ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

شماره مجوز مجله:۸۰۴۰۰ زمان چاپ:۱۴۰۰/۰۴/۱۵

# بتن غلتکی RCC ، RCCP و بررسی کیفیت آسفالت قیری و ارائه روش بتن غلطکی زود سخت شونده RCCP در ایران

**حسن مفاخری**

دانشجوی دکترای مهندسی عمران، سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج

چکیده

بتن متراکم شده غلطکی ( R .C.C) روشی است که بر اساس استفاده از غلطک جهت متراکم کردن بتن پایه گذا ری و تدوین شده است . ماده حاصل متراکم تر و دارای در صد آب پا ئین تری از بتن متداول و معمولی است مخلوط در لایه های نازک و در کل طول سد پخش می شود و این امکان به وجود می آید که فرآیند بتن ریزی به سرعت انجام شود. تاکنون این روش درساخت مقداری از سدهای مهم دنیا با موفقیت بکار گرفته شده است که اغلب انها در ژاپن و آمریکا بوده اند . گرایش استفاده از بتن متراکم شده غلطکی برای اجرای سد روز به روز در حال افزایش می باشد . طرح مخلوط بتن غلطکی به روش معمول انجام می شود و مقاومت و دانسیته بالایی حاصل می گردد در مقایسه با بتن معمولی هزینه اجرایی کمتری دارد که عمدتاً به خاطر پیوستگی در اختلاط ، حمل و نقل و پخش کردن بتن ، همچنین به خاطر امکان ساده سازی طراحی ها می باشد و نیز از نقطه نظر صرفه جوئی در پرداخت سود ، سرمایه گذاری در یک دوره اجرای کوتاه تر است که از جمله محاسنات سدهای ساخته شده توسط بتن متراکم شده غلتکی RCC می باشد . در این مقاله شرح مختصری در مورد روشهای طرح ، اجرا و همچنین مصالح و امکانات مورد استفاده در سدهای RCC بررسی می گردد .

کلمات کلیدی : بتن غلطکی RCC، RCCP ، مقاومت سایشی

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

مقدمه

بتن غلطکی (RCC) بعنوان مصالحی جدید در صنعت سدسازی در حال حاضر مورد توجه سدسازان بزرگ دنیا و مؤسسات تحقیقاتی می‌باشد. یکی از مسائل این نوع بتن در اجرا، بالابودن ضریب تراوایی آن می‌باشد که بعضا در سدهای بزرگ تزریق‌های دوغاب پس از انجام ساختمان را طلب می‌کند. در طرح اختلاط این بتن می‌توان از برخی مواد جایگزین سیمان (غیرچسبنده) به منظور کاهش فضاهای خالی موجود در جسم بتن غلطکی و واکنش‌های ثانویه بهره گرفت که تاثیر این مواد بر پارامترهایی چون مقاومت‌های فشاری و برشی در محل درزهای سد بایستی در نظر گرفته شد. در مقاله حاضر میزان نفوذپذیری در جسم بتن غلطکی و در محل درزها و چگونگی کنترل آنها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است . این تحقیق با کار آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های بتن غلطکی که با استفاده از طرح اختلاط های مختلف با و بدون ماده پوزولانی آماه شده بود صورت گرفته است . براساس نتایج بدست آمده روند تغییرات بدین تربیت است که با افزایش میزان وزن مخصوص و مقاومت فشاری میزان ضریب نفوذپذیری کاهش می‌یابد. همچنین نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که بتن غلطکی که دارای مواد جایگزین سیمان مانند پوزولان‌ها می‌باشد دارای ضریب نفوذپذیری کمتری نسبت به نمونه‌هایی که بدون پوزولان هستند، می‌باشد.

تعریف بتن غلطکی

بتن غلتکی بتنی است که در اجرای سازه های حجیم ( سدها ، شالوده های بزرگ و... ) کاربرد دارد و برای اجرای آن از ماشین آلات راهسازی و عملیات خاکی استفاده می شود .
چنین روش اجرایی نتایج و تبعات اولیه زیر را به دنبال خواهد داشت :

- انرژی لازم برای اجرا و جا دادن این گونه مصالح بیش از مقداری است که با لرزاننده های ( ویبراتور ) معمولی تامین می گردد . به همین دلیل در صورت استفاده از مصالح و مواد سیمانی مشابه آنچه در بتن لرزاننده سنتی (CVC) یا بتن متعارف به کار برده می شوند و با اجرای لایه های متوالی بتن ، می توان به کیفیتی بهتر از کیفیت بتن متعارف (CVC) دست یافت .
- از سوی دیگر ، مانند سدهای خاکی ، ناحیه بین دو لایه متوالی و ناحیه واقع در درون لایه ها با یکدیگر متفاوتند .
- روش اجرای بتن غلتکی در مقایسه با بتن متعارف ، امکان دستیابی به سرعت زیادتری را فراهم می سازد که مزایای اقتصادی چون صرفه جویی در قیمت واحد حجم بتن و کاهشی قابل ملاحظه در زمان ساخت و همچنین در قالب بندی و ... را در پی خواهد داشت .

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

بتن غلتکی همچون تمامی انواع موجود بتن ، مخلوطی از مصالح سنگی خنثی ، مواد سیمانی و آب است .
بتن غلتکی مصالح و روشی نوین برای ساخت اقتصادی سازه های حجیم از جمله سدهای وزنی می باشد . در این نوع بتن ترکیبی از ویژگی های تکنولوژی بتن و خاک به کار گرفته شده و با استفاده از ماشین الات ساخت سدهای خاکی حمل ، پخش و متراکم می شود . بنابراین بتن ریزی سریعتر و هزینه اجرا به شدت کاهش می یابد .
امروزه سدهای بتن غلتکی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه ساخته می شوند . زیرا این سدها مزایای اقتصادی و سرعت زیاد اجرای سدهای خاکی و ایمنی سدهای بتنی را تواماً در بردارند . فهرست سدهایی که در ایران به این روش مطالعه شده اند در جدول شماره ۱ آمده است . پیشرفت حاصل در تکنولوژی بتن حجیم به منظور کاهش درصد سیمان منجر به پیدایش روش بتن غلتکی گردیده است . در این روش با منظور نمودن عوامل زیر درصد سیمان مصرفی کاهش یافته و بتن ریزی سریعتر و با هزینه ای کمتر انجام می شود:

- استفاده از سنگدانه های با حداکثر ابعاد بیشتر و دانه بندی خاص
- استفاده از پوزولان
- استفاده از مواد افزودنی حباب ساز و روان کننده
- استفاده از ماشین آلات حمل ، پخش و تراکم در عملیات خاکی و استفاده از ویبره سنگین در بتن ریزی

این نوع بتن به دلیل شرایط خاص اجرایی باید دارای روانی مناسب باشد . هنگامی که بتن غلتکی خیلی سفت باشد دانه بندی و چسبندگی مناسب جهت تراکم یکنواخت را نداشته باشد ، قسمت های تحتانی لایه تراکم مناسب را نمی بیند و هرگاه روانی این بتن خیلی زیاد باشد تحمل وزن غلتک را نداشته و غلتک لرزاننده نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد . بنابراین در این نوع بتن انتخاب مصالح و نسبت های اختلاط از اهمیت خاصی برخوردار می باشد .

ملاحظات اساسی در انتخاب نسبت اختلاط مناسب بتن غلطکی عبارتند از :

۱. روانی مناسب ( توجه به دانه بندی و درصد آب مناسب برای تراکم )

۲. مقاومت کافی ( تامین خواص مکانیکی و چسبندگی درزها )

۳. آب بندی ( کنترل تراوش )

۴. حرارت هیدراتاسیون کم ( محدود نمودن پتانسیل ترک های حرارتی )

۲- سه روش طراحی سد بتن غلتکی

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

روش طراحی سد بتن غلتکی در سال های ۱۹۷۰ به سه طریق متفاوت در حال شکل گیری و تبیین بود . در ایالات متحده نوع کم سیمان آن مبتنی بر روش های مربوط به مصالح و اجرای سدهای خاکی توسط گروه مهندسین ارتش (Army Corps of Engineers ) توسعه یافت. مهندسین انگلیسی گزینه دیگری با خمیر سیمان زیاد به صورت تلفیقی از طرح اختلاط بتن متدوال و روش های ساخت سدهای خاکی را در نظر داشتند . گروه مهندسین ژاپنی روش دیگری را تعقیب نمودند که سد بتنی متراکم شده با غلتک ( RCD ) نامیده می شد . از سه حالت فوق RCD محافظه کارانه ترین حالت نسبت به سد بتنی مرسوم و تجارب اجرایی آن می باشد.

۲-۱- روش طرح مخلوط با خمیر زیاد (روش انگلیسی):

روش طراحی مخلوط با خمیر زیاد اولین بار توسط مهندسی به نام دانستان (Dunstan ) ابداع گردید و اداره عمران ایالات متحده بعداً تغییراتی در آن اعمال نمود که در سد آپراستیل واتر (Upper Still Water ) به کار برد . این روش با مفاهیم طراحی سد بتن غلتکی با خمیر زیاد منطبق بوده و در آن کل سازه غیرقابل نفوذ منظور می شود و چسبندگی بین لایه ها با توجه به ویژگی مخلوط فراهم می گردد . به منظور دستیابی به چنین معیارهایی مواد شیمیایی بیشتر در مخلوط مصرف می شود تا بتن غلتکی با خمیر زیاد حاصل شود .

۲-۲- روش سد بتنی متراکم شده با غلطک RCD ( روش ژاپنی) :

معیارهای طراحی مخلوط در روش RCD به شرح زیر است :

۱. مقدار سیمان بایستی حتی الامکان کم در نظر گرفته شود در حالی که با مشخصه های مقاومت در نظر گرفته شده سازگار باشد . مقداری خاکستر بادی به عنوان ماده افزودنی مصرف شده تا بدین وسیله گرمای هیدراتاسیون و نیازهای آب مخلوط کاهش یابد .

۲. لازم است نسبتی از ماسه به مصالح سنگدانه ای درشت دانه بیش از نسبت در نظر گرفته شده برای بتن حجیم معمولی منظور شود تا جدا شدن دانه ها کاهش یافته و تسهیلاتی در عمل تراکم با غلتک های ارتعاشی فراهم آورد .

۲-۳- روش کم سیمان (گروه مهندسین ارتش آمریکا) :

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

این روش مبتنی بر تجارب حاصله در هفت پروژه بتن غلتکی می باشد . روش مذکور از دستورالعمل ACI شماره ۲۱۱/۳ تحت عنوان روش استاندارد برای انتخاب نسبت های اختلاط در بتن بدون اسلامپ پیروی می کند . دستورالعمل فوق شامل چند جدول است که از روی تجربیات مذکور در ارتباط با بتن غلتکی تهیه شده است . این روش تعیین نسبت های اختلاط می تواند برای دامنه وسیعی از مصالح و مشخصات پروژه مورد استفاده قرار گیرد .

## رویه بتن غلطکی

یکی از مشکلات اساسی معابر سواره رو ، خیابان ها و شبکه های بزرگراهی و محوطه های صنعتی در کشور ما ، تخریب و تعویض های متوالی آسفالت میباشد که در کنار تحمیل خسارات میلیاردی به اقتصاد ملی ، ضریب ایمنی جاده ها و خیابان های کشور را نیز به شدت کاهش داده است و البته خسارات فراوانی نیز به خودروها وارد می کند به نحوی که این وضعیت مورد اعتراض صاحبان اتومبیل ها و رانندگان می باشد . اعتراضی که تکنولوژی فعلی ساخت معابر قادر به پاسخگوئی و رفع این معضل نیست و نیازمند تغییر ساختاری و تکنیکی طراحی و ساخت معابر سواره رو و ترافیکی می باشد . از طرفی معضل زیست محیطی استفاده از مواد نفتی و هیدروکربن ها در ترکیب آسفالت قیری در کنار پائین بودن قابلیت های آسفالت قیری برای احراز بسیاری از مشخصات فنی مورد لزوم در معابر ترافیکی بالاخص در بخش دوام و پایداری در برابر تغییرات جوی و سیکل های یخبندان ، گزینه رویه بتن غلطکی ( RCCP ) را پیش رو قرار داده است . رویه بتن غلطکی فصل نوینی را در طراحی و ساخت معابر سواره رو به وجود آورده است .

## قابلیت های فنی رویه بتن غلطکی

۱- دامنه کاربرد بسیار وسیع در ساخت جاده ها و خیابان های اصلی و فرعی ، آزادراه ها ، باند پرواز و آشیانه هواپیما ، کف سالن های صنعتی ، محوطه های صنعتی و انبارها ، باراندازها ، جاده معادن ، پیاده روها ، ورزشگاه ها ، پیست اتومبیل رانی ، کف نمایشگاه های صنعتی و تجاری ، محوطه های تجاری ، بنادر و اسکله ها ، دامداری ها ، سردخانه ها ، جاده های شیب دار ، لوپ ها ، میادین ، دورها ، پل ها و کف ترمینال ها و ایستگاه های اتوبوس و کامیون ( گاراژها ) و . . .

۲- تحمل بارهای سنگین ترافیکی به ویژه در محل شیب ها ، دورها و ایستگاه ها و بارهای ترافیکی و ایستگاه های سنگین با توجه به بالا بودن مقاومت فشاری ( بیش از ۳ برابر ماکزیمم مقاومت فشاری ثبت شده برای آسفالت ) این قابلیت را برای رویه بتن غلطکی فراهم نموده است که بارهای سنگین و فوق سنگین را به راحتی تحمل نماید

۳- صلب بودن و عدم تغییر شکل در برابر بارهای وارده و ضربات ناشی از سقوط اجسام سخت .

۴- دوام بلند مدت نسبت به آسفالت قیری در مناطق گرمسیر و معتدل با توجه به این که در برابر افزایش دما مقاوم بوده و هیچ گونه تغییر شکلی در آنها ایجاد نمی شود .

۵- قابلیت بهره برداری زود هنگام حتی در مواقع اضطرار ( ۱۲ ساعت پس از اجرا )

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

۶- دوام بلند مدت رویه بتن غلطکی در مناطق دارای سیکل های یخبندان و سردسیر ، بخش قابل توجهی از افت کیفیت آسفالت های قیری در عبور از فصل سرما و یخبندان اتفاق می افتد و عواملی از قبیل پدیده جذب آب و یخ زدگی و آب شدگی ، نفوذ آب به لایه های زیرین و یا استفاده از نمک برای یخ زدائی از جمله عوامل اصلی تخریب آسفالت های قیری در عبور از فصل سرما می باشند . رویه بتن غلطکی به خاطر جذب آب پائین و مقاوم بودن در برابر سیکل های یخبندان در مواجهه با آسیب های احتمالی پیش روی آسفالت های قیری ایمن و مقاوم می باشد .

۷- سرعت بالای اجرا و سهولت نگهداری و ایجاد تغییرات آسان و کم هزینه به منظور ترمیم و یا مرمت محل های آسیب دیده .

۸- صرفه جوئی در مصرف سوخت و حذف آلودگی های حین پخت و انتقال آسفالت .

۹- رویه بتن غلطکی ، به خاطر نفوذناپذیری مواد متشکله آن به بافت مصالح و طبیعت ، به عنوان رویه سازگار با محیط زیست هیچ گونه مشکل زیست محیطی در محدوده کاربردی خود ندارد و تا پایان دوره دوام مواد و مصالح متشکله آن به عنوان بخشی از طبیعت تعریف می شود .

۱۰- مقاوم دربرابر ریزش انواع مواد نفتی و هیدروکربن ها و بسیاری از اسیدها که از جمله نقاط ضعف آسفالت قیری می باشد . زیرا در آسفالت های قیری به خاطر هم خانوادگی مواد نفتی با قیر ، واکنش های ترکیبی و شیمیائی صورت گرفته به شدت مشخصات فنی آسفالت قیری را تحت تاثیر قرار می دهد . این در حالیست که مواد نفتی و هیدروکربن ها و بسیاری از اسیدها در مواجهه با رویه بتن غلطکی به عنوان ماده خنثی عمل می کند .

۱۱- رنگ خاکستری و خنثی رویه بتن غلطکی ، ضمن ایجاد کنتراست و چشم انداز لطیف ضریب جذب دمای پائین تری دارد و این به پائین آوردن دمای محیط کمک می کند .

۱۲- امکان تعبیه کف های رنگی برای کل محوطه و قسمت های ضروری راه که پایداری آن نسبت به روش متداول رنگ زدن و خط کشی قابل توجه می باشد .

شبیه سازی سایش بتن غلطکی در سازه های هیدرولیکی (با کاربردی روش پرتابش آب و ماسه)

توسعه استفاده از بتن کوبیده بدون پوشش در سازه های هیدرولیکی در سال های اخیر، ایجاب می کند که عوامل موثر بر مقاومت سایشی آن، به ویژه در بخش سرریز بررسی گردد. در این مقاله، با تحلیلی بر مشاهدات آزمایشگاهی از چگونگی وقوع پدیده سایش که در برخورد مالشی جریان های دوفازی با سرعت زیاد به وجود می آید و ضمن در نظر گیری اثر پارامترهای مختلفی از قبیل دانه بندی مصالح سنگی، جنس و سطح ویژه سنگ دانه ها، انرژی تراکمی (که این عوامل می تواند با پارامتری به نام شعاع هیدرولیکی متوسط معرفی گردد)، سن نمونه، عیار سیمان در طرح اختلاط و...، معیارهای لازم برای نشان دادن مقاومت سایشی بتن غلطکی معرفی می گردد. برای سادگی انجام مشاهدات و قابلیت تعمیم داده ها برای پروژه های اجرایی، از دستگاه سنجش مقاومت سایشی و فرسایشی بتن با جریان فورانی چند فازی بهره گیری شده است. یافته های از تحلیل های آماری بر مشاهدات حاکی از آن می باشد که: اولا مقاومت سایشی تابعی خطی از مقاومت فشاری بوده، ثانیا هر

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

چه شعاع هیدرولیکی سنگ دانه ها بیشتر باشد، مقاومت سایشی بالاتر خواهد بود و ثالثا با افزایش سن نمونه و عیار سیمان مقاومت سایشی افزایش معنی داری پیدا می کند.

## بررسی کیفیت آسفالت قیری و ارائه روش بتن غلطکی زود سخت شونده RCCP در ایران

چکیده

استفاده از آسفالت قیری با توجه به معایب آن از جمله: آلودگی هوا و محیط زیست خصوصاً هنگام تولید، عدم سازگاری با شرایط اقلیمی به ویژه در فصل سرما، تغییر شکل و عمر کوتاه، عدم دوام در برابر مواد شیمیایی. با توجه به قیمت آن لازم دیده شد که طرحی مناسب و جایگزین با قابلیتهای مصالح موجود در کشور انتخاب گردد که پس از مطالعات اولیه و اجرای آزمایش با توجه به قابلیتهای فراوان رویه بتنی توانمند زود سخت شونده RCCP

(ROLLER COMPACTED CONCRETE PAVEMENTS)عبارتند از :دامنه کاربرد بسیار وسیع، مقاومت فشاری بیش از سه برابر ماکزیمم مقاومت فشاری ثبت شده برای آسفالت قیری، صلبیت و عدم تغییر شکل، سازگاری با شرایط اقلیمی سرد و گرم، سرعت بالای اجرا و امکان بهره‌برداری زود هنگام، سازگاری با محیط زیست پیشنهاد گردید. بتن غلتکی RCCP برای اولین بار در ایران هم اجرا شد، آن هم توسط مجتمع تولیدی تحقیقاتی بتن ایران‌فریمکو در هشتگرد، نتایج آزمایشهای صورت گرفته نشان می‌دهد که این عملیات با موفقیت انجام گرفته است .

### 1ـ مقدمه

ازجمله مشکلات اساسی معابر سواره رو خیابانها و شبکه‌های بزرگراهی و محوطه‌های صنعتی در کشور ما تخریب و تعویض‌های متوالی آسفالت می‌باشد که در کنار تحمیل خسارات میلیاردی به اقتصاد ملی، ضریب ایمنی جاده‌ها و خیابانهای کشور را نیز به شدت کاهش داده است و البته خسارات فراوانی نیز به خودروها وارد می‌کند به نحوی که این وضعیت مورد اعتراض ۱۰۰ درصد صاحبان اتومبیل‌ها و رانندگان می‌باشد ! اعتراض که تکنولوژی فعلی ساخت معابر قادر به پاسخگویی و رفع این معضل نیست و نیازمند تغییر ساختاری و تکنیکی طراحی و ساخت معابر سواره رو و ترافیکی می‌باشد. از طرفی معضل زیست محیطی استفاده از مواد فعلی و هیدروکربن‌ها در ترکیب آسفالت قیری در کنار پائین بودن قابلیت‌ها و آسفالت قیری برای احراز بسیاری از مشخصات فنی مورد لزوم در معابر ترافیکی بالاخص دوام و پایداری در برابر تغییرات جوی و سیکل‌های یخبندان، گزینه رویه‌های بتنی RCCP را پیش رو قرار داده است .

### 2ـ معایب آسفالت قیری

آسفالت قیری که در مقابل فشارهای فیزیکی مقاومت چندانی ندارد، این مقاومت در مرغوبترین آسفالت قیری ایران معادل ۸۵ـ۷۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. و در برابر تغییرات جوی و تغییر دما تغییر شکل می‌دهد و عمر مفید کوتاهی دارد .

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

2ـ۱ـ آلودگی هوا و محیط زیست

برای تهیه آسفالت قیری به چیزی حدود ۱۴۰ درجه سانتیگراد دما نیاز هست و در نتیجه برای تولید این نوع آسفالت مقادیر قابل توجهی سوخت به مصرف می‌رسد و می‌توان گفت به لحاظ زیست محیطی، اقتصادی و خصوصاً آلودگی هوا در کلان شهرها بسیار نامناسب است .

2ـ ۲ـ عدم سازگاری با شرایط آب و هوایی

بخش قابل توجهی از افت کیفیت آسفالت‌های قیری در عبور از فصل سرما و یخبندان اتفاق می‌افتد و عواملی از قبیل پدیده جذب آب و یخ زدگی و آب شدگی، نفوذ آب به لایه‌های زیرین و یا استفاده از نمک برای یخزدائی از جمله عوامل اصلی، تخریب آسفالتهای قیری در عبور از فصل سرما می‌باشد .

در مناطق گرمسیر با مشکل تغییر شکل آسفالت قیری مواجه هستیم.

2ـ۳ـ عدم دوام در برابر مواد شیمیایی

آسفالت قیری در برابر مواد نفتی مانند گازوئیل، نفت، بنزین و اسیدهایی که در محوطه‌های صنعتی وجود دارند تخریب می‌شوند .

2ـ۴ـ استفاده از قیر نامناسب

قیر مورد مصرف در راه‌سازی به طور مستقیم در مقابل عوامل جوی بوده و باید ضربه‌های ناشی از حرکت وسایل نقلیه را تحمل نماید [۱]

## 3ـ خواص بتن غلطکی

به طور کلی خواص بتن غلطکی سخت شونده بستگی به دانه‌بندی، جنس و شکل سنگدانه‌ها، و مواد سیمانی، نحوه ساخت مخلوط، درصد تراکم و کنترل اجرا دارد. مزیت این روش ساخت بتن، هزینه کمتر از انواع دیگر بتن و سرعت اجرایی بسیار زیاد آن بوده و در عین حال دارای خواص مکانیکی مورد نیاز بتن معمولی نیز می‌باشد. [۲] عموماً بتن غلطکی را بتنی سفت با اسلامپ صفر تعریف می‌کنند. [3]

3ـ۱ـ کاربرد رویه بتنی RCCP زود سخت شونده

دامنه کاربرد بسیار وسیع در ساخت جاده‌ها و خیابانهای اصلی و فرعی، آزاد راه‌ها، باند پرواز، آشیانه هواپیما، کف سالن‌های صنعتی، محوطه‌های صنعتی و انبارها، باراندازها، جاده معادن، پیاده روها، ورزشگاه‌ها، پیست اتومبیل‌رانی، کف نمایشگاه‌های صنعتی و تجاری، محوطه‌های تجاری، بنادر اسکله‌ها، دامداری‌ها، سردخانه‌ها، جاده‌های شیب‌دار، لوپ‌ها، میادین، دورها، پلها، کف ترمینال‌ها، ایستگاه‌های اتوبوس و کامیون (گاراژ) را می‌توان نام برد .

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

3ـ۲ـ مقاومت رویه بتنی RCCP زود سخت شونده

مقاومت فشاری با نسبت آب به سیمان پایین و صفر بودن اسلامپ از ۱۵۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع که در شرایط عمل آوری و با مرغوبترین مصالح به دست آمده است که تحمل بارهای سنگین ترافیکی به ویژه در محل شیبها، دورها، بارهای ترافیکی و ایستگاه‌های سنگین را به راحتی تحمل می‌کند .

3ـ۳ـ صلبیت

صلب بودن و عدم تغییر شکل در برابر بارهای وارده و ضربات ناشی از سقوط اجسام سخت .

3ـ۴ـ سازگاری با شرایط آب و هوایی

دوام بلندمدت نسبت به آسفالت قیری در مناطق گرمسیر و معتدل با توجه به اینکه در برابر افزایش دما مقاوم بوده و هیچگونه تغییر شکلی در آنها ایجاد نمی‌شود. در مناطق سردسیر رویه بتنی (RCCP) به خاطر جذب آب پایین و مقاوم بودن در برابر سیکل‌های یخبندان در مواجه با آسیبهای احتمالی ایمن و مقاوم است.

3ـ۵ـ اجرا و بهره‌برداری زود هنگام

سرعت بالای اجرا و سهولت نگهداری و قابلیت بهره‌برداری زود هنگام حتی در مواقع اضطرار (دوازده ساعت پس از اجرا .(

3 ـ۶ـ سازگاری با محیط زیست

رویه بتنی RCCP به خاطر نفوذناپذیری مواد متشکله آن به بافت مصالح و طبیعت، به عنوان رویه سازگار هیچگونه مشکل زیست محیطی در محدوده کاربردی خود ندارند. و تا پایان دوره دوام مواد و مصالح متشکله آن به عنوان بخشی از طبیعت تعریف می‌شود. رنگ خاکستری و خنثیRCCP ، ضریب جذب دمای مناسبی دارد و این به خاصیت پایین آوردن دمای محیط کمک می‌کند.

3ـ۷ـ گزارش فنی بتن توانمند زود سخت شوندهRCCP

پس از انجام مطالعات اولیه، بررسی و ارزیابی قابلیت‌های مصالح موجود در کشور در نهایت طرحی مناسب با کشورمان تهیه و تدوین شد که در ابتدای سال ۱۳۸۴ به ثمر نشست نتایج آزمایشهای ما که پس از طی ۲۸ روز با عنوان دوره بلوغ بتن انجام شد، نشان داد که همه چیز براساس پیش‌بینی ما و مطابق با محاسبات و طراحی‌های اولیه جواب داده است که می‌توان به نمونهٔ اجرا شده در هشتگرد اشاره کرد.

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

۲۹۸۰-۷۷۸۶ISSN

## 4ـ نتیجه‌گیری

پس از ذکر معایب آسفالت قیری و مزایای بتن غلطکی لازم است بدانیم که اولین گام‌ها برای جایگزینی برداشته شده و نمونه‌ای برای ارزیابی و استناد اتفاق افتاده است. بیش از ۴۰ سال است که شیوه تولید، استفاده و مزایای بتن غلطکی در دانشگاه‌های ما تدریس می‌شود، نیروی متخصص و آگاه در این باره در کشور تربیت شده است و همه شرایط و امکانات فراهم است، اما هم چنان از آسفالت قیری استفاده می‌شود .

منابع و مآخذ :

[1]سیاوش کواری« مصالح ساختمانی انتشارات دانش و فن » ۱۳۷۹

[2]. Acl Committee Report 210R-93, Erosion of Concrete in Hydraulic Structures.

[3] Acl Committee Report 201.2R-92, Guide to Durable Concrete.

http://www.district22.org/students/article/miralijani/84_7_6/index.asp

/http://www.omransaz.blogsky.com/1386/09/03/post-5

http://bonian.blogfa.com/post-10.aspx

http://www.sid.ir/Fa/VEWSSID/J_pdf/5601384MT10.pdf