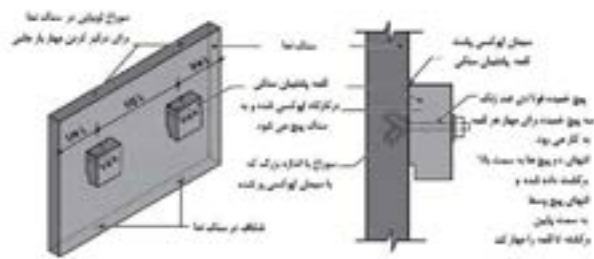


# الزامات طراحی و اجرای نمای سنگی (بخش سوم)

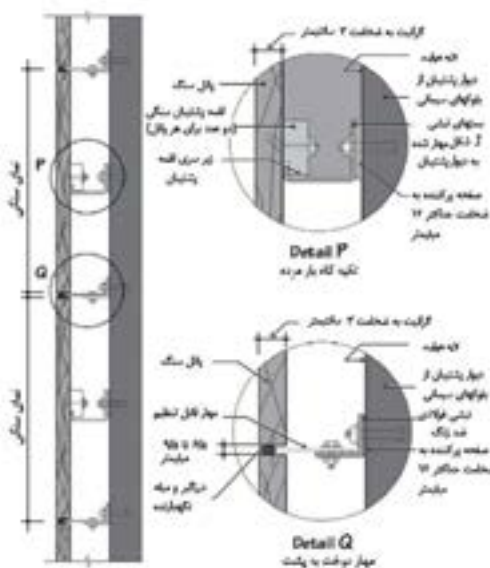
را برای نصب‌کننده فراهم می‌کند که معلوم شود آیا بست‌ها در محل مورد نظر قرار گرفته‌اند و به‌طور کامل داخل سوراخ‌ها فرو رفته‌اند یا خیر (شکل ۸).



شکل ۵ - قطعه سنگ نما همراه با قطعات  
لقمه سنگی نصب‌شده در فاصله ۲۵/۰ طول قطعه



شکل ۶ - بست‌های نبشی ل شکل  
مهارشده به دیوار پشتیبان بلوک سیمانی یا بتنی



شکل ۷ - مقطعی از نمای سنگی متصل به دیوار  
بنایی با بلوک سیمانی به کمک لقمه‌های پشتیبان

... مهندس شهرام علیزاده  
مدیر عامل شرکت آلوکد



## اشاره

با توجه به اهمیت سنگ‌ها در نماهای ساختمان‌های ساخته‌شده در کشور و تجربیات حاصل از زلزله‌های اخیر و استقبال از مبحث الزامات طراحی و اجرای نمای سنگی ( ضابطه ۷۱۴)، این بحث را در بخش سوم و چهارم نیز ادامه خواهیم داد.  
در بخش سوم به ادامه مطالب مربوط به روش‌های مهار در نما می‌پردازیم:

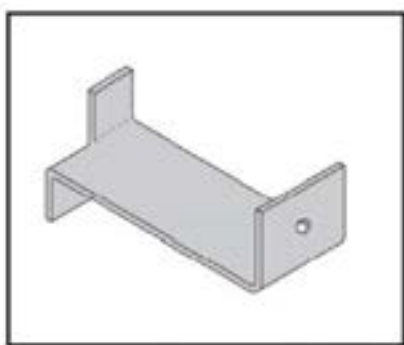
## انواع مهار در نماهای مهارشده

### ۱. لقمه‌های پشتیبان (روش نصب مستقیم)

در این روش هر یک از سنگ‌های نما جهت تحمل بارهای ثقلی و جانبی به‌صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل می‌شود. بار ثقلی هر یک از قطعات سنگ نما به‌وسیله دو تکیه‌گاه به دیوار پشت‌بند منتقل می‌شود که این تکیه‌گاه‌ها شامل لقمه‌های پشتیبان می‌باشند. لقمه‌های پشتیبان که نقش آنها، انتقال بار از سنگ به مهار می‌باشد شامل قطعاتی از سنگ یا فلز هستند که در هنگام ساخت سنگ‌های نما به‌وسیله اتصال مکانیکی ضدزنگ آغشته به چسب به پشت سنگ متصل می‌شوند (شکل ۵). ماده چسبنده، تنها به‌منظور تسهیل اتصال لقمه‌های پشتیبان به سنگ استفاده می‌شود. اتصال مکانیکی باید شامل دو یا تعداد بیشتری بست فولادی ضدزنگ به ازای هر لقمه باشد که انتهای آن یا تمام طول آن با زاویه ۳۰ یا ۴۵ درجه، یکی رو به بالا و یکی رو به پایین از پشت لقمه پشتیبان تا داخل سنگ ادامه می‌یابد (استفاده از مهارهایی مانند شکل ۸ اجرایی‌تر است). مهره این بست‌ها پس از گیرش چسب لقمه پشتیبان، محکم می‌شود. لقمه‌های پشتیبان می‌توانند دارای یک برش شیاری باشند تا شکافی تشکیل دهند که به بست‌های نبشی ل شکل که به دیوار پشتیبان بلوک سیمانی یا بتنی مهار شده‌اند، متصل شوند یا می‌توان آنها را به‌صورت مربعی برش داد (شکل ۵ تا ۷). بست‌های مکانیکی تعبیه‌شده در سنگ باید به‌اندازه طول‌های محاسبه‌شده، از قبل برش داده شده باشند، به صورتی که هنگامی که به‌طور کامل داخل سوراخ‌های تعبیه‌شده جای می‌گیرند، انتهای آنها در سطح لقمه پشتیبان قابل رویت باشد. این موضوع، این امکان

- ۲۱ - سطح تماس لقمه پشتیبان با سنگ نما که باید توسط چسب اپوکسی پوشانده شود.
- ۲۲ - فضای خالی بالای شکاف به منظور جلوگیری از بارگذاری نقطه‌ای ناشی از ناهمواری‌ها و تیرانس اجرایی که توسط مصالح تراکم پذیر پر می‌شود.
- ۲۳ - گوشه نمایان سنگ که باعث عدم امکان اجرای مهار در گوشه می‌شود.
- ۲۴ - سوراخ‌های مهار حداقل باید ۲۰ میلی‌متر بالاتر از شکاف و گوشه لقمه باشد.
- ۲۵ - ارتفاع لقمه حداقل باید سه برابر فاصله محل اتصال مهار به سنگ تا گوشه لقمه باشد.
- ۲۶ - فاصله محل اتصال مهارها به سنگ نما باید حداقل ۴ برابر عمق نفوذ آنها در سنگ نما باشد.
- ۲۷ - حداقل فاصله مجاز محل پیچ از اتصال نبشی به دیوار پشتیبان تا بالای نبشی باید به گونه‌ای باشد که نیروی بیرون آمدگی عمود بر سطح سنگ را تحمل کند.
- ۲۸ - حداقل فاصله مجاز محل پیچ از اتصال نبشی به دیوار پشتیبان تا پایین نبشی باید به گونه‌ای باشد که نیروی بیرون آمدگی عمود بر سطح سنگ نما را تحمل کند.
- در ساخت و نصب نماهای سنگی، بست‌های دوتکه به پشت، جهت تحمل بارهای جانبی به کار می‌روند و شامل بست‌های دم دوتکه هستند که قسمت انتهایی آنها (بست‌ها) در داخل شیار ایجاد شده در قطعه سنگ مهار می‌شود (شکل ۹).

نکته: این روش در مواردی که لبه سنگ نمایان باشد یا به وسیله مهار قابل دسترسی باشد، کاربرد دارد. لقمه پشتیبان به همراه مهار تحتانی می‌تواند بار ثقیل و بار جانبی را تحمل کند (مهار برای لقمه پشتیبان از کنار یا بالا فقط می‌تواند نیروی جانبی را تحمل کند).

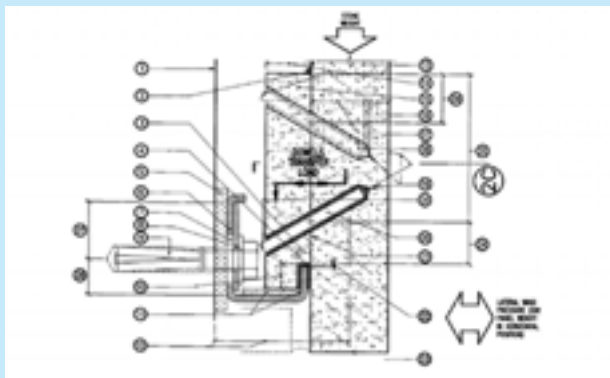


شکل ۹ - نمونه‌ای از بست‌های دم دوتکه

همان‌طور که در شکل ۱۰ نمایش داده شده است بست‌های دم دوتکه می‌توانند به صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل شوند یا آنها را می‌توان به نبشی تکیه‌گاهی که به دیوار پشتیبان متصل است مهار کرد (شکل ۱۱). متصل کردن بست‌ها به نبشی تکیه‌گاهی باعث افزایش قابلیت تنظیم آنها در محل می‌شود.



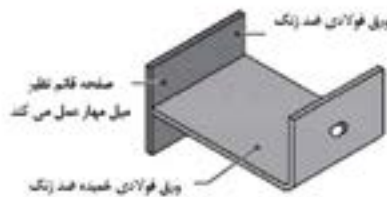
شکل ۱۰ - بست‌های دم دوتکه که به صورت مستقیم به دیوار پشتیبان متصل شده‌اند



شکل ۸ - لقمه پشتیبان در زردار

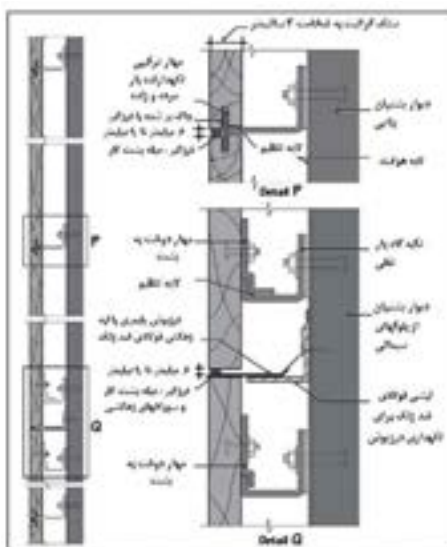
- ۱ - دیوار پشتیبان نما
- ۲ - پوشش درزبندی در بالای لقمه پشتیبان از جنس اپوکسی برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به اتصال لقمه به سنگ
- ۳ - فرورفتگی ایجاد شده در لقمه پشتیبان برای ایجاد شکاف برای تحمل بار جانبی
- ۴ - در شکاف باید مواد تراکم‌پذیر برای تماس مناسب سنگ و مهار و جلوگیری از لرزش آن قرار داده شود.
- ۵ - صفحه فلزی یا پلاستیک برای تنظیم موقعیت تکیه‌گاه مهار که باید از سطح صفحه خمیده مهار در راستای اتصال به دیوار پشتیبان اندکی بزرگ‌تر باشد و ضخامت آن باید حداقل مقدار ممکن باشد. ضخامت زیاد آن در پیچ مهار خمش ایجاد کرده و ظرفیت آن را کاهش می‌دهد.
- ۶ - صفحه فولادی خم‌کاری شده مهاری دارای لبه برای قرار گرفتن در شکاف لقمه پشتیبان که باید دارای پوشش یا جنس ضدزنگ باشد. این قطعه وظیفه تحمل بارهای ثقیل و جانبی ناشی از سنگ نما را دارد و باید برای آن طراحی گردد.
- ۶A - نبشی نشیمن فقط به عنوان تکیه‌گاه ثقیل از ناشاقولی در هنگام نصب نبشی باید احتراز کرد.
- ۷ - حفره‌ها با ابعاد بزرگ‌تر در نبشی برای ایجاد قابلیت تنظیم موقعیت اتصال به دیوار پشتیبان با لبه پائین لقمه پشتیبان سنگ
- ۸ - قطعه جلوگیری‌کننده از لغزش اتصال که پس از تنظیم موقعیت تکیه‌گاه نصب می‌شود.
- ۹ - پیچ بازشونده متصل‌کننده نبشی به دیوار پشتیبان
- ۱۰ - حداقل ارتفاع شکاف ۱۰ میلی‌متر می‌باشد.
- ۱۱ - نشیمن سنگ از جنس پلاستیک یا لاستیک تراکم‌ناپذیر برای تنظیم ارتفاع
- ۱۲ - فاصله مرکز ثقل سنگ تا دیوار پشتیبان به منظور حداقل کردن لنگر خارج محور وارده به مهارها و نیروی خارج‌کننده آنها باید حداقل ممکن از لحاظ اجرایی باشد.
- ۱۳ - سنگ نما
- ۱۴ - مهارهای متصل‌کننده لقمه به سنگ که تمام ضخامت لقمه را در برمی‌گیرد.
- ۱۵ - لقمه پشتیبان از جنس مشابه سنگ نما، ظرفیت نما به صورت غیرخطی با افزایش طول لقمه، ضخامت لقمه و تعداد مهارهای متصل‌کننده لقمه افزایش می‌یابد.
- ۱۶ - میزان نفوذ مهار در داخل نمای سنگی به اندازه دوسوم ضخامت سنگ باید باشد.
- ۱۷ - فضای خالی انتهایی حفره سوراخ برای مهار باید به منظور جلوگیری از بیرون آمدن مهار از سنگ حداقل باشد.
- ۱۸ - مهار قفل‌کننده با شاخک انتهایی یا مهار ثانویه‌ای با شیب مخالف مهار اصلی. مهار باید به‌طور کامل با چسب اپوکسی مناسب چسبانده شده باشد. وجود شاخک فقط در صورتی لازم است که مهار اصلی در شیب مخالف مهار ثانویه قرار نگرفته باشد.
- ۱۹ - حفره‌ها با جهت مخالف قائم، در صفحه افقی تیر به صورت شیبدار از لقمه پشتیبان به‌سوی سنگ نما باید سوراخ‌کاری شود.
- ۲۰ - مهار اصلی که وظیفه اتصال بار از سنگ نما به لقمه پشتیبان را دارد و به‌طور کامل در چسب اپوکسی قاب مدفون شود. مهار اصلی باید به صورت شیبدار رو به بالا و شیبدار در صفحه افق اجرا شود.

بر عهده دارد استفاده کرد. این بست‌ها از دو قطعه فولاد ضدزنگ ساخته می‌شوند که شامل یک ورق فولادی خمیده و یک ورق فولادی صاف می‌باشد (شکل ۱۴).

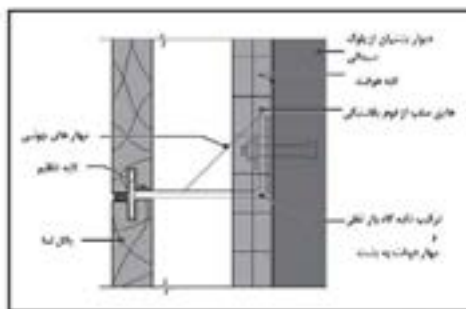


شکل ۱۴ - بست‌های ترکیبی بار ثقلی و جانبی شامل ورقه فولادی ضدزنگ

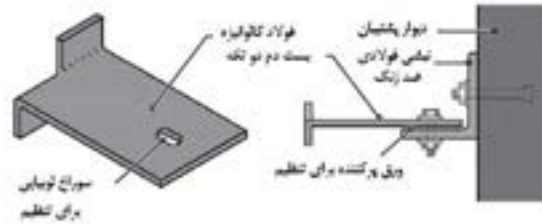
استفاده از یک نوع بست، نصب قطعات نما را به‌طور قابل ملاحظه‌ای ساده خواهد کرد. در مواقعی که استفاده از درزپوش مورد نیاز است تکیه‌گاه‌های بار ثقلی و مهارهای بار جانبی باید به‌صورت جداگانه به کار روند (جزئیات Q در شکل ۱۵). در مواقعی که درزگیر مورد نیاز است تکیه‌گاه‌های بار ثقلی و مهارهای بار جانبی به‌صورت جداگانه به کار می‌روند. در مواقعی که از فوم‌های سخت بین نما و دیوار پشتیبان به‌عنوان عایق استفاده می‌شود، مطابق شکل ۱۶ عایق باید در اطراف بست‌های بار ثقلی و بار جانبی بریده شوند و باید در این موارد از بست‌های قوی‌تری استفاده کرد یا بست‌ها را مهاربندی و تقویت کرد.



شکل ۱۵ - مقطعی از نمای سنگی اجراشده با بست‌های ترکیبی بار ثقلی و جانبی، شامل ورقه فولادی ضدزنگ



شکل ۱۶ - روش دیگری از جزئیات p در شکل ۱۵



شکل ۱۱ - بست‌های دم دوتکه تنظیم شونده که به‌وسیله نبشی تکیه‌گاهی که به دیوار پشتیبان متصل شده‌اند

شیار موجود در قطعات سنگی نما باید قبل از نصب بست‌ها به‌صورت کامل با درزگیر زود سخت شونده پر شوند (شکل ۱۲). نفوذ ناقص درزگیر ممکن است به نفوذ آب باران به داخل شیار منجر شود و در اثر چرخه‌های یخ زدن باعث آسیب به قطعه سنگ نما شود.

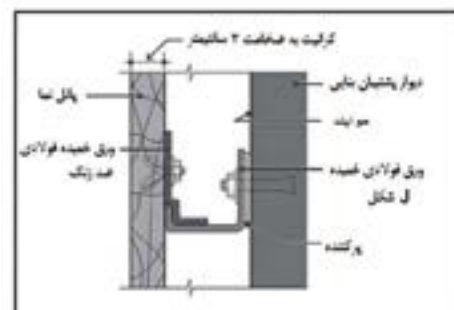


شکل ۱۲ - پر کردن شیار موجود در قطعات سنگی قبل از نصب بست‌ها

تعداد بست‌ها بر پایه مقاومت بست و نیز میزان نیروی جانبی وارده تعیین می‌شود. به‌طور کلی حداقل چهار بست برای قطعات بزرگ‌تر از  $1M^2$  باید پیش‌بینی شود و در صورت افزایش مساحت قطعه به اتصالات بیشتری نیاز است.

## ۲. بست‌های ورق خمیده به‌عنوان جایگزین قطعات لقمه سنگی

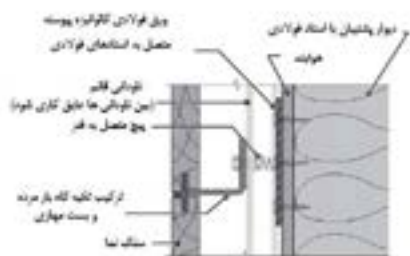
معمولاً در اجرای نمای سنگی از بست‌های ورقه فولادی ضدزنگ خمیده به‌عنوان جایگزین قطعات لقمه سنگی استفاده می‌شود (شکل ۱۳). در شرایطی که از این نوع بست استفاده شود به دلیل وزن کمتر، وزن قطعات سنگ کاهش یافته و باعث کاهش بار مرده می‌شود. بست‌های فولادی نیز مانند قطعات لقمه سنگی به‌وسیله پیچ و چسب به قطعات سنگ متصل می‌شوند.



شکل ۱۳ - بست‌های ورقه فولادی ضدزنگ خمیده به‌عنوان جایگزین قطعات سنگی در تحمل بار ثقلی

## ۳. ترکیب بست‌های مهار بار ثقلی و بار جانبی در یک بست

تکیه‌گاه بار ثقلی و بست‌های دوخت به پشت (جهت انتقال بار جانبی) در نماهای سنگی را می‌توان ترکیب کرد و فقط از یک بست که هر دو وظیفه انتقال بار ثقلی و بار جانبی را



شکل ۲۰ - نصب ناودانی‌های قائم به دیوار پشتیبان فولادی

#### ۵. درزهای بین قطعات یا پانل‌های سنگی

– درزهای بین سنگ‌ها باید متناسب با موارد زیر باشد:

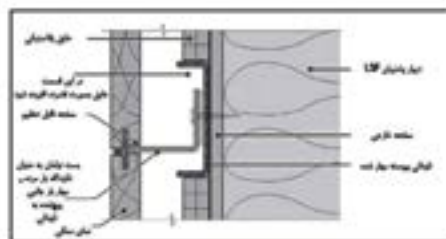
- ۱ – رواداری‌های ابعادی سنگ
- ۲ – رواداری‌های اجرایی
- ۳ – تغییرات ابعادی در سنگ به دلیل عواملی چون تغییرات دما، کرنش و رطوبت
- ۴ – جابجایی‌های سازهای نظیر تغییر طول ستون، تغییر مکان‌های جانبی سازه و پیچش و خیز تیر پیشانی
- ۵ – تأثیرات بلندمدت ناشی از خزش یا جاری شدن پلاستیک
- ۶ – مهارها
- ۷ – درزگیرها و میله پشتیبان برای نسبت ابعادی صحیح درزگیر
- سازگاری درزهای افقی با تغییرات ابعادی بیشتر از درزهای قائم است.
- جلوگیری از حرکت سنگ نما ممکن است به ایجاد تنش‌های زیادی از حد و در نهایت، شکست منجر گردد. تعبیه درزهای نرم و باز سازه‌ای می‌تواند مانع از چنین شکست‌هایی گردد.

– یک درز نرم، درزی است که مانع از انتقال بار از سنگ مجاور در عرض درز می‌گردد، عرض درز در صورتی که هر سنگ به‌صورت جداگانه مهار شده باشد و بسته به درزگیر مورد استفاده، معمولاً می‌تواند ۲ تا ۴ برابر جابجایی پیش‌بینی شده باشد. به‌عنوان مثال، برای جابجایی پیش‌بینی شده ۴/۸ میلی‌متر، عرض درز باید ۹/۵ میلی‌متر تا ۱۹/۱ میلی‌متر باشد. در برخی از طرح‌ها، سنگ‌ها طوری روی هم قرار می‌گیرند که بارهای ثقیلی را منتقل کنند. در صورت استفاده از دیوارهای غیرمهندسی، اگر این سنگ‌های روی هم قرار گرفته در ارتفاع بیشتر از ۹/۱۴ متر از سطح تراز زمین مجاور نصب شده باشند، باید از ارتفاع مازاد بر ۹/۱۴ متر، در فواصل قائم حداکثر ۳/۶۶ متری، تکیه‌گاه‌های افقی برای آنها پیش‌بینی شده باشد.

– به‌منظور حفظ عملکرد غیرمقید یک درز نرم، ویژگی‌های درزگیر باید در نظر گرفته شود.

– در مرحله گیرش، باید دقت شود که از ورود احتمالی مصالح سخت به داخل درزهای باز جلوگیری شود. تمرکز تنش حاصله در نقاط گیردار می‌تواند به خرد شدن سنگ یا شکست احتمالی مهار یا هر دو شود.

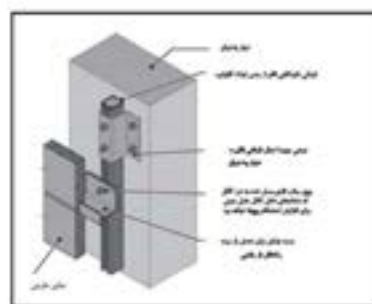
جزئیات ارائه شده در این بخش را می‌توان با ایجاد اصلاحاتی که در شکل ۱۷ نمایش داده شده است، جهت دیوارهای پشتیبان فولادی سرد نورد LSF نیز به کار برد.



شکل ۱۷ - جزئیات تیپ نمای سنگی متصل به دیوار پشتیبان فولادی سرد نورد LSF

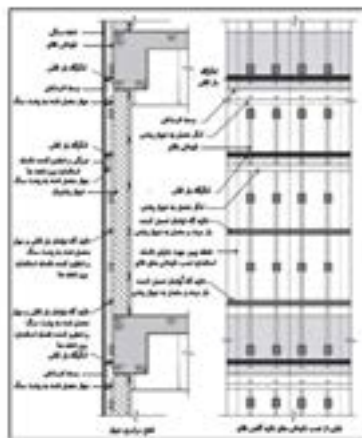
#### ۴. روش نصب قطعات سنگ نما به وسیله قطعات ناودانی شکل عمودی

با استفاده از ناودانی‌های تکیه‌گاهی عمودی پیوسته روند نصب قطعات سنگ نما به شکل قابل ملاحظه‌ای ساده می‌شود (شکل ۱۸). سازندگان تکیه‌گاه‌های ناودانی شکل از لوازم متنوعی جهت اتصال ناودانی به دیوار پشتیبان استفاده می‌کنند.



شکل ۱۸ - ناودانی‌های تکیه‌گاهی عمودی پیوسته

همان‌طور که در شکل ۱۸ نمایش داده شده است ناودانی‌های تکیه‌گاهی در فواصل یک‌چهارم قطعات سنگ نما به دیوار پشتیبان متصل می‌شوند و از طبقه‌ای به طبقه دیگر ادامه پیدا می‌کنند و در تراز هر طبقه به وسیله بست به تیر لبه سقف متصل می‌شوند (شکل ۱۹). هنگامی که دیوار پشتیبان، دیوار بلوک سیمانی باشد ناودانی‌های تکیه‌گاهی به‌صورت مستقیم به دیوار متصل می‌شوند ولی در صورت استفاده از دیوارهای شامل استادهای فولادی، باید از ورقه‌ای فولادی گالوانیزه پیوسته که در فواصل مناسب به دیوار متصل می‌شوند جهت اتصال ناودانی‌های تکیه‌گاهی استفاده کرد (شکل ۲۰).



شکل ۱۹ - مقطعی از نمای سنگی نصب شده به وسیله ناودانی‌های تکیه‌گاهی عمودی پیوسته

مجری شرکت آلکود

