل پوشش بتن برای بتن درجا

Description شرح	Minimum Cover. mm حداقل پوشش (میلیمتر)
Concrete cast against and permanently exposed to earth بتن ریخته شده و در تماس دائمی با خاک	75
Concrete exposed to earth or weather: بتن در معرض خاک یا شرایط جوی:	50
No. 20 through No. 55 bars میلگردهای نمره ۲۰ تا نمره ۵۵	40
No. 16 bar, MW200 or MD200 wire and smaller میلگرد نمره ۱۶، مفتولهای MW200 یا MD200 و کوچکتر	40
Concrete not exposed to weather or contact with ground: بتنی که در معرض شرایط جوی یا تماس با خاک نباشد:	
Slabs, walls, joists: دالها، دیوارها، تیرچه ها :	
No. 45 and No. 55 bars میلگردهای نمره ۴۵ و ۵۵	40
No. 36 bar and smaller میلگرد نمره ۳۶ و کوچکتر	20
Beams, columns: تیرها و ستونها:	
Primary reinforcement, ties, stirrups, spirals آرماتورهای اصلی، تنگها، خاموتها و مارپیچها	20
Shells, folded plate members: پوسته ها، اعضای صفحه‌ای چین پلیسه ای:	13
No. 20 bar and larger میلگرد نمره ۲۰ و بزرگتر	20
No. 15 bar, MW200 or MD200 wire, and smaller میلگرد نمره ۱۵، مفتولها MW200 یا MD200 و کوچکتر	13
In contact with or above sea water: در تماس یا بالای آب دریا	
underside and sides of slabs سطوح زیری و جانبی دال	75
top side of slab سطوح بالایی دال	50
Beams تیرها	75

13.7.2 Precast concrete (manufactured under plant control conditions)

۱۳-۷-۲ بتن پیش ساخته (ساخت تحت شرایط کنترل

شده کارخانه ای)

The following minimum concrete cover shall be provided for prestressed and nonprestressed reinforcement:

حداقل پوشش بتن برای آرماتورهای پیش تنیده و غیر پیش

تنیده به شرح زیر است:

TABLE 16 – MINIMUM CONCRETE COVER – PRECAST CONCRETE
جدول ۱۶- حداقل پوشش بتن برای بتن پیش ساخته

Description شرح	Minimum Cover. mm حداقل پوشش (میلیمتر)
Concrete exposed to earth or weather: بتن در معرض خاک یا شرایط جوی Wall Panels: پانلهای دیوار No. 45 and No. 55 bars, prestressing tendons larger than 40 mm Diameter میلگردهای نمره ۴۵ و ۵۵ و کابلهای پیش تنیده با قطر بیش از ۴۰ میلیمتر No. 36 bar and smaller, prestressing tendons 40 mm diameter and smaller, MW 200 and MD 200 wire and smaller میلگرد نمره ۳۶ و کوچکتر، کابلهای پیش تنیده با قطر ۴۰ میلیمتر و کوچکتر، مفتولهای MW 200 و MD 200 و کوچکتر Other members: سایر اعضا: No. 45 and No.55 bars, prestressing tendons larger than 40 mm diameter میلگردهای نمره ۴۵ و ۵۵، کابلهای پیش تنیده با قطر بزرگتر از ۴۰ میلیمتر No. 20 through No.36 bars, prestressing tendons larger than 16 mm diameter through 40 mm diameter میلگردهای نمره ۲۰ تا ۳۶، کابلهای پیش تنیده با قطر بیش از ۱۶ میلیمتر تا ۴۰ میلیمتر No. 16 bar and smaller, prestressing tendons 16 mm diameter and smaller, MW200 or MD200 wire and smaller میلگردهای نمره ۱۶ و کوچکتر، کابلهای پیش تنیده با قطر ۱۶ میلیمتر و کوچکتر، مفتولهای MW200 یا MD200 و کوچکتر	40 20 50 40 30
Concrete not exposed to weather or in contact with ground: بتن که در معرض شرایط جوی یا تماس با خاک نباشد: Slabs, walls, joists: دالها، دیوارها، تیرچه ها: No.45 and No.55 bars, prestressing tendons larger than 40 mm diameter میلگردهای نمره ۴۵ و ۵۵، کابلهای پیش تنیده بزرگتر از ۴۰ میلیمتر Prestressing tendons 40 mm diameter and smaller کابلهای پیش تنیده با قطر ۴۰ میلیمتر و کوچکتر No.36 bar and smaller, MW200 or MD200 wire and smaller میلگرد نمره ۳۶ و کوچکتر تا مفتول MW200 یا MD200 و کوچکتر	30 20 10

TABLE 16 – Continued

ادامه جدول ۱۶

Description شرح	Minimum Cover. mm حداقل پوشش (میلیمتر)
Beams, columns: تیرها و ستونها: Primary reinforcement... d_b but not less than 16 and need not exceed میلگردهای اصلی d_b نباید کمتر از ۱۶ باشد و نیاز نیست پوشش از ۴۰ بیشتر شود Ties, stirrups, spirals تنگها، خاموتها، مارپیچها Shells, folded plate members: پوسته و اعضای صفحه ای چین پلیسه ای: Prestressing tendons کابلهای پیش تنیده No.20 bar and larger میلگرد نمره ۲۰ و بزرگتر No.16 Bar, MW200 or MD200 wire, and smaller میلگرد نمره ۱۶، مفتولهای MW200 یا MD200 و کوچکتر	40 10 20 16 10
In contact with or above sea water: در تماس یا بالای آب دریا underside and sides of slab سطوح زیری و جانبی دالها top side of slab سطوح بالای دال beams تیرها	75 50 75

13.7.3 Prestressed concrete-cast in place

13.7.3.1 The following minimum concrete cover shall be provided for prestressed and nonprestressed reinforcement, ducts, and end fittings, except as provided in Sections 13.7.3.2 and 13.7.2:

۱۳-۷-۳ بتن پیش تنیده درجا

۱۳-۷-۳-۱ حداقل پوشش آرماتورهای پیش تنیده و غیر پیش تنیده، لوله‌ها و اتصالات بجز موارد بندهای ۱۳-۷-۳-۲ و ۱۳-۷-۳-۳ بشرح جدول زیر است:

TABLE 17 – MINIMUM CONCRETE COVER – PRESTRESSED CAST IN PLACE
جدول ۱۷- حداقل پوشش بتن برای بتن پیش تنیده درجا

Description شرح	Minimum Cover. mm حداقل پوشش (میلیمتر)
Concrete cast against and permanently exposed to earth بتن در مجاورت دائمی خاک	75
Concrete exposed to earth or weather: بتن در مجاورت خاک یا شرایط جوی Wall panels, slabs, joists پانلهای دیوار، دالها و تیرچه ها Other members سایر اعضا	25 40
Concrete not exposed to weather or in contact with ground: بتنی که در معرض شرایط جوی و خاک نباشد: Slabs, walls, joists دالها، دیوارها، تیرچه ها Beams, columns: تیرها و ستونها: Primary reinforcement آرماتورهای اصلی Ties, stirrups, spirals تنگها، خاموتها، مارپیچ ها Shells, folded plate members: پوسته ها و اعضای با صفحات چین پلیسه ای: No.16 bar, MW200 or MD200 wire, and smaller میلگرد نمره ۱۶ و مفتولهای MW200 یا MD200 و کوچکتر Other reinforcement سایر آرماتورها	20 40 25 10 d_b but not less than 20 معادل d_b ولی حداقل ۲۰
In contact with or above sea water: در تماس یا روی آب دریا: underside and sides of slab سطوح زیری و جانبی دالها top side of slab سطوح بالایی دال beams تیرها	75 50 75

13.7.3.2 For prestressed concrete members exposed to earth, weather, or corrosive environments, minimum cover shall be increased 50 percent.

13.7.4 Bundled bars

For bundled bars, minimum concrete cover shall be equal to the equivalent diameter of the bundle, but need not be greater than 50 mm, except for concrete cast against and permanently exposed to earth, minimum cover shall be 75 mm.

13.7.5 Corrosive environments

In corrosive environments or other severe exposure conditions, amount of concrete protection shall be suitably increased, and denseness and nonporosity of protecting concrete shall be considered, or other protection shall be provided.

13.7.6 Future extensions

Exposed reinforcement, inserts, and plates intended for bonding with future extensions shall be protected from corrosion.

13.7.7 Fire protection

When the general building standard requires a thickness of cover for fire protection greater than the minimum concrete cover specified in Clause 13.7, such greater thicknesses shall be according to [IPS-E-CE-260](#).

13.8 For additional information regarding reinforcement details for columns, connections, lateral reinforcement for compression and flexural members, shrinkage and temperature reinforcements and requirements for structural integrity, reference is made to Chapter 7 of ACI 318M.

۱۳-۷-۳-۲ برای اعضای پیش تنیده بتنی که در معرض خاک، شرایط جوی یا محیط‌های خوردنده قرار می‌گیرند حداقل پوشش بتن باید ۵۰ درصد افزایش یابد.

۱۳-۷-۴ گروه میلگردها

برای گروه میلگردها حداقل پوشش بتن معادل قطر معادل گروه میلگرد تعیین می‌شود، اما لازم نیست این مقدار از ۵۰ میلیمتر زیادتر باشد، بجز برای بتن در معرض دائمی خاک که حداقل پوشش باید ۷۵ میلیمتر باشد.

۱۳-۷-۵ شرایط خوردنده

در محیط‌های خوردنده یا سایر شرایط شدید، پوشش بتن باید به میزان مناسبی افزایش یابد و تراکم و عدم تخلخل بتن باید مدنظر قرار گیرد و یا سایر اقدامات حفاظتی بکار رود.

۱۳-۷-۶ توسعه در آینده

آرماتورها، قطعات، و ورق‌های کارگذاشته شده در بتن به منظور توسعه آینده باید در برابر خوردگی محافظت شوند.

۱۳-۷-۷ محافظت در برابر آتش سوزی

در مواردیکه استاندارد کلی ساختمان نیازمند پوشش محافظ بیشتری نسبت حداقل پوشش‌های بتن بر طبق بند ۱۳-۷ باشد. مقادیر بزرگتر پوشش باید بر اساس [IPS-E-CE-260](#) منظور شود.

۱۳-۸ برای اطلاعات تکمیلی در مورد جزئیات ستونها، اتصالات، آرماتورهای عرضی برای اعضای فشاری و اعضای خمشی، آرماتورهای افت و حرارت و الزامات یکپارچگی سازه به فصل 7 استاندارد ACI 318M مراجعه شود.