



حامدزندوکیلی

کارشناس مهندسی عمران

عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مدیر وب سایت:



حامدزند وکیلی

متولد 1362

رئیس هیات مدیره شرکت روناک صنعت رامونا

کارشناس مهندسی عمران

عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

طراح و مشاور ساختمان های صنعتی

TEL:+98 933 537 8539

+98 9124378539

+98 2122421435

WEB SITE:[WWW.RONAKR.CO.COM](http://WWW.RONAKR.CO.COM)

EMAIL:[RONAKR.RCO@GMAIL.COM](mailto:RONAKR.RCO@GMAIL.COM)

SOCILA MEDIA:HAMED ZANDEVAKILI



## کاشت بولت در فنداسیون

ترجمه و تالیف : حامد زندوکیلی

کارشناس پایه دوم مهندسی عمران

عضو سازمان نظام مهندسی ساختمان استان تهران

مرجع:

### ACI 318-2005 APPENDIX D

#### APPENDIX D — ANCHORING TO CONCRETE

مهار بولت در بتن از مهمترین و پیچیده ترین سر فصل های مهندسی ساختمان می باشد که متاسفانه منابع و راهنمای مناسب برای مجریان و طراحان براحتی در دسترس نیست لذا در این متن کوتاه جهت آگاهی بیشتر همکارانی که نیاز به این اطلاعات فنی دارند به نشر تجربیات اجرایی خودم در چند پروژه صنعتی اقدام می کنم.

از بهترین مراجع برای این موضوع می توان آیین نامه بتن آمریکا را نام برد :

#### مهار شدگی به صورت درجا:

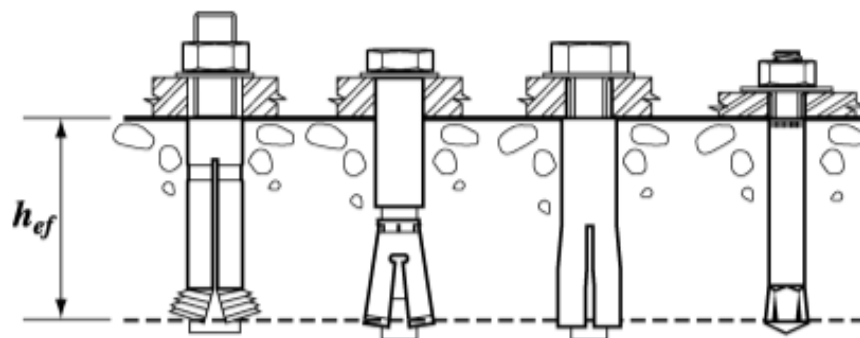
کاشت بولت در فنداسیون یا دیوار پیش از بتن ریزی را مهار درجا می نامند و مهمترین آیتم در پایداری تعیین دقیق طول مهاری می باشد. عملکرد اصلی بولت ها در کشش تعیین کننده طول مهاری است. لذا پس از طراحی کششی براساس حد نهایی مقطع لازم از نیروی های اعمالی قطر بولت را مشخص میکند.

در صورتیکه میل مهار تنها نیروی فشاری را تحمل کند از نظر طراحی نیازی به میل مهار نیست و فقط از لحاظ اجرایی مورد نیاز است. ولی در صورت وجود نیروی برشی و کششی طراحی باید براساس ضوابط پیچ ها صورت پذیرد.

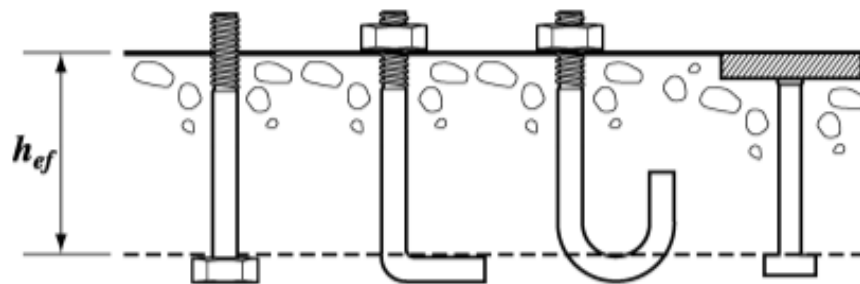
معایب این سیستم: به کرات مشاهده شده این مدل کاشت بولت بدرستی در بتن مهار نشده و بعد از بتن ریزی تحت فشار هیدرو استاتیکی تغییر مکان میدهد و گاهی در اثر بی دقتی نصاب جای بولت کلا اشتباه زده میشود که سبب خسارت جبران ناپذیر به سیستم سازهای می گردد.  
محاسن: ایده آل ترین نوع مهار اتصال گرم بین آنکر بولت و بتن است.

**مهارشدگی به صورت غیر درجا:**

کاشت بولت به صورت مکانیکی با رول بولت و یا شیمایی با استفاده از انواع چسب ها و گروت



(a) Post-installed anchors



(b) Cast-in-place anchors

**ضوابط عمومی مربوط به مقاومت مهاریهها:**

الف) مقاومت فولاد میل مهار در کشش

ب) مقاومت فولاد مهاریهها در برش

پ) مقاومت پکیدگی بتن با مهارى تحت کشش

ت) مقاومت پکیدگی بتن با مهارى تحت برش

ث) مقاومت بیرون کشیدگی مهارى در کشش

ج) مقاومت ترکیدگی سطح جانبى بتن با مهارى تحت کشش

چ) مقاومت اهرمى بتن با مهارى تحت برش

مود های گسیختگی مهاریها:

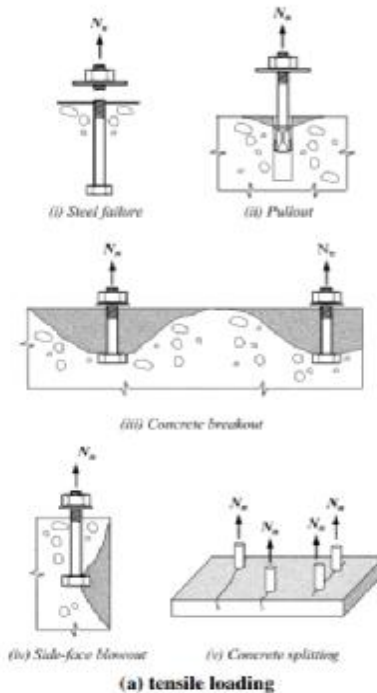
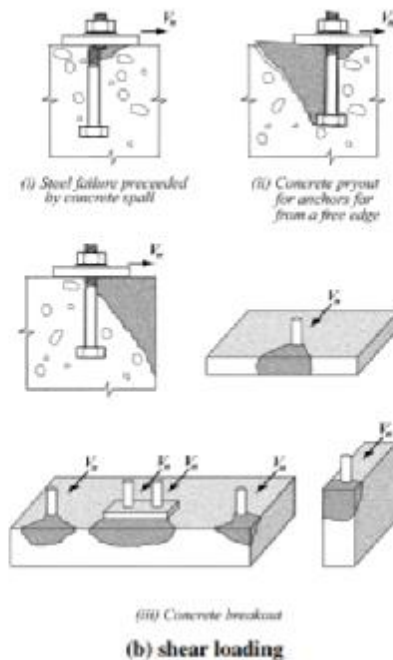
الف) بیرون کشیدگی مهارى

ب) گسیختگی فولاد

پ) ترکیدگی بتن

ت) شکاف خوردگی بتن

ث) پکیدگی وجه جانبى



بر اساس مفاهیم مکانیک شکست زاویه منشور پکیدگی تقریباً 35 درجه است. در تصویر زیر مخروط پکیدگی برای کشش و برش نشان داده شده:

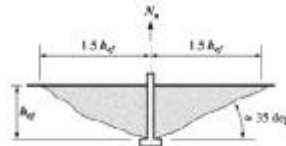


Fig. RD.4.2.2(a) – Breakout cone for tension

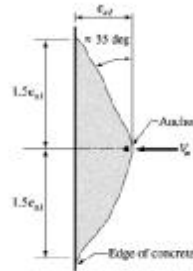


Fig. RD.4.2.2(b) – Breakout cone for shear

به علت مفصل بودن این مبحث که حدود 40 صفحه از آیین نامه را در بر گرفته نکات مهم و کاربردی گلچین شده و جنبه اجرایی مد نظر قرار گرفته

**الف: مقاومت فولاد مهاري در کشش:**

$$N_{sa} = n A_{se} f_{uta}$$

where **n** is the number of anchors in the group, and **f<sub>uta</sub>** shall not be taken greater than the smaller of **1.9f<sub>ya</sub>** and 125,000 psi.

n = معرف تعداد میل مهارها

$$1.9f_{ya} < f_{uta} < 860 \text{ MPa}$$

محدود کردن مقدار برای تضمین کوچکتر شدن تنش مهاری از مقدار تنش تسلیم مهاری تحت شرایط بهره برداری است

$$A_{se} = \pi / 4 (d_o - 0.09743/nt)^2$$

nt = معرف تعداد دنده ها در واحد طول

سطح مقطع موثر یک مهاری می بایست توسط کارخانه سازنده مهارها با مساحت کاهش یافته مکانیزم انبساطی برای پیچ های دندانه دار براساس استاندارد زیر مشخص شود:

**ANSI/ASME B1.1**

<https://www.gewinde-normen.de/en/unified-coarse-thread.html>

ب1: مقاومت پکیدگی بتن با مهار تحت کشش برای مهاری تک:

$$N_{cb} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp}, N_b$$

ب2: مقاومت پکیدگی بتن با مهار تحت کشش برای مهاری گروهی:

$$N_{cbg} = (A_{Nc} / A_{Nco}) \psi_{ec} \psi_{ed,N} \psi_{c,N}, N_b$$

$$N_b = 0.006 \sqrt{f_c} h_{ef}^{3/5}$$

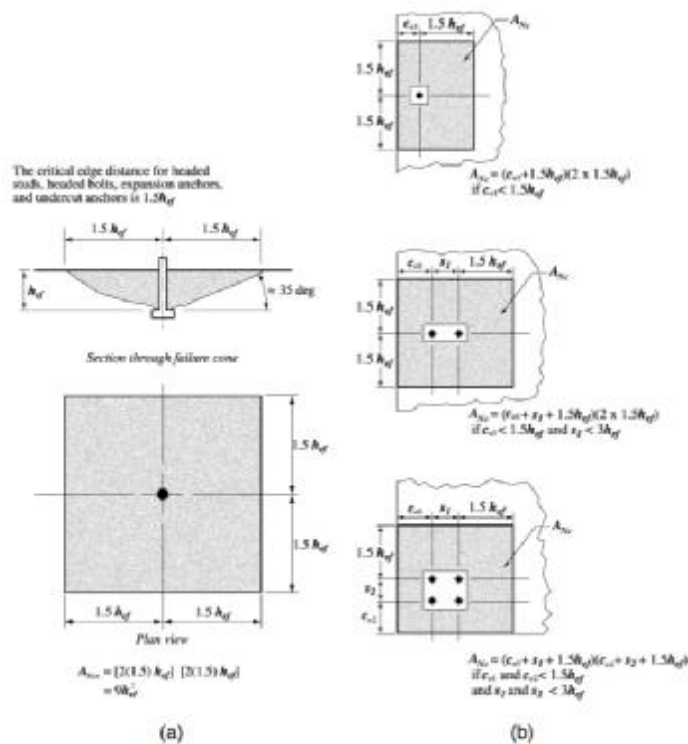
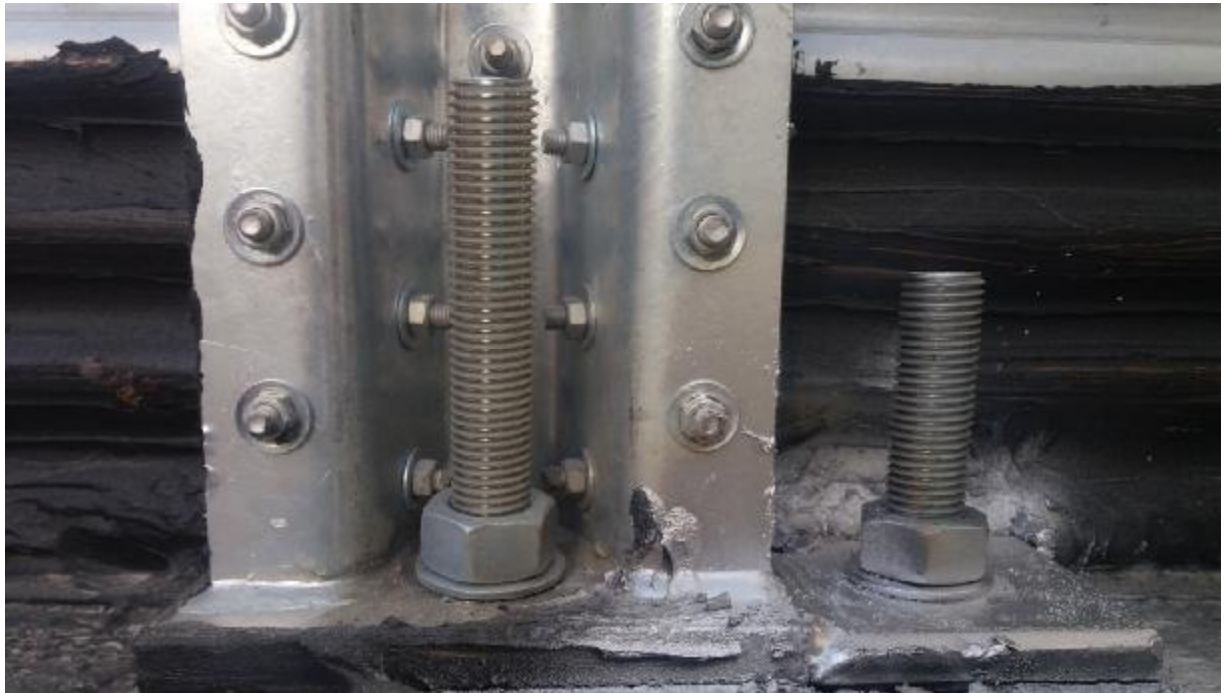


Fig. RD.5.2.1(a) — Calculation of  $A_{Nco}$ ; and (b) projected areas for single anchors and groups of anchors and calculation of  $A_{Nc}$ .

ANC=مساحت تصویر شده گسیختگی بتنی براساس مفاهیم مکانیک شکست و مشور 35 درجه

با توجه به رابطه مستقیم مساحت بالا با مقاومت پکیدگی چناچه گروه های مهاری به صورتی قرار گیرند که سطح تصویر شده آنها با یکدیگر هم پوشانی داشته باشد لازم است که بر این اساس مقدار آن کاهش داده شود.

این کاهش سبب کاهش مقاومت گروه مهاری میشود و در جایی شبیه تصویر ذیل نشان داده شده:



گاهی در کاشت مجدد بولت به خاطر عدم تامین طول مهاریه بولت اصلی مجبور به کاشت بولت کمکی میشویم. بعنوان مثال در کاشت با چسب شیمایی بولت با میلگرد فنداسیون برخورد کرده و امکان سوراخ کردن مهیا نیست. پس از بولت دیگری شبیه تصویر استفاده شده است. در واقع ضریب:

$$\Psi_{ec}$$

که وجه افتراق مهار گروهی و تکی میباشد همواره کمتر از 1 است و در صورت رعایت شعاع حداقل گسیختگی برابر 1 میباشد. چنانچه مهاریهها به صورتی در نزدیکی یک لبه قرار گیرند که فضای کافی برای تشکیل پکیدگی کامل وجود نداشته باشد. جهت منعکس کردن اثر مساحت ظرفیت لهیدگی بار محوری مجددا کاهش داده میشود

توجه: این ضریب اصلاح مربوط به گروه های مهاریه با بار خارج از مرکز میباشد.



در این مقاله کوتاه تفسیر آیین نامه و روش های طراحی ممکن نمی باشد لذا ترجیحا در بحث جداگانه این موارد مطرح خواهد شد .

در ادامه تجربیات نگارنده از چند پروژه اجرایی بحث میشود.

-عدم تامین طول رزه حداقلی: در هنگام رخ دادن نیروی کششی محوری بولت زمان کمتری برای فرار دارد لذا تامین 15 سانتی متر فضای بیرون از صفحه ایده آل است:



-عدم پر شدن زیر صفحه ستون عملا از انتقال 100 درصدی نیروی تماسی جلوگیری می کند :



-خم کردن بولت گالوانیزه در اثر حرارت جهت عبور از لابه لای میلگردها سبب کاهش مقاومت برشی و کششی میشود:



- بریدن میلگرد فنداسیون جهت عبور بولت سبب کاهش شدید مقاومت پکیدیگی میشود:



-جمع شدن آب در حفره بولت سبب زنگ زدگی و تولید یون های مضر میشود:



-خم کردن بولت با حرارت جهت عبور از سوراخ سبب ایجاد ضعف مقاومت برشی و کششی میشود:



-بیرون زدگی بولت بدون قله کن شدن نشانی است بر معیوب بودن چسب کاشت یا اسفنجی بودن بتن در اثر آب زیاد و مصالح ریز دانه رودخانه ای:



- ترک های گسترش یافته در اثر نبود میلگرد محصور کننده بولت:



- کاشت بولت ایده ال به شکلی است که چسب در اثر چرخش مناسب بیرون بزند:



-فاصله بدنه بولت از دیواره سوراخ حداقل 20میل باشد:



- جهت آسیب ندیدن رزوه های بولت هنگام ضربه زدن مطلوب است شبیه تصویر عمل کرد:



- واشر مناسب سبب گسترش توزیع نیرو میشود:





**ANCHORING TO CONCRETE**  
ACCORDING TO ACI  
PREPARED BY HAMED ZANDEVAKILI

