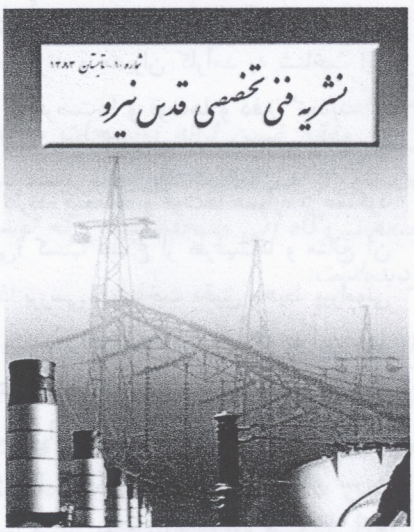
شماره ۱۰ - تابستان ۱۳۸۳

نشریه فنی تخصصی قدس نیرو



مدیرمسئول : مهندس احمد شکوری‌راد
سردبیر : مهندس فتانه دوستدار
طراحی‌وصفحه آرایی : امورپشتیبانی‌قدس‌نیرو

هیات‌تحریریه :
خانمها :مهندس لادن‌پورکمالی .مهندس فتانه‌دوستدار
آقایان : مهندس پورنگ پاینده . مهندس حسن تفرشی . مهندس مسعود حبیبا ...زاده . مهندس محمدحسن زرگر شوشتری . مهندس فرهاد شاهمنصوریان . مهرداد صارمی . دکترهمایون صحیحی . مهندس غلامرضا صفارپور . دکتر جعفر عسگری . مهندس امیرهمایون فتحی . مهندس شادان کیوان . مهندس وحید مرتضوی . مهندس محمدیحیی نصرالهی . مهندس بهروز هنری .

فهرست مقالات

سرمقاله ۲

بهینه سازی اتصالات اصلی ژنراتور - مهندس مجتبی طاهری اسبق ۳

اثر مقاومت افزون بر ضریب رفتار قابهای فولادی با اتصالات خورجینی - مهندس عباس قاسمی ۹

دستیابی سریع به اینترنت با استفاده ازتکنولوژی‌های DSL - ولی فتحی ۱۹

طراحی تونل درمجاورت گسل‌های فعال - دکترعلی قنبری. مهندس رضا طاهرزاده ۲۶

دسته‌بندی پروتکل های ارتباطی صنعتی - قسمت دوم. مهندس پیمان حاجی‌حسینی ۳۸

ازخوانندگان‌محترمی که مایل به ارسال مقاله‌برای نشریه‌می‌باشند تقاضامی‌شودموارد ذیل را رعایت‌فرمایند :

- موضوع‌مقاله در چارچوب‌اهداف‌نشریه و در رابطه‌با صنعت‌آب و برق باشد.
- مقاله‌های‌تالیفی یاتحقیقی مستند به‌منابع علمی معتبر ومقاله‌های ترجمه‌شده منضم به تصویر اصل‌مقاله‌باشد.
- مقاله ارسالی بر روی یک کاغذ A4 و با خط خوانا و یاتایپ شده و شکل‌ها, عکس‌ها, نمودارها و جداول کاملا واضح و قابل استفاده باشند.
- توضیحات و زیرنویس‌هابه صورت‌مسلسل‌شماره‌گذاری‌شده و در پایان هر مقاله‌ذکرشوند.
- نشریه‌در تلخیص, تکمیل, ادغام و ویرایش مطالب مقالات آزاداست.
- مقاله دارای‌چکیده, مقدمه, نتیجه‌گیری و لیست‌مراجع‌بوده به همراه رزومه‌مختصری از صاحب مقاله‌ارائه‌گردد.
- مقاله‌ارسالی قبلا درنشریه دیگری‌چاپ نشده‌باشد.

سرمقاله

بنـام خـدا

هر سازمانی در مسیر فعالیت‌های خود با قوت‌ها[1]، ضعف‌ها[2]، فرصت‌ها[3]، و تهدیدهای[4] بسیاری مواجه است. این چهار مقوله را به اختصار SWOT می‌گویند. آنان که وظیفه برنامه‌ریزی راهبردی را برعهده دارند و مدیران کارآمد به شناخت این پدیده‌ها در محیط کار خود اهتمام می‌کنند و با اتخاذ تدابیر لازم به بهره‌گیری از فرصت‌ها و قوت‌ها و دفع "تهدیدها و ضعف‌ها" می‌پردازند.

باید توجه کرد که برخلاف تهدیدها و فرصت‌ها که اغلب منشایی بیرون از سازمان دارند، ضعف‌ها و قوت‌ها همواره از عملکرد داخلی سازمان ناشی می‌شوند. دست‌آورد تحلیل این چهار پدیده در هر سازمانی؛ کسب اطلاع از ظرفیت‌ها و منابع آن سازمان برای ادامه حیات و موفقیت در فضای به شدت رقابتی کسب و کار است. لذا بررسی و شناخت دقیق محیط پیرامونی سازمان که نهایتاً تهدیدها و فرصت‌ها را آشکار می‌کند، از مهم‌ترین بخشهای فعالیت مدیران است. مدیرانی که به این مهم اهتمام می‌ورزند اغلب متوجه می‌شوند که برخی پدیده‌ها در سازمان ایشان ماهیتی دوگانه دارند. به عنوان مثال، هر چند حضور تیم عملیاتی کارآمد، قدرتمند و پرظرفیت؛ نقطه قوت هر سازمانی به حساب می‌آید اما کمبود فعالیت همین گروه در هنگام کاستی گرفتن حجم کارها نقطه ضعف سازمان به شمار خواهدآمد. به هر حال چابکی سازمان‌ها در انطباق سریع وضعیت خود با شرایط به شدت متغیر، یکی از شروط سرآمد بودن سازمان است و این نکته‌ای است که هر مدیر آگاه همیشه به آن می‌اندیشد.

اما در صنعتی که خانواده بزرگ قدس‌نیرو بدان اشتغال دارد وضع خطیرتری نیز حاکم است. در کنار رقابت تنگاتنگ برای حصول به سهم بازار مناسب؛ دغدغه پیشگامی در صنعت، به روز بودن و شناخت فن‌آوری‌های نو هم بخشی از منابع نه چندان وسیع ما را به خود اختصاص می‌دهد. پس بهره‌گیری خردمندانه از منابع محدود نیز شاخه دیگری از فعالیت‌های مدیران ما محسوب می‌شود.

اولین گام برای شناخت و سپس تحلیل SWOT پاسخ‌گویی به پرسشهایی است که می‌توانند در این زمینه راهگشا باشند. بدیهی است که پرداختن به این امر در این سخن کوتاه نه ضروری است و نه مقدور، اما بر سبیل اشاره، پرسشهای زیر تنها مشتی از خروار و نمونه‌ای از چالش‌های فراروی مدیران ما محسوب می‌شوند:

آیا در جلب رضایت مشتریان خود موفق هستیم؟ آیا از انعطاف کافی برای تغییر برخورداریم؟ آیا در همه زمینه‌های بازار صنعت خود حضور داریم؟ آیا همکاران ما توجه کافی به فن‌آوری‌های روز حرفه خود دارند؟ آیا توان از سرگذراندن بحران‌های احتمالی را در حرفه خود داریم؟ و ....

گفتیم که فرصت‌ها و تهدیدها اغلب خاستگاهی بیرونی دارند اما آنچه را که درونی است چگونه مدیریت می‌کنیم؟ مدیران برون گرا چون به چالش‌های بیرونی سازمان خود بهای بیشتری می‌دهند از برنامه‌ریزی دراز مدتی که بر امکانات آنان‌متکی‌باشد غفلت می‌کنند و مدیران درون‌گرا نیز فرصت‌های جدید را در نمی‌یابند و به سهولت از کنار آنها می‌گذرند.

نگاه توامان به حوادث بیرونی و توانمندی‌های درونی رمز دیرپاییدن در ورطه پرخوف و خطر رقابت‌های جهانی است. چشم پوشیدن بر فرآیندهای بیرونی و تکیه انحصاری بر امکانات درونی؛ روشی است که حتی در ابعاد ملت‌ها و کشورها نیز به شکست انجامیده‌است. امروزه حتی بسته‌ترین نظام‌های جهانی نیز به دنبال شناخت نقاط "قوت" و "ضعف" خود در درون و ردیابی "فرصت‌ها" و "تهدیدها" در بیرون از مرزهای خود هستند.

1- Strengths.
2- Weaknesses.
3- Opportunities.
4- Threats.

بهینه‌سازی اتصالات اصلی ژنراتور[1]

مجتبی طاهری اسبق

کارشناس برق کارگاه سهند ـ مدیریت مهندسی نیروگاههای بخاری

چکیده:

در این مقاله ضمن ارائه توضیحات مختصر در مورد اتصالات اصلی ژنراتور و اجزاء تشکیل‌دهنده آن، خلاصه‌ای از اهم فعالیت‌های بعمل آمده در راستای بهینه‌سازی طراحی و ساخت این تجهیز در پروژهٔ طرح توسعه نیروگاه آبی مسجدسلیمان که توسط شرکت قدس‌نیرو طراحی باس بارهای آن صورت‌گرفته، بیان گردیده‌است.

مقدمه:

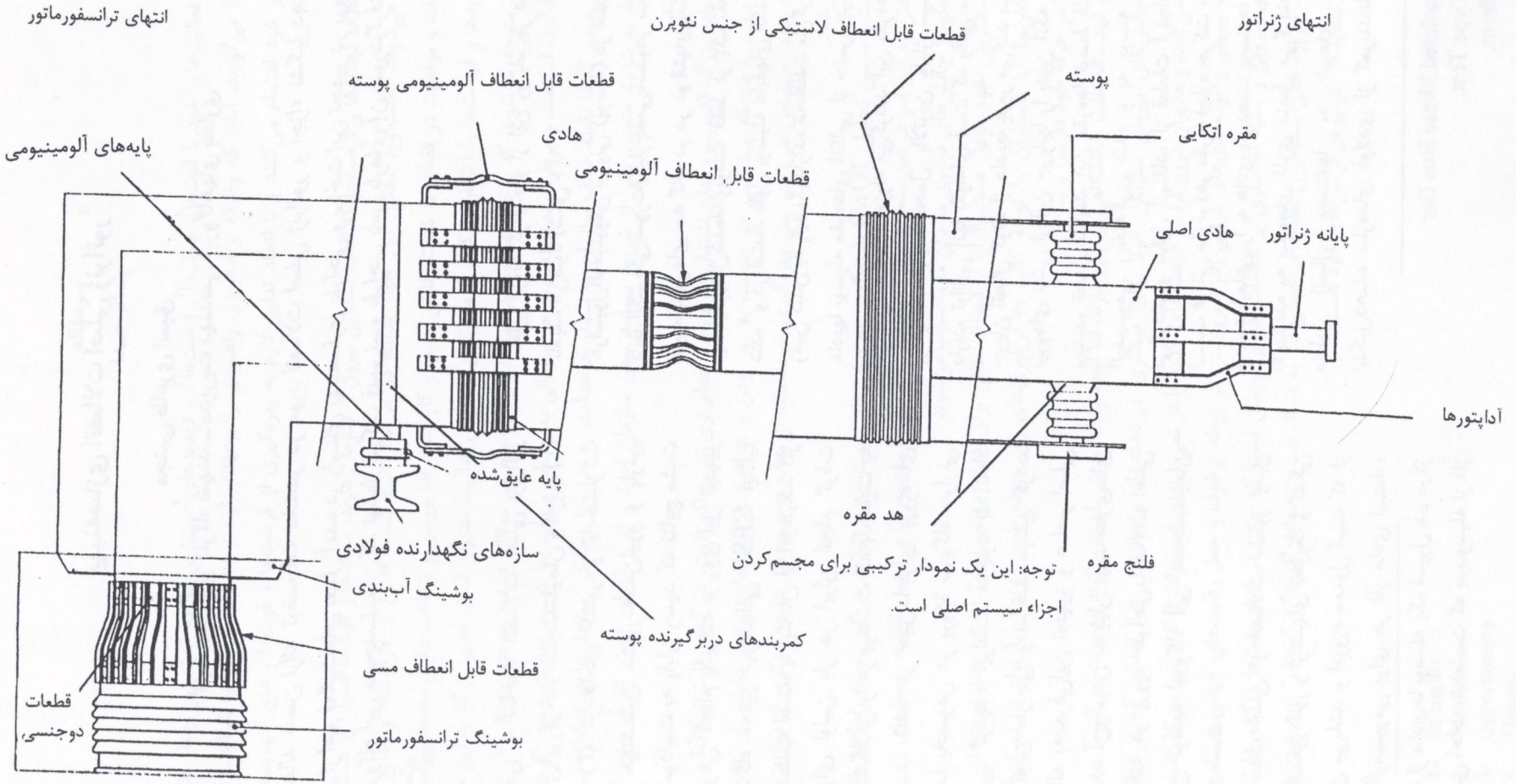
کار طراحی و ساخت اتصالات اصلی ژنراتور نیروگاههای‌آبی‌کرخه، مسجدسلیمان وکارون (۱) و کارون (۳) در داخل کشور و با مشارکت شرکتهای مهندسین مشاور قدس‌نیرو و پارس ژنراتور با موفقیت به پایان رسید که نتایج مثبت تستهای نوعی[2] انجام پذیرفته بر روی این تجهیز در آزمایشگاه معتبر بین‌المللی CESI ایتالیا گواه این مطلب است، با اینحال از آنجائیکه کار طراحی برای اولین بار در ایران انجام گرفت نواقص و مشکلاتی را در برداشت که با عنایت به تجارب کسب شده در حین اجرای پروژه‌های قبلی و بعداً بخصوص در پروژهٔ نیروگاه حرارتی سهند سعی گردیده ایرادات موجود با اتخاذ شیوه‌های نوین طراحی و ساخت مرتفع گردد. در این مقاله به‌معرفی‌این تجهیز و عناصر اصلی تشکیل‌دهنده آن‌وسپس به بیان بهینه‌سازی‌های انجام پذیرفته در پروژه طراحی اتصالات اصلی ژنراتور طرح توسعه نیروگاه آبی مسجدسلیمان پرداخته شده‌است.

بطور کلی هدف اصلی از اتصالات مذکور وصل ژنراتور به ترانسفورماتور و ترانسهای تحریک و کمکی مربوط به آن می‌باشد و امروزه معمول است که از اسپول‌های آلومینیومی برای هر فاز هادی استفاده شود. هر یک از هادی‌ها بوسیله یک اسپول هم مرکز از همان جنس احاطه شده‌است که بدینوسیله از فاز مجاور ایزوله گردیده و از این رو باس‌بار فاز ایزوله نامیده می‌شود (شکل ۱).

هراسپول‌آلومینیومی بیرونی (پوسته) در امتداد طول ازنظرالکتریکی‌بصورت‌یکپارچه‌می‌باشدوهر سه پوسته مربوط‌به‌فازهای سه گانه در هر دو انتهای امتدادشان بهمدیگروصل‌شده‌اندوپوسته فقط در یک نقطه‌زمین شده[3] و در امتداد طول بوسیله عایقهای الکتریکی از زمین شدن به پایه نگهدارنده محافظت می‌گردد.

هادیها بوسیله مقره‌های اتکایی از جنس چینی و یا اپوکسی از پوسته ایزوله می‌گردند. این مقره‌ها علاوه بر اینکه قابلیت تحمل بالاترین ولتاژ سیستم را دارند، توانایی آنها بگونه‌ای است که وقتی ماکزیمم جریان اتصال کوتاه از هادیها عبور می‌کند می‌توانند نیروهای ناشی از این جریانها را بدون آنکه آسیبی ببینند، تحمل نمایند. این مقره‌ها توسط فلنج‌های آلومینیومی ریخته‌گری شده و به پوسته متصل می‌گردند و بدلیل استفاده از قطعات ارتجاعی در قسمت فوقانی مقره، (هر مقره) اجازه حرکت طولی و محدود شعاعی را به هادی می‌دهند. پوسته‌ها توسط نگهدارنده به سازه‌های فلزی متصل می‌گردند و به منظور اتصال پوسته‌ها به تیرهای آهنی تشکیل‌دهنده سازه‌های فولادی از کمربندهای در

1- Isolated Phase Bus Bar
2- Type Test.
3- Earth.



شکل (۱): فاز مجزا شدهٔ باس‌بار ـ اجزای اصلی

برگیرنده پوسته بهمراه پایه‌های آلومینیومی ریخته‌گری شده استفاده می‌کنند که این پایه‌ها به وسیله پیچ و مهره به سازه فلزی ثابت می‌گردند. باس‌بارها به جهت سهولت در حمل و نقل و نصب تجهیز، باس‌بارها در بخش‌هایی با طول قابل حمل توسط وسایل باربری متداول ساخته می‌شوند. بمنظور ایجاد بهم‌پیوستگی الکتریکی در آنها، ضروری است که هادیها و پوسته‌ها با عملیات جوشکاری در سایت بهم اتصال داده شوند. بدلیل عبور جریان با آمپر بالا از باس‌بارها و نیز طول قابل توجه مسیر بین ژنراتور و ترانس ژنراتور، باس‌بارها دچار انبساط طولی می‌گردند و به جهت جبران آن از قطعات قابل انعطاف بین باس‌بار و تجهیزات اصلی از قبیل ژنراتور، ترانس ژنراتور و غیره از قطعات قابل انعطاف مسی استفاده می‌شود که اینها از نوارهای مسی نازک با صفحاتی که در انتها به آن جوش می‌شود ساخته می‌شوند. همچنین دقت در انتخاب سطح مقطع نوارها به جهت حصول اطمینان از ظرفیت جریان عبوری بدست آمده امری مهم و ضروری است. طول قطعات در مقایسه با فاصلهٔ بین ترمینالهای مقابل (شکاف هوایی) بمنظور اطمینان از اینکه قابلیت انعطاف کافی وجود دارد می‌بایستی بطور ایده‌آل بین ۲۵ تا ۳۵ میلی‌متر آزاد باشد.

از دیگر مجموعه‌های اصلی مورد استفاده در ساختار باس‌بارهای فاز ایزوله، سیستم هوای فشرده جهت تأمین هوا با کیفیت مناسب و با فشار کمی بیشتر از محیط بمنظور جلوگیری از ایجاد شبنم، لایه‌های الکتریکی و تجمع یونهای حاصل در اثر عبور جریان از هادی باس‌بار می‌باشد بنحوی که داخل باس‌بار عاری از هرگونه رطوبت، ذرات گرد و غبار و روغن باشد. مقدار دبی هوای فشرده لازم جهت کنترل رطوبت هوای داخل باس‌بار از مقدار نشتی مجاز برای باس‌بار قابل محاسبه بوده و در طرحهای قبلی این مقدار ۱۰ درصد حجم هوای باس‌بار بر ساعت در نظر گرفته شده‌است.

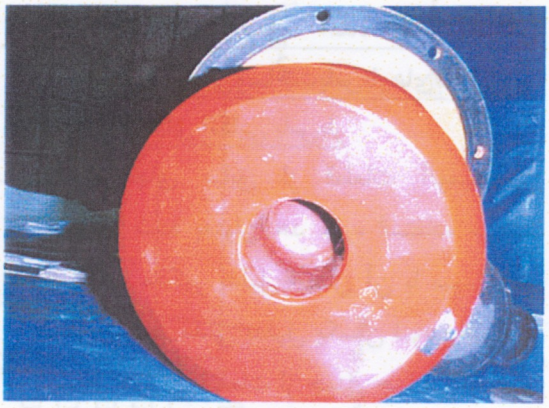
۱- فعالیتهای بعمل آمده در راستای بهینه‌سازی طراحی و ساخت باس‌بارهای فاز ایزوله

۱-۱- مقره‌های اتکایی باس‌بار

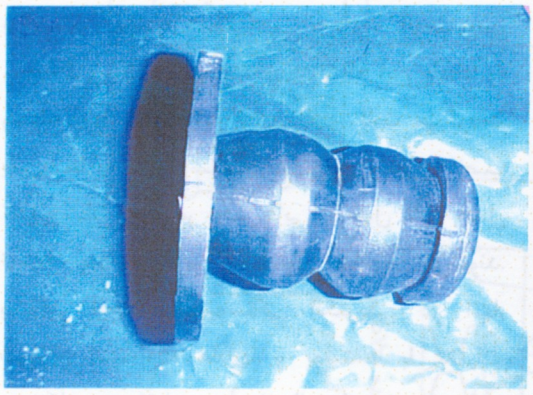
در طرحهای سابق از قطعات آلومینیومی اکسترود شده بعنوان هد مقره استفاده می‌شد که قطعه مذکور بدلیل اتصال آن با سیمان به چینی پس از مدتی بدلیل یکسان نبودن ضرایب انبساط حرارتی قطعات از چینی جدا می‌گشت و در ضمن قطعه مذکور بدلیل هزینه‌های ماشینکاری و اکستروژن دارای قیمت تمام شده بالایی بود که پس از بررسی طرح‌های موجود و بکار گرفته شده در نیروگاههای در حال کار، ساختار مورد استفاده در مقره‌های اتکایی نیروگاه حرارتی سهند انتخاب گردید. در این طرح از قطعه لاستیکی قابل ارتجاع بهمراه پین تماس که این مجموعه در داخل چینی مقره قابل نصب می‌باشد، استفاده می‌گردد که این طرح علاوه بر اینکه کاهش قابل توجه هزینه‌ها را در پی خواهد داشت به دلیل سادگی آن زمان ساخت و نصب قطعه به حداقل ممکن تقلیل می‌یابد (شکل ۲).

۱-۲- کمربندهای دربرگیرنده پوسته و پایه‌های آلومینیومی

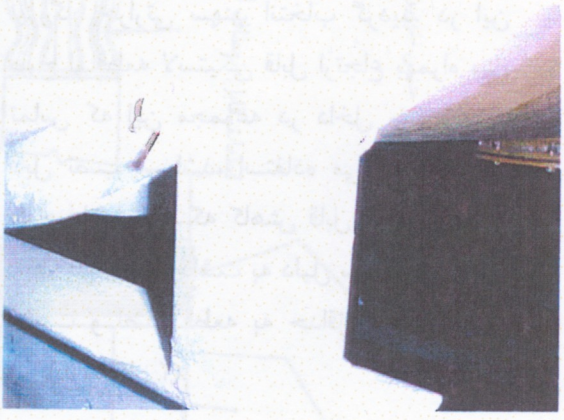
در طرحهای اجرا شده قبلی، از ناودانی و پایه آلومینیومی ریخته‌گری شده جهت اتصال باس‌بار به سازه نگهدارنده آن استفاده می‌شد که برای تولید مجموعه فوق‌الذکر نیاز به انجام عملیاتهای اکستروژن، نورد و ریخته‌گری بود و انجام آن طبیعتاً به زمان زیادی هم نیاز داشت. مهمتر اینکه محصول نهایی بسیار وزین بود و علاوه بر هزینه بالای تولید قطعات، مشکلاتی هم در



مقره اتکایی باس‌بار



قطعه لاستیکی قابل ارتجاع هد مقره



ساپورتینگ رینگ و کمربندهای دربرگیرنده پوسته باس‌بار
بهمراه پایه‌های نگهدارنده آن

پین تماس

شکل (۲)

نصب بهمراه داشت (همانند امکان شکستن عایقها و بوشهای عایقی بدلیل اعمال گشتاور بیش از حد مورد نیاز جهت محکم‌کردن پیچ و مهره‌های اتصال‌دهنده ساپورت‌های آلومینیومی به سازه‌های فولادی و نتیجتاً جاری شدن جریان نشتی بسمت سازه‌های فلزی و...) که در طرح جدید از ناودانی‌های فولادی گالوانیزه گرم شده جهت ساخت کمربندهای دور باس‌بار و نیز پایه‌های نگهدارنده آن استفاده خواهدشد (شکل ۲) که علت این امر حصول اطمنیان از عدم نشتی میدانهای مغناطیسی به خارج از پوسته باس‌بار فاز ایزوله بوده و این موضوع علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی چشمگیری بدلیل سادگی منجر به کاهش زمان ساخت قطعات و نصب آنها خواهدشد و بخصوص اینکه مشکل شکستن عایقهای الکتریکی بین پوسته باس‌بار و سازه نگهدارنده آن و خطرات ناشی از آن مرتفع خواهدشد.

۱-۳- ارائه طرح مناسب جهت ایزوله‌کردن پوسته باس‌بارها از سازه‌های فولادی

در پروژه‌های قبلی از فیبر و بوشهای عایقی که از مقوا و یا پارچه‌های آغشته به رزین ساخته می‌شدند، استفاده می‌گردید که قطعات فوق‌الذکر بعلت دارا بودن قابلیت جذب رطوبت و نیز شکننده بودن آنها پس از مدتی خاصیت عایقی خود را از دست می‌دادند که این امر علاوه بر مشکلات ذکر شده در بند (۱-۲) بالا رفتن تلفات باس‌بار را در پی داشت و در پروژه‌های جدید همانند باس‌بارهای واحدهای گازی خریداری شده از شرکت ایتالیایی آلفا استاندارد از بوشهای عایقی تفلونی که منجر به کاهش تعداد و تنوع قطعات عایقی و نیز حذف پیچ و مهره‌های اتصال‌دهنده ساپورتها به سازه‌های فلزی می‌گردد و همچنین از استحکام مکانیکی بالاتری برخوردارند، استفاده شده‌است (شکل ۲).

۱-۴- بهینه‌سازی سیستم هوای فشرده باس‌بار

در پروژه‌های سابق کمبود اطلاعات کافی در مورد تأثیر شرایط جوی بر روی عملکرد صحیح سیستم باس‌بار (میزان حساسیت سیستم موجود و یا فقدان سیستم هوای فشرده) و نیز لحاظ نمودن میزان نشتی ۱۰ درصد برای باس‌بارها که در مقایسه با داده‌های عملی بدست آمده از نیروگاههای مختلف بالا بوده، باعث گزینش سیستم هوای فشرده پیچیده غیرضروری و حجیم گردید که تجارب کسب شده در حین اجرای پروژه نیروگاه حرارتی سهند و اطلاعات دریافتی از سازنده سیستم مذکور مبنی بر عدم نیاز به کارکرد مستمر و دائمی سیستم فوق‌الذکر و نیز از سایر سازندگان خارجی همانند شرکت آلستوم حاکی از آن بود که سیستم مذکور می‌تواند بصورت بسیار ساده‌تری طراحی و ساخته شود. لذا در طرح جدید سعی گردیده با کاهش میزان نشتی مجاز باس‌بارها به کمتر از ۵ درصد و بوسیله اتخاذ روشهای مناسب طراحی و ساخت از قبیل نصب بوشینگهای آب‌بندی در داخل پوسته بخشهای انتهایی باس‌بارها و آب‌بندی آنها در محل کارخانه سازنده و انجام تست نشتی، سیستم با تعداد المانهای کمتر و کوچکتر که در نتیجه ارزانتر نیز خواهدبود، مطرح گردد و این امر علاوه بر صرفه‌جویی اقتصادی، باعث کاهش فضای مورد نیاز جهت نصب سیستم هوای فشرده باس‌داکت خواهدشد.

۲- نتیجه گیری

با توجه به مطالب ارائه شده روشن می‌گردد که فعالیت‌های بعمل آمده در ارتباط با بهینه‌سازی طراحی و ساخت قطعات جانبی باس‌بارها از قبیل مقره، سیستم نگهدارنده و غیره، این امر علاوه بر صرفه‌جویی‌های اقتصادی چشمگیر باعث شده که باس‌بارهای مذکور به مراتب با کیفیت بالاتر و با زمانبری کمتری در مقایسه با طرحهای قبلی ساخته شوند.

مضافاً بر اینکه نتایج رضایتبخش حاصله از کار فوق و نیز راه‌اندازی تجهیزات تست جهش حرارتی در داخل کشور، کارشناسان مرتبط در امر طراحی باس‌بار را بر آن داشته که براساس تجارب کسب شده در پروژه‌های سابق و نیز با انجام تغییرات در برنامه محاسبات حرارتی باس‌بار و مقایسه نتایج و خروجی‌های برنامه مذکور با نتایج حاصله از تستهای کارخانه‌ای، اقدام به بهینه ساختن ابعاد باس‌بارهای فاز ایزوله برای مقادیر جریانهای مختلف گردد که نتایج آن متعاقباً در قالب یک مقاله ارائه خواهدشد.

۳- مراجع

1- Modern power station practice.

۲- نقشه‌ها و مدارک طراحی باسبارهای فاز ایزوله نیروگاه گازی کرمان

آقای مجتبی طاهری اسبق دارای مدرک لیسانس مهندسی برق قدرت از دانشگاه تبریز بوده و جمعاً ۷ سال سابقه کار در شرکت‌های پارس ژنراتور، فراب و قدس‌نیرو دارد. زمینه فعالیت و علاقمندی آقای مهندس طاهری اسبق، تجهیزات اصلی برق نیروگاه (ژنراتور،ترانسفورماتور، باس‌داکت و....) می‌باشد.

Mta74@msh.com

اثر مقاومت افزون بر ضریب رفتار قابهای فولادی با اتصالات خورجینی

عباس قاسمی

کارشناس ارشد ساختمان ـ مدیریت مهندسی نیروگاههای گازی II

چکیده:

در این مقاله به منظور تعیین ضریب مقاومت افزون (Ω)، قابهای دارای اتصالات خورجینی سه نوع سیستم ساختمانی در نظر گرفته شده‌است: ۱ـ قابهای مهاربندی نشده دارای اتصال تقویت شده (صلب) خورجینی ۲ـ قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی ۳ـ قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی. سه نوع قاب با تعداد طبقات چهار طبقه، شش طبقه و هشت طبقه در نظر گرفته شد. به منظور محاسبه ضریب مقاومت افزون از تحلیلهای استاتیکی غیرخطی (پوش‌اوور) و دینامیکی غیرخطی استفاده گردید. تغییر مکان نسبی طبقه‌ای ۳٪ برای قابهای دارای اتصال صلب و ۱٪ برای قابهای مهاربندی شده به عنوان تغییر مکان نهایی در نظر گرفته شد. مقادیر متوسط ضریب کاهش در اثر شکل‌پذیری برای قابهای دارای اتصال متداول خورجینی، قابهای دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی و قابهای دارای اتصال صلب به ترتیب برابر ۱/۶۲۶، ۱/۶۵۵ و ۲/۰۳۳ بدست آمد. مقادیر متوسط حاصلضرب ضریب مقاومت افزون و ضریب تنش مجاز ($\Omega * Y$) برای قابهای ذکر شده در بالا به ترتیب برابر ۳/۳۴۵، ۳/۱۷۰۴ و ۳/۰۰۲۲ حاصل گردید و مقادیر متوسط ضریب رفتار (R) برای قابهای فوق به ترتیب برابر ۵/۴۲۵۹، ۵/۲۴۴ و ۶/۲۰۸ به دست آمد.

کلید واژه: مقاومت افزون، ضریب رفتار، اتصال خورجینی، قاب فولادی، شکل‌پذیری

مقدمه:

اتصالاتی که به صورت رایج در سازه‌های فولادی کاربرد دارند یا به صورت مفصلی در نظر گرفته می‌شوند قادر به انتقال ممان نمی‌باشند و یا به صورت صلب فرض می‌شوند. اتصالات صلب، سختی مورد نیاز سازه را تأمین نموده اما از نظر اجرای اتصالات، هزینه نسبتاً بالایی را به خود اختصاص می‌دهد. اتصال مفصلی از لحاظ سهولت اجرا مناسب بوده ولی از لحاظ سختی سازه دچار ضعف می‌باشد. در ایران در طراحی و ساخت سازه‌های فولادی از اتصالی موسوم به اتصال خورجینی استفاده زیادی می‌شود. اتصال خورجینی در ساختمانهای فولادی متشکل از دو نبشی برای اتصال تیر به ستون، در بالا و پایین هر کدام از تیرها بوده که برای پرهیز از جوش بالاسری، معمولاً نبشی پایین بزرگتر از بال تیرآهن و نبشی بالا کوچکتر از بال تیرآهن انتخاب می‌گردد. در این اتصال تیرها در محل اتصال قطع نشده و به صورت یکسره ادامه می‌یابند. به صورت کلی این اتصال یک اتصال نیمه صلب تلقی می‌شود.

از عواملی که بر سختی و مقاومت اتصال خورجینی تأثیر می‌گذارند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: طول نبشی‌ها، شماره مقطع تیرها، شماره نبشی‌ها، نوع تقویت به کار رفته برای این اتصال و کیفیت جوش‌ها. با توجه به اینکه اتصال خورجینی یک اتصال استاندارد محسوب نمی‌شود، بنابراین کلیه اطلاعات در مورد رفتار این اتصال محدود به تحقیقات انجام شده در

داخل کشور می‌باشد. مطالعات علمی و تحقیقاتی روی این اتصال از سال ۱۳۶۹، از زمان وقوع زلزله منجیل آغاز گردید. مطالعات روی اتصال خورجینی عمدتاً به پنج روش زیرصورت گرفته‌است: ۱ـ مطالعه روی مدل آزمایشگاهی اتصال خورجینی ۲ـ مطالعه روی مدل کامپیوتری اتصال خورجینی ۳ـ مطالعه روی مدل آزمایشگاهی سازه دارای اتصال خورجینی ۴ـ مطالعه روی مدل کامپیوتری سازه دارای اتصال خورجینی ۵ـ مطالعه روی مدل تحلیلی اتصال خورجینی [۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶].

ضریب رفتار (R) برای سیستم قاب ساختمانی دارای اتصال خورجینی در آیین‌نامه‌های معتبر وجود ندارد و در ویرایش دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران بیان شده‌است که ضریب رفتار این نوع سازه‌ها مشابه سیستم سازه‌ای با اتصالات ساده در نظر گرفته شود. به دلیل تفاوت‌های موجود درنحوه‌عملکردو رفتار دو سیستم سازه‌ای مذکور، تحقیق در این خصوص ضروری بنظر می‌رسد.

۱- ضریب رفتار (R)

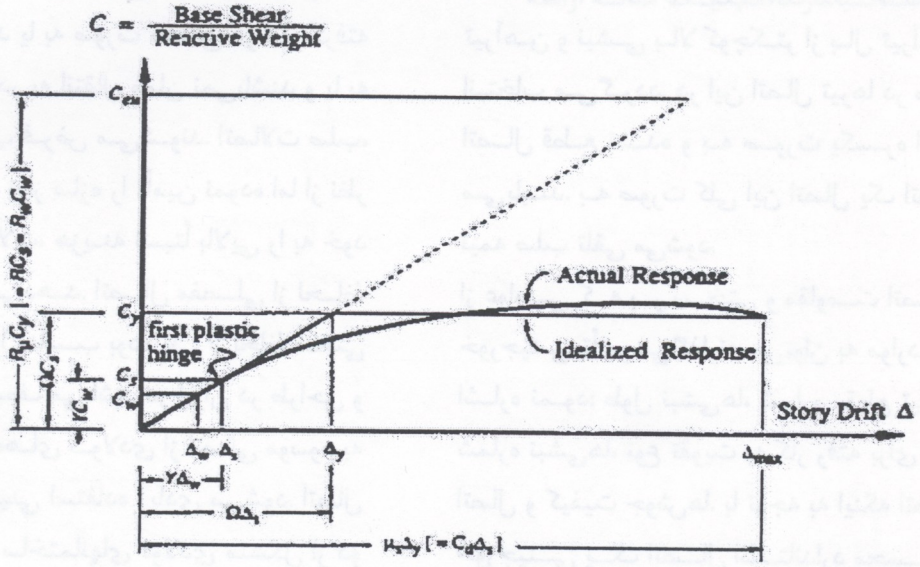
برای طراحی ساختمان در مقابل نیروهای لرزه‌ای از یک طیف خطی که وابسته به پریود طبیعی ساختمان و شرایط خاک محل احداث ساختمان است استفاده می‌کنند. اثر رفتار غیرخطی و اتلاف انرژی در اثر رفتار هیسترزیس، میرایی و اثر اضافه مقاومت سازه، نیروی مذکور را به وسیله ضریب رفتار به نیروی طراحی تبدیل می‌کنند.

با توجه به شکل (۱) مقدار مقاومت الاستیک مورد نیاز برحسب ضریب برش پایه (C_{eu}) عبارتست از:

$$C_{eu} = \frac{V_e}{W} \qquad (۱)$$

W وزن سازه و V_e حداکثر برش پایه در صورتی که سازه کاملاً در محدوده الاستیک باقی بماند.

با توجه به اینکه یک سازه اگر به صورت صحیح طراحی شود می‌تواند مقادیر قابل ملاحظه‌ای از



شکل (۱): رفتار کلی سازه

شکل‌پذیری را تأمین کند، لذا می‌توان با تأمین حداکثر مقاومت C_yW، سازه‌ای اقتصادی‌تر نیز طرح نمود. برای اهداف طراحی، آیین‌نامه‌ها مقدار C_y را تا مقدار C_s کاهش می‌دهند که نمایانگر تشکیل اولین مفصل پلاستیک در مجموعه سازه می‌باشد. در طراحی با استفاده از روش بار نهایی در سازه‌های بتنی و روش ضرایب بار و مقاومت در سازه‌های فولادی از این تراز نیرویی استفاده می‌شود. اختلاف مقدار نیروی بین C_yW و C_sW را اصطلاحاً اضافه مقاومت می‌نامند. از آنجا که در آیین‌نامه‌های طراحی سازه‌های فولادی و بتنی در بسیاری از کشورها هنوز استفاده از روش تنش مجاز متداول است، آیین‌نامه‌های UBC94 و ۲۸۰۰ ایران مقدار C_s را به C_w کاهش می‌دهند، لذا نیروی برشی پایه طراحی در آیین‌نامه‌ها برابر C_wW می‌باشد.

۱-۱- ضریب شکل‌پذیری کلی سازه (μ_s)

با ایده‌آل نمودن منحنی رفتار کلی سازه به منحنی الاستیک ـ پلاستیک کامل درشکل (۱)، ضریب شکل‌پذیری کلی سازه را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\mu_s = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \qquad (۲)$$

۱-۲- ضریب کاهش مقاومت در اثر شکل‌پذیری (R_μ)

در اثر شکل‌پذیری، ساختمان ظرفیتی برای استهلاک انرژی هیسترزیس خواهدداشت. بدلیل این ظرفیت استهلاک انرژی، ضریب نیروی طراحی الاستیک (C_{eu}) را می‌توان به ضریب تراز مقاومت تسلیم (C_y) کاهش داد:

$$R_\mu = C_{eu} / C_y \qquad (۳)$$

توجه به این نکته ضروری است که تراز مقاومت تسلیم به تراز ایجاد مکانیزم گسیختگی در سازه و یا فروریزش سازه اطلاق می‌شود و نه به تراز اولین تسلیم در سازه.

۱-۳- ضریب اضافه مقاومت (Ω)

مقاومت ذخیره‌ای که بین تراز واقعی تسلیم سازه (C_y) و تراز اولین تسلیم (C_s) وجود دارد، برحسب ضریب اضافه مقاومت بیان می‌گردد.

$$\Omega = C_y / C_s \qquad (۴)$$

اضافه مقاومت سازه در نتیجه باز توزیع نیروگاهی داخلی، بیشتر بودن مقاومت واقعی مصالح نسبت به مقاومت اسمی، سخت‌شوندگی کرنشی، محدودیت‌های آیین‌نامه‌ای در مورد تغییر مکان جانبی، تأثیر اجزای غیرسازه‌ای و غیره می‌باشد.

۱-۴- ضریب تنش مجاز (Y)

این ضریب برای در نظر گرفتن اختلاف در الگوی طراحی در آیین‌نامه‌های مختلف استفاده می‌شود. برای طراحی براساس تنش‌های مجاز، تراز مربوط به نیروی طراحی (C_w) از تراز اولین تسلیم قابل توجه (C_s) بوسیله ضریب تنش مجاز کاهش می‌یابد:

$$Y = C_s / C_w \qquad (۵)$$

۱-۵- تعیین ضریب رفتار (R یا R_w)

با توجه به شکل (۱)، ضریب رفتار مطابق با روش طراحی براساس مقاومت را می‌توان به صورت زیر تعیین کرد:

$$R = C_{eu} / C_s = C_{eu} / C_y . C_y / C_s = R_\mu . \Omega \qquad (۶)$$

و ضریب رفتار مطابق با روش طراحی براساس تنش‌های مجاز را می‌توان به صورت زیر تعیین نمود:

$$R_w = C_{eu} / C_w = C_{eu} / C_y . C_y / C_s . C_s / C_w = R_\mu . \Omega . Y \qquad (۷)$$

۱-۶- مطالعات انجام شده بر روی ضریب کاهش شکل‌پذیری (R_μ)

نیومارک و هال، لایی و بیگلس، ریدل و نیومارک، القادامسی و محرز، ریدل و هیدالگو و کروز، آریاس و هیدالگو، نساروکرا و ینکلر، ویدیک، فایفر و فیشینگر، میراندا، هوآنگ، و جاو در این زمینه مطالعاتی انجام داده‌اند. در تحقیق حاضر ازروابط به شرح زیراستفاده شده‌است [۷].

$$R_\mu = \frac{\mu - 1}{\Phi} + 1 \geq 1 \qquad (۸)$$

برای زمینهای رسوبی:

$$\Phi = 1 + \frac{1}{12T - \mu t} - \frac{2}{5T} \times \exp\left[-2\left(LnT - \frac{1}{5}\right)^2\right] \qquad (۹)$$

۱-۷- روش محاسبه ضریب مقاومت افزون

برای تعیین مقدار اضافه مقاومت، می‌توان علاوه بر روشهای آزمایشگاهی از روشهای تحلیلی نظیر روشهای استاتیکی غیرخطی (مانند روش آنالیز استاتیکی غیرخطی پیش‌روند، push-over و یا روش طیف ظرفیت) استفاده کرد. برای تعیین اضافه مقاومت سازه به این صورت عمل می‌شود که نیروهای طراحی جانبی سازه به همراه نیروهای ثقلی بر سازه اعمال می‌شود و تغییر مکان طبقه فوقانی قاب به همراه برش پایه ثبت می‌شود. سپس به طور یکنواخت مقدار نیروی جانبی افزایش داده می‌شود و مقادیر برش پایه و تغییر مکان طبقه آخر به طور مداوم ثبت می‌گردد. این عمل تا آنجا که اولین المان سازه به حد جاری شدن برسد و به صورت مفصل پلاستیک درآید، ادامه می‌یابد. افزایش این نیرو از این مرحله به بعد باعث باز توزیع نیروها در بقیه اعضاء شده و قاب، قادر به تحمل نیروی جانبی بیشتری می‌شود. نیروی جانبی مجدداً افزایش می‌یابد تا در بقیه اعضاء مفصل پلاستیک تشکیل شود و در صورتی تحلیل سازه متوقف می‌شود که یا سازه دچار مکانیزم ناپایداری شده و یا شکل‌پذیری محلی یکی از المانها از حد مجاز بیشتر شود. در این حالت از تقسیم حداکثر نیروی جانبی تحمل شده توسط قاب به نیروی حد جاری شدن اولین المان در قاب ضریب اضافه مقاومت بدست می‌آید. به منظور در نظر گرفتن عوامل مختلف در محاسبه ضریب اضافه مقاومت واقعی، ضریب اضافه مقاومت بدست آمده از روش فوق (Ω_0) توسط ضرایب اصلاحی F_i اصلاح می‌گردد [۸]:

$$\Omega = \Omega_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times \ldots \qquad (۱۰)$$

ضریب F_i اثر عوامل مختلف می‌باشد. مثلاً F_1 می‌تواند برای در نظر گرفتن اختلاف بین حد جاری شدن اسمی و حد جاری شدن واقعی مصالح باشد، برای سازه‌های فولادی مطالعات آماری مقدار این ضریب را ۱/۰۵ تعیین کرده‌است [۸]. ضریب F_2 می‌تواند برای در نظر گرفتن اثر افزایش تنش جاری شدن در اثر افزایش نرخ کرنش در هنگام زلزله باشد (مقدار تنش تسلیم یک المان در آزمایشگاه با افزایش کرنش المان با یک سرعت استاندارد تعیین می‌شود، هر چه سرعت افزایش کرنش بیشتر شود مقدار تنش تسلیم محاسبه شده نیز افزایش می‌یابد، در نتیجه به دلیل آنکه زلزله یک بارگذاری آنی در سازه ایجاد می‌کند، تنش تسلیم مصالح افزایش می‌یابد). مطالعات آماری نشان داده‌است که عدد ۱/۱ برای این ضریب قابل استفاده است[۸]. سایر پارامترهای F می‌تواند شامل منظور نمودن اثرات قطعات غیرسازه‌ای و غیره باشند و وقتی می‌توان از آنها

استفاده کرد که مقادیر قابل اطمینانی برای آنها وجود داشته باشد.

برای سازه‌های با پریود کم مقدار ضریب اضافه مقاومت زیاد بوده و با افزایش پریود مقدار این ضریب کاهش می‌یابد، زیرا در سازه‌های کوتاه نیروهای ثقلی و در سازه‌های بلند نیروهای جانبی بر طراحی حاکم می‌باشند.

۲- توصیف مدلهای مورد مطالعه

بدلیل آنکه اتصال خورجینی بیشتر در ساختمانهای کوتاه و متوسط به کار می‌رود، سه تیپ قاب با تعداد طبقات ۴ طبقه، ۶ طبقه و ۸ طبقه در نظر گرفته شد. هر یک از قابها به سه صورت: ۱ـ قاب مهاربندی نشده دارای اتصال تقویت شده (صلب) خورجینی ۲ـ قاب مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی ۳ـ قاب مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی، مورد مطالعه قرار گرفتند. هر یک از قابها در دو حالت سه دهانه و چهار دهانه در نظر گرفته شدند. در تعدادی از مدلها از دهانه ۴/۸ متری و در تعداد دیگر از دهانه ۴ متر استفاده گردید. ارتفاع طبقات نیزثابت وبرابر ۳/۲ متر در نظر گرفته شد. در بارگذاری ثقلی نیز فرضیات زیر در نظر گرفته شد:

۱ـ بارزنده $۲۰۰\frac{kg}{m^2}$، بارمرده $۸۰۰\frac{kg}{m^2}$، طول دهانه ۴/۸ متر

۲ـ بارزنده $۲۰۰\frac{kg}{m^2}$، بار مرده $۸۰۰\frac{kg}{m^2}$، طول دهانه ۴ متر

۳ـ بارزنده $۲۰۰\frac{kg}{m^2}$، بار مرده $۶۰۰\frac{kg}{m^2}$، طول دهانه ۴ متر.

به منظور محاسبه نیروهای جانبی از آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران و برای طراحی از مبحث دهم مقررات ملی ساختمان و پیوست دوم آیین‌نامه ۲۸۰۰ استفاده گردید. جهت آنالیز قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی سختی‌اولیه برابر $900\frac{t-m}{rad}$ در نظر گرفته شد.

۲-۱- تحلیل غیرخطی مدل‌های سازه با نرم‌افزار DRAIN-2DX

نرم‌افزار کامپیوتری DRAIN-2DX یک برنامه جامع برای تحلیل استاتیکی خطی و غیرخطی سازه‌های دو بعدی و تحلیل دینامیکی غیرخطی سازه‌های دو بعدی تحت اثر حرکات لرزه‌ای زمین می‌باشد. انواع اعضای در نظر گرفته شده با رفتار غیرخطی عبارتند از: ۱ـ عضور خرپایی: که برای مدلسازی اعضای مهاربند استفاده می‌گردد. ۲ـ عضو تیرستون: برای مدلسازی تیر و ستون به کار می‌رود. ۳ـ عضو اتصالی نیمه صلب: برای مدلسازی عضو اتصالی (خورجینی) به کار برده می‌شود.

برای مدلسازی رفتار اتصال خورجینی پارامترهای مورد نیاز شامل سختی اولیه، سختی پس از تسلیم و مقدار لنگر تسلیم می‌باشند. مقدار لنگر تسلیم اتصال متداول خورجینی برابر ۵۰ درصد لنگر تسلیم تیر در نظر گرفته شد. همچنین در محاسبات مقدار ۱۰ درصد به عنوان سختی پس از تسلیم اتصال خورجینی در نظر گرفته شد[۶].

۳- وضعیت نهایی سازه

۳-۱- شاخص تغییر مکان نسبی جانبی طبقه

در حالت تغییر شکلهای غیرخطی، برخی آیین‌نامه‌ها تغییر مکان بین طبقه‌ای را حداکثر به ۳ درصد ارتفاع طبقه محدود کرده‌اند و آنرا توسط رابطه زیر کنترل می‌کنند:

$$(\Delta_{max})_i = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i} \le 0.03 \qquad (11)$$

δ_i تغییر مکان iام، δ_{i-1} تغییر مکان طبقه i-1 و h_i ارتفاع طبقه iام می‌باشد.

۳-۲- مکانیزم طبقه

وقتی در یک طبقه از سازه، مهاربندها و ابتدا و انتهای ستونها پلاستیک شوند آن طبقه از سازه، توانایی تحمل بارهای جانبی را از دست خواهد داد و فرو خواهد ریخت.

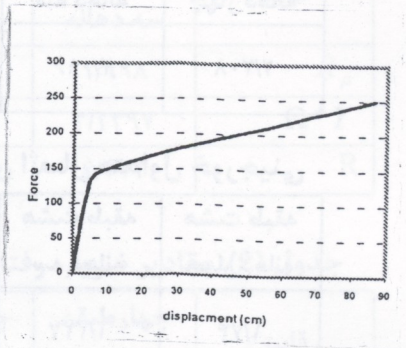
۴- وضعیت تسلیم سازه

تغییر مکان تسلیم از معادل‌سازی منحنی‌های رفتار غیرخطی سازه به منحنی دو خطی بدست می‌آید، بدین صورت که یک خط در امتداد شیب اولیه منحنی و خط دیگری از نقطه حداکثر تغییر مکان در امتداد شیب قسمت نهایی منحنی ترسیم می‌گردد و تغییر مکان محل برخورد به عنوان تغییر مکان تسلیم در نظر گرفته می‌شود.

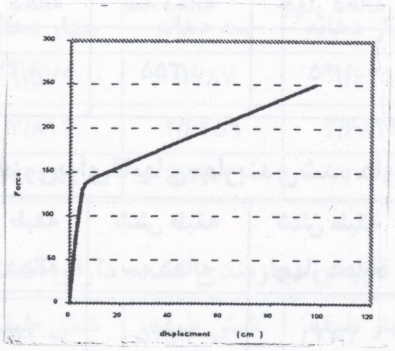
آیین‌نامه FEMA-273 برای عملکرد سازه‌ها محدوده‌هایی را تعریف می‌کند. سطوح عملکرد اصلی عبارتند از: S-1, S-3, S-5 که به ترتیب عبارتند از: سطح عملکرد در حالت قابلیت استفاده بی‌وقفه، سطح عملکرد به منظور تأمین ایمنی جانی برای افراد ساکن و سطح عملکرد در آستانه فرو ریزش. براساس آیین‌نامه FEMA-273 در مورد قابهای خمشی، رانش نسبی طبقه در سطح عملکرد آستانه فروریزش معادل ۵٪ ارتفاع طبقه می‌باشد و در سطح عملکرد ایمنی ساکنین، رانش نسبی طبقه ۲/۵٪ در نظر گرفته شده‌است. این آیین‌نامه در مورد قابهای مهاربندی شده. رانش نسبی طبقه در سطح عملکرد آستانه فروریزش را معادل ۲٪ ارتفاع طبقه منظور می‌کند و رانش نسبی طبقه در سطح عملکرد تأمین ایمنی جانی را معادل ۱/۵٪ ارتفاع طبقه فرض می‌نماید. مرجع [۶] با آزمایشاتی که روی مدلهای دارای اتصال صلب خورجینی انجام داد مشاهده نمود که این مدلها ظرفیت تحمل تغییر شکلی معادل ۳٪ ارتفاع طبقه را با یک رفتار هیسترزیس پایدار و دوکی شکل دارا می‌باشند. با توجه به موارد فوق در تحقیق حاضر تغییر مکان نهایی قابهای دارای اتصال صلب خورجینی برابر ۳h٪ (h ارتفاع طبقه) در نظر گرفته شده‌است. مرجع [۹] تسلیم شدن بادبند کششی در یک طبقه را به عنوان معیار تشکیل مکانیزم در طبقه مورد نظر فرض نموده‌است. در این تحقیق مکان نهایی معادل ۱h٪ با توجه به مرجع [۶] برای قابهای مهاربندی شده در نظر گرفته شده‌است. هر چند تغییر مکان نهایی نظیر ۱h٪ و تغییر مکان نهایی نظیر تسلیم شدن بادبند کششی تفاوت چندانی با یکدیگر نداشتند.

۵- محاسبه ضریب مقاومت افزون (Ω)

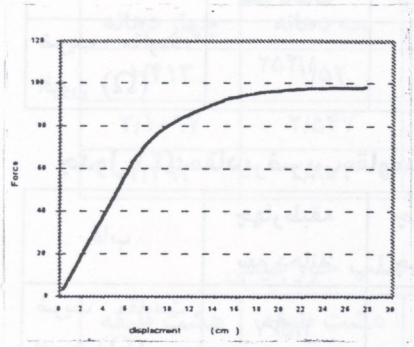
به منظور بدست آوردن ضریب مقاومت افزون (Ω) نیاز به محاسبه برش پایه در حالت تسلیم سازه (V_y) و برش پایه در اولین مفصل پلاستیک ایجاد شده در سازه (V_s) می‌باشد. مقادیر برش پایه تسلیم و برش پایه در اولین مفصل پلاستیک از منحنی‌های پوش اوور بدست می‌آیند. اشکال (۲، ۳ و ۴) نمونه‌هایی از منحنی‌های پوش‌اوور قابهای دارای اتصال خورجینی را نشان می‌دهند.



شکل (۲): منحنی پوش قاب دارای اتصال متداول خورجینی



شکل (۳): منحنی پوش قاب دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی



شکل (۴): منحنی پوش قاب دارای اتصال صلب خورجینی

۶- محاسبه ضریب مقاومت افزون با استفاده از تحلیل دینامیکی غیرخطی

مرجع [۱۰] برای بدست آوردن ضریب مقاومت افزون، مقاومت چند طبقه (MDOF) را با یک سیستم یک درجه آزاد (SDOF) معادل نموده‌است به نحویکه پریود و مقاومت هر دو سیستم یکسان باشند. در این صورت مقاومت سیستم یک درجه آزاد $V_y = \alpha C_W$ خواهدبود که α ضریب مقاومت افزون خواهدبود. البته برای بدست آوردن α از نسبت جابجایی ماکزیمم دو سیستم استفاده می‌گردد و سعی می‌شود تا حدامکان این نسبت به یک نزدیک گردد. جابجایی ماکزیمم در سیستم MDOF در طبقه‌ای که تا کف، ارتفاعی معادل L_e دارد بدست می‌آید.

$$L_e = \frac{\sum m_i x_i h_i}{\sum m_i x_i} \qquad (۱۲)$$

M_i جرم طبقات، x_i جابجایی افقی طبقات و h_i ارتفاع طبقات می‌باشد. در این تحقیق به منظور حصول ضریب مقاومت افزون با استفاده از تحلیل غیرخطی دینامیکی، سازه مورد نظر تحت شتابنگاشت طبس قرار داده شد. به منظور دستیابی به تغییر مکان نهایی مورد نظر، ضریب مقیاس شتاب تغییر داده می‌شود. با تغییر ضریب مقیاس شتاب، قاب تحلیل غیرخطی شده، برش پایه متناظر با تشکیل اولین مفصل پلاستیک در سازه (V_s) و برش پایه متناظر با تغییر مکان نهایی (V_y) محاسبه می‌شود. ضریب مقاومت افزون از تقسیم برش پایه در دو حالت مذکور بدست می‌آید. جداول (۱) الی (۳) مقادیر ضریب مذکور حاصل از این روش تحلیل برای سازه‌های مورد مطالعه را ارائه می‌دهند.

جدول (۱): مقادیر ضریب مقاومت افزون برای قابهای دارای اتصال صلب خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
ضریب مقاومت افزون (Ω)	۱/۴۵۲	۱/۴۷۳	۱/۳۵۵	۱/۶۵	۲/۰۱۶	۲/۲۰۸

جدول (۲): مقادیر ضریب مقاومت افزون برای قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
ضریب مقاومت افزون (Ω)	۱/۵۶۷	۲/۵۶۵	۱/۵۴۵	۲/۲۴۱	۱/۲۲۷	۱/۷۴

جدول(۳): مقادیر ضریب مقاومت افزون برای قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی سان خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
ضریب مقاومت افزون (Ω)	۱/۸۸۵	۲/۱۰۲	۱/۴۸	۱/۷۰۸	۱/۲۲۳	۱/۳۵۵

۷- تعیین ضریب رفتار (R) قابهای فولادی با اتصالات خورجینی

به منظور تعین ضریب رفتار، روش طراحی باید مشخص گردد. از آنجا که در آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران روش طراحی براساس تنش‌های مجاز می‌باشد بنابراین ضریب رفتار به صورت زیر تعیین می‌گردد:

به منظور محاسبه ضریب کاهش در اثر شکل‌پذیری (R_μ) از روابط میراندا استفاده می‌شود. خاک منطقه نوع II فرض شده‌است.

براساس تغییر مکان نهایی و تغییر مکان تسلیم ضریب شکل‌پذیری (μ) بدست می‌آید و با توجه به زمان تناوب سازه ضریب کاهش در اثر شکل‌پذیری بدست می‌آید. جداول ۴ الی ۶ مقادیر R_μ و حاصلضرب $\Omega * Y$، حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی، را ارائه می‌دهند. با ضرب نمودن دو پارامتر مذکور ضریب رفتار (R) بدست می‌آید که برای سازه‌های مختلف در همین جداول ارائه شده‌اند.

جدول (۴): مقادیر ضریب رفتار قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
R_μ	۱/۹۰۴۸	۱/۶۷۳	۱/۷۸۷	۱/۵۹۶	۱/۴۸۳	۱/۳۱۵
$\Omega * Y$	۳/۳۴۹۳	۳/۸۰۸	۲/۷۳۹	۳/۸۶۶	۲/۶۳۱۵	۳/۶۷۹۴
R	۶/۳۷۹۷	۶/۳۷۰۷	۴/۸۹۴۵	۶/۱۹۹۸	۳/۹۰۲۵	۴/۸۳۸

جدول (۵): مقادیر ضریب رفتار قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
R_μ	۱/۹۹۸	۱/۶۳۱	۱/۷۸۷	۱/۵۷۹	۱/۵۲	۱/۴۱۳
$\Omega * Y$	۳/۲۳۹۷	۳/۶۸۲۳	۲/۶۲۵۹	۳/۸۱۷	۲/۵۴۷	۳/۱۰۹۷
R	۶/۴۷۳	۶/۰۰۶	۴/۶۹۳	۶/۰۲۷۲	۳/۸۷۳	۴/۳۹۳

جدول (۶): مقادیر ضریب رفتار قابهای مهاربندی نشده دارای اتصال صلب خورجینی

قاب	چهارطبقه سه دهانه	چهار طبقه چهار دهانه	شش طبقه سه دهانه	شش طبقه چهار دهانه	هشت طبقه سه دهانه	هشت طبقه چهار دهانه
R_μ	۲/۵۴۶	۲/۷۹۷	۱/۷۶۳	۱/۹۳۸	۱/۶۰۷۵	۱/۵۴۴
$\Omega * Y$	۳/۲۷۳	۳/۳۴۳۷	۲/۹۰۳	۲/۹۰۹۵	۲/۸۸۸	۲/۶۹۴۵
R	۸/۳۳۳	۹/۳۵۲	۵/۱۱۹	۵/۶۳۸۵	۴/۶۴۳	۴/۱۶۰۵

۸- نتیجه گیری

- متوسط مقادیر ضریب کاهش در اثر شکل‌پذیری قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی، قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی، قابهای دارای اتصال صلب خورجینی با سختی کرنشی ۲٪ و قابهای دارای اتصال صلب خورجینی با سختی کرنشی ۵/۵٪ به ترتیب برابر ۱/۶۲۶، ۱/۶۵۵، ۲/۰۳۳ و ۲/۶۸۱ می‌باشد.
- متوسط مقادیر حاصلضرب ضریب مقاومت افزون و ضریب تنش مجاز $\Omega * Y$ قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی، قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی، قابهای دارای اتصال صلب خورجینی با سختی کرنشی ۲٪ و قابهای دارای اتصال صلب خورجینی با سختی کرنشی ۵/۵٪ به ترتیب برابر ۳/۳۴۵، ۳/۱۷۰۴، ۳/۰۰۲۲ و ۳/۲۴۱۸ می‌باشد.
- متوسط مقادیر ضریب رفتار قابهای مهاربندی شده دارای اتصال متداول خورجینی، قابهای مهاربندی شده دارای اتصال قیچی‌سان خورجینی، قابهای دارای اتصال صلب خورجینی با سختی کرنشی ۲٪ وقابهای‌دارای اتصال صلب خورجینی باسختی کرنشی ۵/۵٪ به ترتیب برابر ۵،/۴۲۵۹، ۵/۲۴۴، ۶/۲۰۸، ۸/۷۰۹ می‌باشند.

۹- مراجع

۱- مقدم و مؤید علایی: "تقویت لرزه‌ای سازه‌ای اتصال خورجینی"، پایان‌نامه

کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۹.

۲- مالک و طریقت: "بررسی رفتار الاستیک تیر به ستون اتصالات موسوم به خورجینی به روش اجزاء محدود"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

۳- رازانی و یعقوبی: "بحثی دربارهٔ شکل‌پذیری و ضریب رفتار سازه و لزوم محدودیت ارتفاع برای قابهای فولادی مهاربندی شده با اتصالات رکابی (خورجینی)"، دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳.

۴- تهرانی‌زاده و علوی: "رفتار دینامیکی سازه‌های با اتصالات نیمه صلب (خورجینی) تحت اثر پیچش"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۵.

۵- میرقادری، مزروعی و دهقانی رنانی: "بررسی نظری و تجربی اتصالات تیرهای خورجینی به ستون و ارائه جزئیات یک اتصال گیردار جدید"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.

۶- آقا کوچک و وشکینی: "تعیین ضریب رفتار (R) برای قابهای فولادی دارای اتصالات خورجینی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۸۰.

7- Miranda, E., "Site – Dependent Strength Reduction Factors", J.of struct Engrg., ASCE, VOL.119, No. 12, 1993.

۸- طاهری بهبهانی: "نگرش فلسفی به ضوابط محاسباتی ساختمانها در برابر زلزله"، نشریه شماره ۲۳۹ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۶.

9- M.A. Rahgozar, J.L. Humar, "Accounting for Overstrength in Seismic design of steel Structures", Canadian Journal of civil Engineering, VOL. 25, ottawa, 1998.

10- A.J. Kappos, "Evaluation of behaviour factors on the basis of ductility and overstrength studies", Engineering strures 21, 823-835, 1999.

آقای عباس قاسمی دارای لیسانس مهندسی عمران ـ عمران از دانشگاه صنعتی اصفهان (سال ۱۳۷۸) و فوق‌لیسانس مهندسی عمران ـ سازه از دانشگاه تربیت مدرس تهران (۱۳۸۱) می‌باشد. ایشان دارای ۳ سال سابقه کار در زمینه طراحی سازه‌ها در شرکت بیدون می‌باشند. آقای قاسمی هم‌اکنون دانشجوی دکترای مهندسی عمران ـ سازه در دانشگاه تربیت مدرس بوده و علاقمند در زمینه بهسازی لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد.

دستیابی سریع به اینترنت با استفاده از تکنولوژی‌های (Digital Subcriber Line) DSL

ولی فتحی
تکنیسین کامپیوتر ـ مرکز رایانه

چکیده:

وقتی می‌خواهید به اینترنت وصل شوید این ارتباط می‌تواند از طریق مودم‌های Dialup، شبکه محلی و یا DSL صورت گیرد. DSL به نوعی ارتباط پرسرعت، جهت دسترسی به اینترنت اطلاق می‌گردد که از طریق خطوط تلفن معمولی انجام می‌پذیرد. DSL در واقع به منظور انتقال پرسرعت اطلاعات تا ۲ مگابیت در ثانیه روی سیم مسی موجود در شبکه تلفن طراحی گردیده‌است. این تکنولوژی جدید با ارتقاء امکانات خطوط تلفن آنالوگ، انتقال پرسرعت داده‌ها را همزمان با انتقال صوت امکان‌پذیر نموده‌است. در این روش برخلاف روش Dialup موجود، سیگنالهای دیجیتالی به صوتی تبدیل نمی‌شوند و کانال انتقال داده‌ها از صوت کاملاً مجزا می‌باشد. بنابراین کاربر بدون نیاز به خط تلفن جدید حین ارتباط با اینترنت قادر به برقراری مکالمات تلفنی نیز خواهدبود. از مزایای استفاده از سرویس DSL می‌توان دسترسی به اینترنت پرسرعت، اتصال دائم به اینترنت، استفاده همزمان از اینترنت و تلفن، حق اشتراک ثابت ماهانه و نصب سریع و آسان آنرا نام برد. لازم به ذکر است در ایران مراکز مختلفی ارائه‌دهنده چنین سرویسی می‌باشند.شرکت مهندسین مشاور قدس‌نیرو نیز جهت ارتباط با اینترنت از این تکنولوژی استفاده می‌نماید.

مقدمه:

امروزه اینترنت می‌رود که بعنوان جزء لاینفک زندگی انسان این عصر قرار گیرد. همان اندازه که روز به روز بر اهمیت وجودی اینترنت افزوده می‌شود، به موازات آن، سرعت دستیابی به اطلاعات از طریق این تکنولوژی نیز اهمیت فراوانی می‌یابد. به همین جهت راه‌حل‌های متفاوتی در جهت اتصال به اینترنت پیشنهاد می‌شود که بی‌شک آسان‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش، همیشه مورد توجه قرارمی‌گیرد. در این بین، تکنولوژی DSL گوی سبقت را از دیگران ربوده، به نحوی که روزانه حداقل ۲۰۰۰۰ نفر در سطح جهان، به علاقمندان و استفاده‌کنندگان این تکنولوژی افزوده می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام گرفته از طرف شرکت IDC تا پایان سال جاری میلادی تعداد مشترکین خانگی استفاده کننده از مودم کابلی فراتر از ۸،۹۸۰،۰۰۰ نفر خواهدبود، در حالیکه DSL بیش از ۹،۳۰۰،۰۰۰ مشترک خانگی خواهد داشت. اما براستی چرا تکنولوژی DSL به محبوبیت و مقبولیتی این چنین، دست یافته‌است؟

شاید دلایل ذیل به اندازه کافی جوابگوی این سؤال باشد:

- شما می‌توانید ضمن ارتباط با اینترنت، بطور همزمان از خط تلفن خود برای مکالمات صوتی استفاده کنید.
- در تکنولوژی DSL سرعت انتقال داده‌ها نسبت به مودم‌های معمول بسیار سریعتر است (سرعت ۱/۵ مگابیت در ثانیه در مقایسه با مودم‌های ۵۶ کیلوبیت در ثانیه)
- در این شیوه لزوماً نیازی به کابل‌کشی جدید نیست، بلکه از خط تلفن

معمولی خود برای ارتباط می‌توانید استفاده کنید.

- ارتباط دائمی و Online با شبکه اینترنت و عدم قطعی، نکته حائز اهمیت دیگری است.
- هزینه شارژ ماهیانه کمتر
- مدیریت ساده تجهیزات DSL
- پشتیبانی از کلیه پروتکلها و بهره‌وری از آخرین امکانات سوئیچها

DSLها از محدودیت‌هایی نیز برخوردارند که عبارتند از:

- ارتباط DSL به مسافت بستگی دارد. هر چه شما به مرکز سرویس‌دهنده DSLتان نزدیکتر باشید از سرعت انتقال بهتری بهره‌مند خواهیدشد.
- سرعت دریافت اطلاعات از اینترنت سریعتر از ارسال اطلاعات می‌باشد.
- سرویس DSL در همه‌جا در دسترس نمی‌باشد.

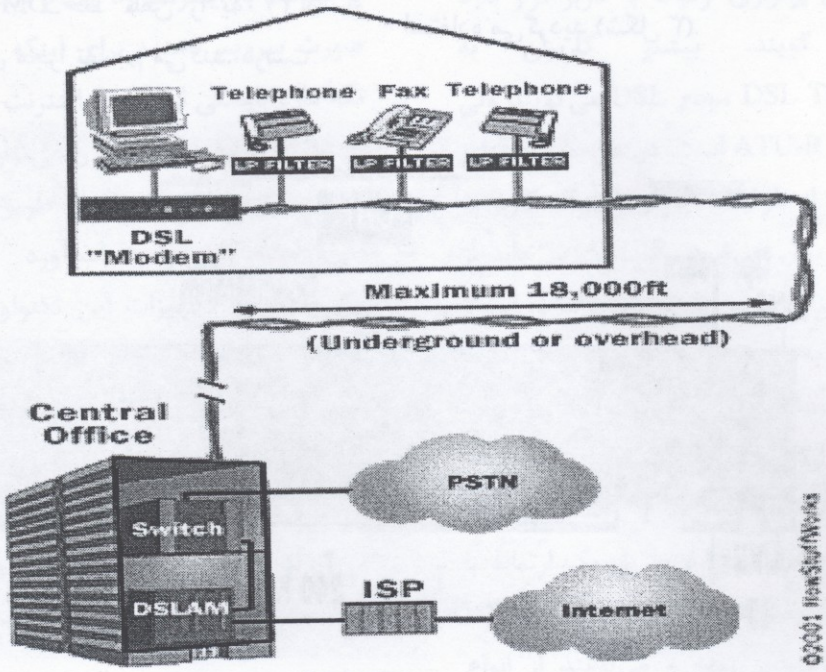
۱- چگونگی عملکرد تکنولوژی DSL

آشنایی‌با خطوط معمولی تلفن و مشخصات آنها:

اکنون به این مسئله می‌پردازیم که چگونه در حالیکه از تلفن استفاده می‌کنید DSL همزمان بتواند اطلاعات بیشتری را در روی سیم تلفن جای دهد. همانطور که می‌دانید ارتباط تلفنی از طریق یک زوج سیم مسی که از مرکز تلفن به محل کار یا زندگی‌تان کشیده شده‌است برقرار می‌شود. این سیم‌های مسی قادر هستند محدوده فرکانس خیلی بیشتر از حد نیاز را انتقال دهند. DSL از این ظرفیت اضافی موجود در سیم‌های تلفن استفاده کرده و بدون اینکه بر روی انتقال صوت تأثیری بگذارد، داده‌ها را از طریق آن ارسال می‌کند. اساس طرح DSL بر تمایز بین فرکانس‌های مختلف استوار است. برای درک بهتر DSL لازم است که اطلاعاتی را در مورد خط تلفن معمولی بدانید. POTS (Plain Old Telephone Service) واژه‌ای است که در فن‌آوری‌های جدید تلفن استفاده می‌شود و معرف این است که چگونه می‌توان ارسال صوت را در روی خط تلفن جای داد. همانطور که می‌دانید فرکانس صوتی انسان‌ها در محدوده صفر تا ۳۴۰۰ هرتز می‌باشد. در حالی که سیم‌های مسی می‌توانند فرکانس‌های تا میلیون‌ها هرتز را در خود جای دهند. بنابراین مقدار فضایی که سینگال‌های صوتی اشغال می‌کنند بسیار ناچیز است. دستگاههای جدید می‌توانند داده‌های دیجیتالی را بدون اینکه تأثیری بر روی سینگال‌های آنالوگی بگذارند به راحتی ارسال کنند و بیشتر باند فرکانس سیم تلفن را اشغال نمایند. حالا DSLها دقیقاً این کار را می‌کنند یعنی در تکنولوژی DSL مبنای کارکرد براساس انتقال دیجیتال اطلاعات و صوت پایه‌گذاری شده، و بهمین دلیل بر محدودیت‌های موجود در تکنولوژی آنالوگ کنونی غلبه کرده‌است. انواع مختلفی از DSLها وجود دارند که در این مقاله به معرفی آنها خواهیم پرداخت. یک نوع DSL که در بیشتر محیط‌های کاری کوچک و حتی خانه‌ها می‌توان یافت ADSL (Asymmetric Digital Subcriber Line) می‌باشد: کلمه Asymmetric یا نامتقارن بدین منظور استفاده شده‌است که ADSL، بیشتر باند دو طرفه یا Duplex را برای انتقال اطلاعات از اینترنت به کاربر یا downstream اختصاص داده‌است و سهم کوچکی از پهنای باند را برای انتقال اطلاعات از کاربر به اینترنت یا upstream

در دسترس قرار داده‌است. ASDL پهنای باند را با این فرضیه که اکثر کاربران اینترنت بیشتر وقت خود را در حال download و یا نگاه کردن به صفحات "وب" صرف می‌کنند تقسیم کرده‌است.

DSL تا چه حدی می‌تواند سرعت مورد نظرتان را برای شما مهیا کند؟ در پاسخ باید گفت که این سرعت بستگی به طول مسیر بین شما و سرویس‌دهنده DSLتان دارد. DSL فن‌آوری است که ارتباط عکس با مسافت دارد. هر قدر طول مسیر بیشتر باشد سرعت ارتباطی شما کمتر خواهد شد. حداکثر مسافت حدود ۵۴۶۰ متر می‌باشد. فن‌آوری DSL می‌تواند سرعتی تا ۸ مگابیت را تا مسافت ۱۸۲۰ متر برای download ۶۴۰ کیلوبیت در ثانیه را برای upstream مهیا کند. ولی در عمل بهترین سرعت برای download و حدود بین ۶۴ تا ۶۴۰ کیلوبیت در ثانیه برای upstream متداول است. شاید این سؤال در ذهنتان مطرح شود که اگر چنین محدودیتی برای DSL وجود دارد پس چرا در مورد تلفن مشکل طول مسیر وجود ندارد. در پاسخ باید گفت که دستگاه تقویت‌کننده‌ای به نام Loading coil در بین مسیرهای بیش از ۶۰۰ متر قرار گرفته‌اند تا خصوصیات خازنی سیم‌ها را جبران کرده و سیگنال‌هایی که اطلاعات صوتی را حمل می‌کنند، تقویت نمایند. ولی Loading coilها درسینگال‌هایی دیجیتالی اختلال ایجاد می‌کنند. بنابراین DSLها نمی‌توانند از Loading coilها برای تقویت سینگال‌هایشان استفاده کنند. عامل دیگری که می‌تواند در DSLها اختلال ایجاد نمایند کابل‌های فیبر نوری است. از آنجایی که سیگنال‌های DSLها نمی‌توانند از مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و بالعکس عبور کنند، مراکز تلفنی که بین شما و سرویس‌دهنده DSLتان قرار دارند اگر از فیبر نوری استفاده کنند سیگنال‌های DSLتان دچار مشکل خواهندشد (شکل ۱).

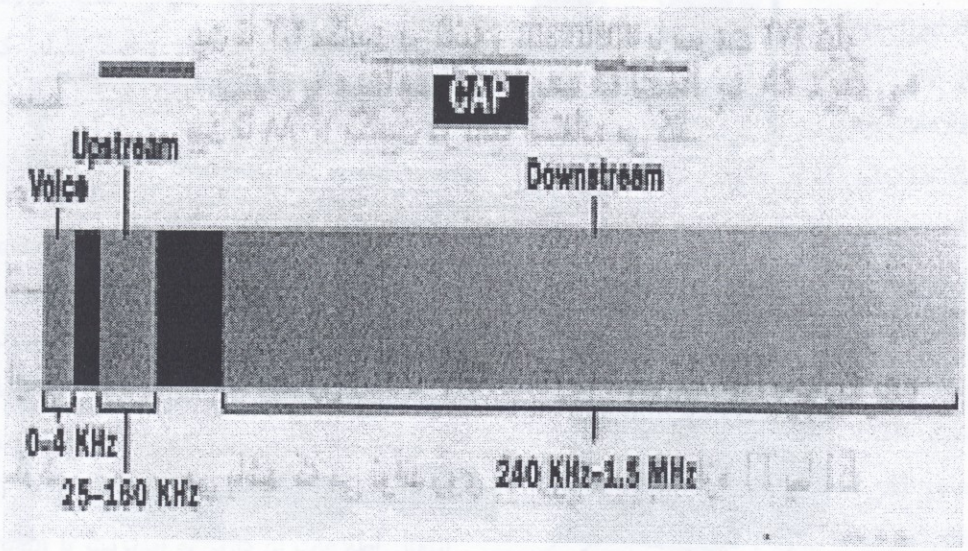


شکل (۱)

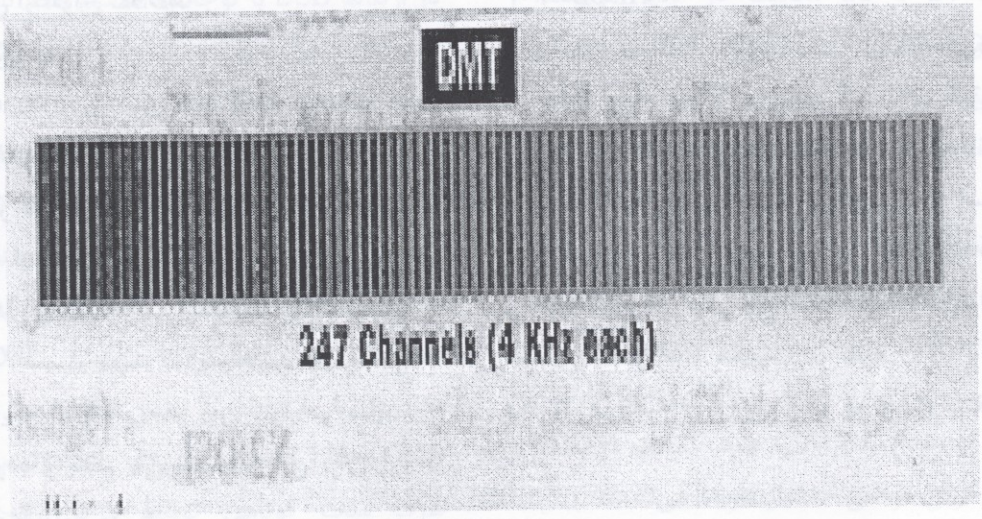
۲- تقسیم‌بندی سیگنال

برای تقسیم‌بندی پهنای باند در تکنولوژی DSL از دو باند استاندارد استفاده می‌شود:
DMT (Discrete Multi Tone) و
CAP(Carrierless Amplitude/Phase)
CAP استاندارد ساده اولیه‌ای است که سیگنال خط تلفن را به سه باند مشخص تقسیم می‌کند. کانال صوت که بین صفر۴۰ کیلوهرتز است، کانال Upstream بین ۲۵ تا ۱۶۰ کیلوهرتز و کانال downstream که از ۲۴۰ کیلوهرتز شروع می‌شود و بسته به شرایط (طول خط، پارازیت خط و تعداد کاربران روی خط سوئیچ مرکز تلفن) تا حداکثر ۱/۵ مگاهرتز ادامه می‌یابد. در این سیستم کانالها کاملاً از هم جدا شده‌اند تا امکان تداخل فرکانس را به حداقل برسانند (شکل ۲).

DMTهمچنین خط تلفن را به کانالهای مختلفی تقسیم‌بندی می‌کند، ولی کانالهای Upstream و downstream بطوری که در CAP تقسیم‌بندی می‌شود نیست. DMT خط تلفن را به ۲۴۷ کانال ۴ کیلوهرتزی مجزا تقسیم می‌کند. درست مثل این که مرکز تلفن خط تلفن‌تان را به ۲۴۷ سیم مسی که هر یک به یک مودم متصل است تقسیم کرده‌است. تمامی کانالها کنترل می‌شود و اگر کیفیت هر کانال بیش از حد ضعیف شود به جستجوی کانال دیگری برای ارسال و دریافت داده‌ها می‌پردازد. در ضمن بعضی از کانالها با فرکانس پائین (حدوداً ۸ کیلوهرتز) را بعنوان کانالهای دو طرفه برای Upstream و downstream در نظر می‌گیرد. کنترل و مرتب ساختن اطلاعات در کانالهای دو طرفه و کنترل کیفیت ۲۴۷ کانال سبب شده‌است که به اجرا درآوردن DMT پیچیده‌تر از CAP بشود، ولی DMT در مقابل خطها با کیفیت متفاوت، انعطاف بیشتری از خود نشان می‌دهد. DMT و CAP از نظر کاربران یکسان است. استاندارد رسمی ANSI روش DMT را برای تکنولوژی DSL پایه‌گذاری کرده‌است. البته اغلب تجهیزات DSLهای امروزی از روش DMT استفاده می‌کنند و از استاندارد قدیمی CAP قبلاً استفاده می‌گردید (شکل ۳).



شکل (۲)



شکل (۳)

۳- تجهیزات DSL

DSL از دو دستگاه که یکی در محل کاربر و دیگری در محل سرویس‌دهنده DSL قرار دارند استفاده می‌کند. به دستگاهی که در محل کاربر است DSL Transceivers یا ATU-R گفته می‌شود و دیگری که در محل سرویس‌دهنده DSL و برای برقراری ارتباط با کاربر قرار دارد DSLAM گویند. بیشتر کاربران به DSL Transceivers مودم DSL می‌گویند ولی اسم فنی آن ATU-R است. در هر حال نقطه‌ای است که داده از طرف کامپیوتر یا شبکه کاربر به خط DSL ارسال می‌شود. ATU-R می‌تواند از طریق پورت USB و یا توسط ارتباط اترنت (Ethernet) به تجهیزات کاربران وصل شود. DSLAM وسیله‌ای است که در واقع سبب می‌شود تا ارتباط DSL به وقوع بپیوندد. DSLAM ارتباطات مربوط به چند کاربر را جمع‌آوری کرده و آنها را از طریق یک ارتباط با ظرفیت‌بالابه‌اینترنت اتصال می‌دهد. DSLAMها در کل، انعطاف‌پذیر بوده و می‌توانند از انواع مختلف DSL با پروتکل‌های مختلف پشتیبانی کنند. DSL یک ارتباط اختصاصی برای هر کاربر را به DSLAM فراهم می‌سازد به عبارت دیگر کاربران با اضافه شدن دیگر کاربران به DSLAM کاهش کارایی را احساس نمی‌کنند. البته تا زمانی که تعداد کاربران روی یک ارتباط پر سرعت به اینترنت را، اشباع نکنند که در این صورت سرویس‌دهنده برای اینکه کارایی را بالا نگه دارد بایستی ارتباط به اینترنت خود را ارتقاء بخشد. در واقع DSLAM را می‌توان دلیل اصلی تفاوت بین سرویس‌دهی از طریق DSL و از طریق مودم کابلی به حساب آورد.

یکی دیگر از تجهیزات این تکنولوژی Splitter است. همانطوریکه ذکر شد صوت و داده‌ها به طور همزمان روی خطوط مسی در تکنولوژی DSL فرستاده می‌شود. به منظور جدا کردن صوت و داده در طرف مشترک از Splitter بهره می‌گیرند تا داده‌ها را به سمت کامپیوتر و صوت را به سمت تجهیزات مربوطه هدایت کند.

۴- بعضی از انواع DSLها

CDSL -۱-۴

(Consumer DSL) نوعی از DSL می‌باشد که توسط Rockwell عرضه شده‌است و سرعت آن تا حدی از ADSL پایین‌تر می‌باشد. (۱ مگابیت در ثانیه downstream و سرعت upstream کمتر) و دارای این مزیت است که نیاز به نصب "Spiltter" سمت مشترک نمی‌باشد. البته این شرکت دیگر اطلاعاتی در این باره در سایت عرضه نکرده و بنظر می‌رسد بازاریابی برای آن صورت نمی‌گیرد.

G.Lite or DSL Lite -۲-۴

که با عنوان Splitterless ADSL یا ADSL جهانی هم شناخته می‌شود. نوعی از ADLS با سرعت پایین‌تر می‌باشد که به تقسیم‌بندی فرکانس روی خط در سمت مشترک نیاز ندارد و این عمل را از راه دور و در مرکز تلفن برای مشترک انجام می‌دهد. این عمل هزینه‌ای که اصطلاحاً "Turck roll" نامیده می‌شود را کاهش می‌دهد. G.lite یکی از استانداردهای ITUT-T می‌باشد که سرعت downstream آن بین ۱/۵ تا ۶ مگابیت در ثانیه و upstream آن ۱۲۸ تا ۳۸۴ کیلوبیت در ثانیه می‌باشد.

ADSL -۳-۴

(Asymmetric Digital Subcriber Line) از آنجا که در این تکنولوژی سرعت Download بیشتر از سرعت Upload می‌باشد، آنرا به DSL نامتقارن می‌شناسند. این عدم تقارن بواسطه آن است که اغلب کاربران اینترنت بیش از آنکه چیزی را روی شبکه ارسال کنند، اطلاعات دریافت می‌کنند.

HDSL -۴-۴

High bit-rate Digital Subscriber Line یکی از انواع اولیه DSL می‌باشد که برای انتقال داده‌ها بین سایت‌های یک شرکت یا مرکز تلفن و مشترک بکار می‌رود. ویژگی اصلی این است که متقارن می‌باشد یعنی سرعت downstream و upstream آن برابر می‌باشد. HDSL می‌تواند سرعتی معادل ۱/۵ مگابیت در ثانیه (T1) یا ۲ مگابیت در ثانیه (E1) را در هر دو جهت منتقل کند.

RADSL -۵-۴

DSL با سرعت تطبیقی (Rate Adapti DSL) تکنولوژی DSL شرکت Westell می‌باشد که در آن نرم‌افزار می‌تواند سرعتی که سیگنال باید منتقل شود را بطور اتوماتیک تنظیم کند. سیستم Flex Cap2 شرکت westell از RADSL برای downstream داده‌ها با سرعت ۶۴۰ کیلوبیت تا ۲/۲ مگابیت در ثانیه و upstream با سرعت ۲۷۲ کیلوبیت در ثانیه تا ۱/۸۸ مگابیت در ثانیه استفاده می‌کند.

SDSL -۶-۴

DSL متقارن (Symmetric DSL) شبیه HDSL متقارن می‌باشد که می‌تواند روی یک زوج سیم باندازه T1 یا E1 داده‌ها را در هر دو جهت منتقل کند.

VDSL -۷-۴

(Very high data rate DSL) یک تکنولوژی در حال توسعه می‌باشد که انتقال داده‌ها با سرعت بسیار بالاتر را در مسافت‌های کوتاه (حدود ۳۰۰ متر) نوید می‌دهد. سرعت انتقال داده‌ها در آن

حدود ۵۱ تا ۵۵ مگابیت در ثانیه می‌باشد. تکنولوژی انتقال آن CAP یا DMT می‌باشد و کارآیی آن هنوز در بعضی از محیط‌ها به اثبات نرسیده‌است.

X2/DSL -۸-۴

نوعی مودم از شرکت 3COM می‌باشد که می‌تواند داده‌ها را با سرعت ۵۶ کیلوبیت در ثانیه منتقل کند ولی با نصب نرم‌افزار جدید قابلیت ارتقاء به مودم ADSL را دارد. شرکت 3COM آنرا "آخرین مودمی که نیاز دارید" می‌نامد.

۵- نتیجه‌گیری

تکنولوژی DSL ارتباط با اینترنت را با سرعتی تا ۳۰ برابر روشهای Dial up برای کاربران امکان‌پذیر نموده‌است که البته میزان سرعت به نسبت تعداد کاربران محلی online از ۶۴ کیلوبیت در ثانیه تا یک مگابیت در ثانیه متغیر است. سرویس DSL با توجه به سرعت بالای ارتباط (در مقایسه با سرویسهای Dialup) و هزینه مناسب (در مقایسه با سرویسهای پهنای باند موجود) راهکاری ایده‌آل برای کاربران خانگی پرمصرف و کاربران تجاری (دارای شبکه داخلی) می‌باشد. در این تکنولوژی کامپیوتر یا کل شبکه داخلی شما در اتصال دائم با شبکه جهانی اینترنت می‌باشد. بدون انجام شماره‌گیری، بدون شنیدن بوق اشغال و بدون اتلاف وقت جهت برقراری ارتباط، فقط با روشن‌نمودن کامپیوتر به دنیای اینترنت قدم می‌گذارید. با بهره‌گیری از سرویس DSL در عصر پرسرعت تبادل اطلاعات، وقت و هزینه‌های -خود را بیهوده هدر نمی‌دهید.

در ارتباط DSL با توجه به تقسیم خط تلفن به دو بخش انتقال صوت و داده‌ها برقراری ارتباط با شبکه اینترنت بدون پرداخت هزینه تلفن میسر گردیده‌است و با این سرویس بدون هیچ نگرانی از پرداخت هزینه‌های سنگین تلفنی و تنها با پرداخت حق اشتراک ثابت ماهانه، صرفنظر از میزان استفاده، از اتصالی مطمئن به اینترنت لذت می‌برید. راه‌اندازی سرویس DSL در مقایسه با ارتباط بی‌سیم نقطه به نقطه، p2p و Leased Line سریعتر و ساده‌تر بوده و ظرف مدت کوتاهی توسط مرکز ارائه‌دهنده خدمات انجام می‌گیرد.

۶- مرجع

http//www.how stuffworks.com

آقای ولی فتحی دارای مدرک کاردانی کامپیوتر بوده و از سال ۱۳۷۵ در شرکت مهندسین مشاور قدس‌نیرو مشغول به کار می‌باشند. زمینه علاقمندی ایشان شبکه‌های رایانه‌ای است.

Vfathee@ghods-niroo.com

طراحی تونل در مجاورت گسل‌های فعال

علی قنبری ـ سرپرست پروژه کنترل شوری آجی‌چای
رضا طاهرزاده ـ کارشناس ارشد ژئوتکنیک
معاونت مهندسی سازه‌های آبی

چکیده:
تحقیقات بسیاری از محققین حاکی از آن است که بطور کلی سازه‌های زیرزمینی در صورتی که از طراحی و ساخت اصولی برخوردار باشند، در مقابل زلزله‌های بزرگ عملکرد مناسبی دارند. با این حال در پاره‌ای از موارد که امتداد تونل از نزدیکی یک چشمه‌لرزه‌زا عبور می‌کند و مخصوصاً در مواردی که یک گسل فعال امتداد تونل را قطع می‌نماید، لازم است تدابیر خاصی در طراحی پوشش تونل در نظر گرفته شود.
اطلاعات جمع‌آوری شده از خرابی‌های تونل‌ها در زلزله‌های پیشین نشان می‌دهد در مواردی که گسل متقاطع با تونل حرکتهای هر چند کوچکی داشته‌است، سازه زیرزمینی متحمل تنش‌ها و تغییر شکل‌های فوق‌العاده شده که بهره‌برداری از سازه را مختل کرده‌است. در این مقاله ضمن بیان اصول کلی و روش‌های مطالعه اثرات زلزله بر سازه‌های زیرزمینی، انواع تغییر شکل‌های تونل در جریان زلزله معرفی شده و راهکارهای خاص کنترل تغییر شکل ناشی از حرکت گسل‌ها در مقطع تونل بیان گردیده‌است. این روش‌ها شامل توسعه مقطع تونل، استفاده از دو تونل هم‌مرکز، انعطاف‌پذیر نمودن پوشش تونل و احداث یک تونل به موازات تونل اصلی می‌باشد.
باتوجه‌به اهمیت و حساسیت بهره‌برداری از سازه‌های زیرزمینی و همچنین مشخصات ژئوتکنیکی ساختگاه وشرایط وامکانات موجود اجرایی، می‌توان نسبت به انتخاب راهکار ویژه برای هر سازه زیرزمینی اقدام نمود.

مقدمه:

بطور کلی سازه‌های زیرزمینی و مخصوصاً تونلهایی که از طراحی و ساخت اصولی برخوردار بوده‌اند، در مقابل زلزله‌هایی با بزرگی متوسط تا بزرگ عملکرد مناسبی از خود نشان داده‌اند. پایین بودن سطح آسیب‌پذیری سازه‌های زیرزمینی در مقابل زلزله در جریان زلزله‌های اخیر کالیفرنیا و ژاپن عملاً به اثبات رسید (Power et al. ,1998). با این حال گزارشهایی هم وجود دارد که حاکی از وارد آمدن خسارت به برخی از تونلهای جاده، راه‌آهن، مترو و تونلهای انتقال آب در جریان زلزله‌های بزرگ می‌باشد. تونلهای زیرزمینی از دو ویژگی خاص برخوردارند که رفتار لرزه‌ای، آنها را از سازه‌های روزمینی متفاوت نموده‌است، اولا بطور کامل توسط توده‌های خاک و سنگ محاط شده‌اند، ثانیاً معمولاً از طول بسیار زیادی برخوردار هستند (Hashash,2000).

اولین گردآوری اطلاعات مربوط به رفتار لرزه‌ای تونلها و سازه‌های زیرزمینی توسط Duke & Leeds (1959) صورت‌پذیرفته‌است وپس ازاومحققان‌متعددی‌اقدام‌به جمع‌آوری اطلاعات مذکور نموده‌اند که از آن جمله می‌توان به مطالعات Dowding & Rozen (1978)،

Sharma& Judd (1991) ،Owen & Scholl (1981) و Power et al. (1998) اشاره کرد.

متعاقباً شرح کوتاهی از نتایج حاصله توسط هر یک از محققان مذکور ارائه می‌گردد.

در مطالعات انجام شده توسط Dowding & Rozen (1978) یک رابطه تجربی بین خرابی‌های مشاهده شده در تونلها و حداکثر شتاب و سرعت ناشی از زلزله در سطح زمین ارائه شده است. رابطه بین حداکثر شتاب و تعداد خرابی‌ها در شکل (۱) نشان داده شده است. براساس این رابطه برای شتابهای حداکثر کوچکتر از ۰/۲g خطری تونل را تهدید نمی‌کند. برای شتابهای حداکثر بین ۰/۲g و ۰/۵g خطر کم و برای شتابهای بزرگتر از ۰/۵g خطر متوسط تا بالا پیش‌بینی می‌گردد.

Owen & Scholl (1981) داده‌های جمع‌آوری شده توسط Dowding & Rozen (1978) را به ۱۲۷ مورد افزایش دادند. نتایج حاصله از تحقیق آنها به طور خلاصه شامل موارد زیر می‌باشد:

الف- تونلهای ایجاد شده در محیط‌های سنگی در حالتی که با حداکثر شتاب کمتر از ۰/۴g مواجه‌شده‌اند خرابی اندکی از خود نشان داده‌اند.

ب- خرابی‌های شدیدوریزش مقطع تونل‌دراثر زلزله صرفاً در موارد نادری اتفاق افتاده است و معمولاً سازه‌های پیرامونی تونل با خرابی مواجه بوده‌اند.

ج- در مواردی که گسل متقاطع با تونل و یا سازه زیرزمینی در جریان زلزله لغزش نماید، تونل بطور اجتناب‌ناپذیری با خرابیهای شدید مواجه خواهد شد. موارد مشاهده شده از انسداد تونل متاثر از وقوع حرکت در گسل، زمین لغزش و یا روانگرایی خاک بوده است.

د- تونلهای عمیق‌ازتونلهای‌سطحی‌ایمن‌تر هستند.

و- خرابیهای مشاهده شده در سازه‌هایی که به روش "کند و پوش"[1] اجرا شده‌اند عمدتاً ناشی از افزایش فوق‌العاده نیروهای جانبی وارده از طرف خاک محیط اطراف به تونل بوده است.

هـ - مدت تداوم زلزله مهمترین عامل موثر در بروز خرابیهای شدید بوده است.

Sharma & Judd (1991) مجدداً داده‌های جمع‌آوری شده را توسعه داده و تعداد نمونه‌های بررسی شده را به ۱۹۲ گزارش از ۸۵ زلزله اتفاق افتاده در سراسر دنیا افزایش دادند. نهایتاً از مطالعه آنها رابطه‌ای تجربی بین خرابی‌های مشاهده شده، خصوصیات زلزله و مشخصات تونل بدست آمد. پارامترهای بررسی شده شامل بزرگی زلزله، فاصله کانونی، حداکثر شتاب زمین، شکل پوشش و استحکامات تونل، عمق روباره و جنس سنگ محیط اطراف تونل است.

خلاصه نتایج حاصله به قرار زیر می‌باشد:

الف- بطور کلی با افزایش عمق روباره از شدت خرابی کاسته می‌شود.

ب- در توده‌های واریزه‌ای خرابیهای بیشتری نسبت‌به توده‌های سنگی سخت دیده شده است.

ج- استحکامات داخلی تونل و سیستم پوشش تاثیر چندانی در خرابیها نداشته است.

د- با افزایش بزرگی زلزله و کاهش عمق کانونی و در نتیجه افزایش حداکثر شتاب زمین، بر شدت خرابیها افزوده شده است.

هـ- برای حداکثر شتاب زمینی کمتر از حدود ۰/۱۵g هیچ خرابی وجود نداشته و یا اینکه

1- Cut & Cover.

وسعت خرابی بسیار کم بوده است.

Power et al. (1998) به منظور تبیین رفتار لرزه‌ای تونلهایی که به روش حفاری (سوراخ کردن) زمین ساخته شده‌اند، ضمن استفاده از بانک اطلاعاتی تدوین شده توسط محققان پیشین اصلاحات عمده‌ای در آن ایجاد نمودند. اصلی‌ترین‌مواردِاصلاح شده به قرار زیر می‌باشند:

الف- حذف داده‌های مربوط به زلزله‌هایی که مستندات ندارند، نظیر زلزله‌هایی که بزرگی یا موقعیت نداشته یا رفتار تونلهای منطقه آنها به درستی تبیین نگردیده است.

ب- در مرحله ارزیابی اثرات امواج لرزه‌ای زلزله بر تونلها، داده‌های مربوط به خرابی‌هایی که بطور مستقیم توسط حرکت گسلها، زمین لغزش یا روانگرایی رخ داده، حذف گردیده‌اند.

ج- به منظور ارزیابی انحصاری تونلهایی که با روش حفاری احداث شده‌اند، اطلاعات مربوط به تونلهایی که با روش کند و پوش احداث شده‌اند حذف شده است.

د- بزرگی زلزله‌ها برحسب بزرگی گشتاوری (M_w) بیان شده است.

هـ- فاصله مرکز زلزله از تونل بازنگری شده است. در این مورد فاصله تونل از محدوده گسیختگی گسل مدنظر قرار گرفته است.

و- حداکثر شتاب در سطح زمین با استفاده از روابط کاهیدگی مناسب مجدداً تخمین زده شده است.

ز- اطلاعات جدیدی از زلزله‌های با بزرگی متوسط به بالا و زلزله‌های مستند به لیست اضافه شده است.

نهایتاً بانک اطلاعات جمع‌آوری شده توسط این محققان مشتمل بر ۲۰۴ مورد گزارش از عملکرد تونلها در مقابل زلزله‌های با بزرگی متوسط به بالا بوده که از میان آنها ۹۷ مورد مربوط به گزارشهای مربوط به زلزله مستند سال ۱۹۹۵ کوبه ژاپن است.

۱- تغییر شکلهای تونل در اثر ارتعاش زمین

اثرات زلزله بر سازه‌های زیرزمینی را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱- ارتعاشات[1]

۲- گسیختگی‌ها[2]

ارتعاشات در واقع ناشی از تغییر شکلهایی است که انتشار امواج لرزه‌ای بر روی پوسته زمین ایجاد می‌نماید. مهمترین عوامل موثر در میزان ارتعاشات و تکانهای زمین شامل موارد زیر می‌باشد: (Hashash,2000)

الف- شکل، ابعاد و عمق سازه

ب- خواص‌محیط (خاک و یا سنگ) اطراف سازه

ج- خصوصیات سازه

د- شدت ارتعاشات زمین

همچنین گسیختگی عمدتاً ناشی از پدیده‌هایی نظیر روانگرایی، حرکت گسلها و ناپایداری شیبها است که در جریان زلزله بوقوع می‌پیوندد.

طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی از جنبه‌های مختلفی حالت ویژه و منحصر به فردی دارد. در اکثر سازه‌های زیرزمینی اینرسی خاک محیط اطراف سازه در مقایسه با اینرسی سازه از مقدار بیشتری برخوردار است. اندازه‌گیریهای انجام شده توسط (Okamato et al.1973) روی پاسخ یک تونل لوله‌ای مستغرق حاکی از آن است که پاسخ تونل کاملاً متاثر از پاسخ محیط اطراف بوده و خصوصیات اینرسی سازه تونل تاثیر چندانی روی آن نمی‌گذارد. بنابراین برخلاف

1- Ground Shaking.
2- Ground Failure.

سازه‌های‌روزمینی که در آنها اثرات اینرسی نقش اصلی را ایفا می‌نماید، طراحی لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی بر محاسبه تغییر شکل مرزهای آزاد[1] زمین و اندرکنش آن با سازه استوار است.

بطور کلی پاسخ سازه‌های زیرزمینی به امواج لرزه‌ای، همانگونه که در شکل (۱) نیز نشان داده شده است، در قالب سه نوع تغییر مکان بیان می‌گردد (Owen & Schall,1981):

الف- افزایش طول محوری (Axial Extension)

ب- خمش طولی (Longitudinal Bending)

ج- تغییر شکل عرضی ناشی از کشش عرضی یا بیضوی (Ovaling/ Racking)

تغییر شکل محوری تونل در اثر مولفه‌هایی از امواج لرزه‌ای که به موازات محور تونل حرکت می‌نمایند، ایجاد می‌گردد. این امواج به طور متناوب موجب بروز نواحی کشیده و فشرده در طول تونل می‌گردند. بطور کلی رفتار کلی پوشش تونل در شرایطی که در معرض امواج زلزله واقع شده است به صورت دو بعدی مدل می‌شود. با این حال، طراحی پوشش تونل برای تحمل هر دو نوع تغییر شکل محوری و خمشی معمولاً در صفحه طولی و برای تغییر شکل عرضی در تونل صورت می‌پذیرد. از طرف دیگر تغییر شکلهای عرضی در سازه تونل وقتی بوجود می‌آید که امواج برشی تقریباً در جهت عمود بر محور تونل انتشار یابند. در این صورت امواج مذکور موجب ایجاد اعوجاج در مقطع عرضی پوشش تونل می‌گردند. به طور کلی تغییر شکلهایی که از مقدار بزرگتری برخوردارند دارای طول موج بزرگتری هستند، در صورتی که حداکثر انحناء توسط امواج با طول موج کوتاه و مقدار تغییر مکان کوچک ایجاد می‌شود (Hashash,2001).

۲- بررسی‌رفتار لرزه‌ای سازه‌های زیرزمینی

آسیبهای احتمالی سازه‌های زیرزمینی در اثر زلزله می‌تواند ناشی از گسلش، روانگرایی، بروز تغییر شکلهای بزرگ در پوشش تونلها و زمین لغزش و گسیختگی شیروانی‌ها در مبادی ورودی و خروجی این سازه‌ها باشد.

روشهای عددی و تحلیلی متعددی برای پیش‌بینی رفتار لرزه‌ای و طراحی سازه‌های زیرزمینی‌دربرابر بارگذاری زلزله ابداع شده است که‌هریک‌از این روشها باتوجه به مبانی و فرضیات خودنتایج‌خاصی‌راارائه‌نموده‌وازجنبه‌های مختلفی ایمنی سازه را مورد ارزیابی قرار می‌دهند.

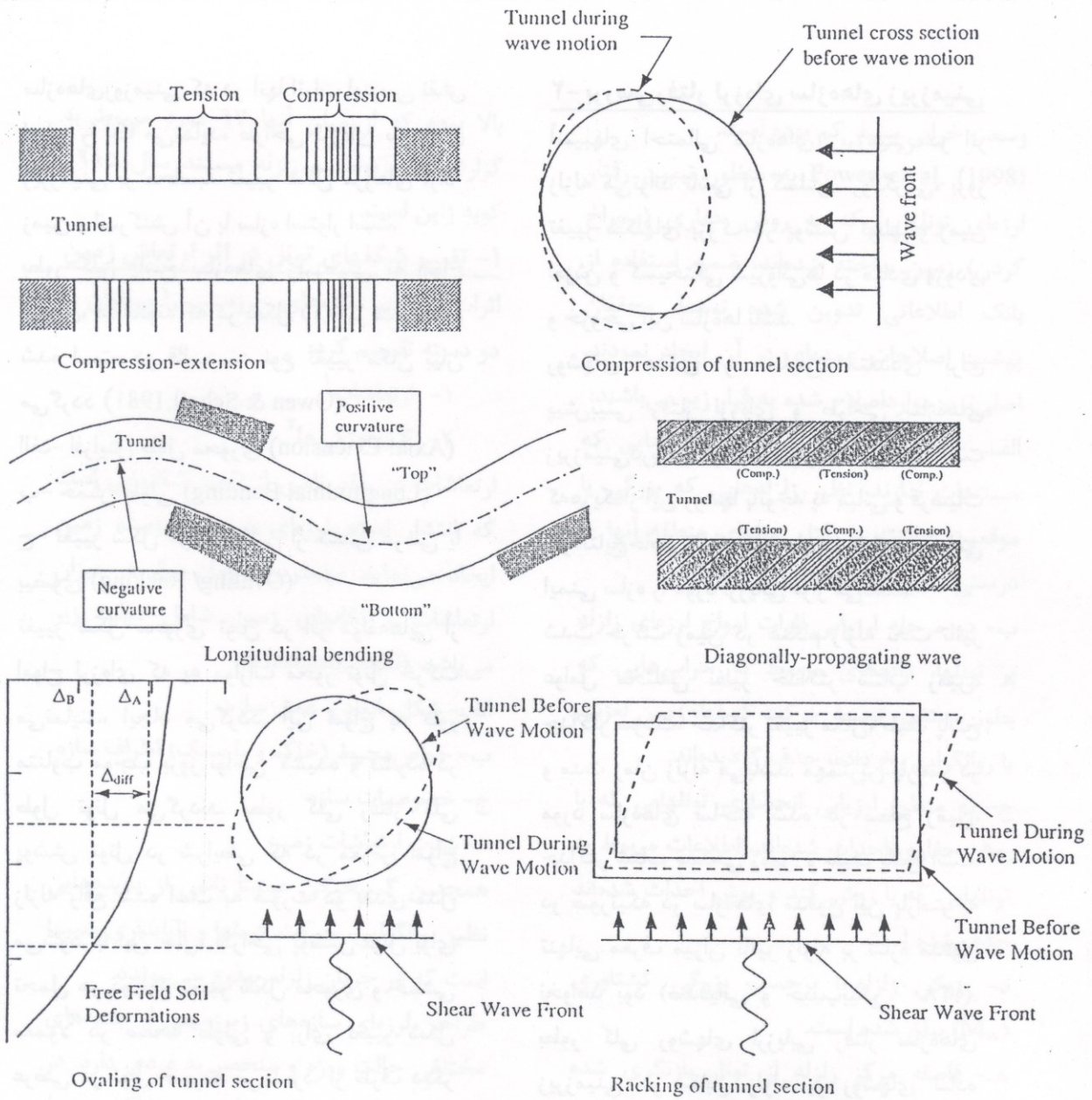
شدت حرکت زمین در هنگام زلزله تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر حداکثر شتاب زمین، حداکثر سرعت، حداکثر تغییر مکان، طیف پاسخ و مدت زمان زلزله می‌باشد. مهمترین پارامتر در مورد سازه‌های ساخته شده در سطح زمین، حداکثر شتاب سطحی زمین و طیف پاسخ است. در صورتیکه در سازه‌های مدفون این پارامتر به تنهایی معرف میزان تاثیر زلزله بر سازه مدفون نخواهد بود (صدقیانی و حبیب‌بیگی، ۱۳۸۰).

بطور کلی روشهای ارزیابی رفتار سازه‌های زیرزمینی در مقابل زلزله بر روشهای ساده معادل‌سازی‌استاتیکی، روشهای تحلیل دینامیکی و روشهای محاسبه اثرات گسلش بر تونل استوار می‌باشد. در اینجا شرح هر یک از موارد مذکور به اختصار بیان می‌گردد.

۲-۱- تحلیل استاتیکی فضاهای زیرزمینی

تحلیل شبه استاتیکی روشی مرسوم در بررسی اثرات اندرکنش خاک و سازه است. در روش ساده‌ای که توسط St. John & Zahrah (1986)

1- Free-Field.



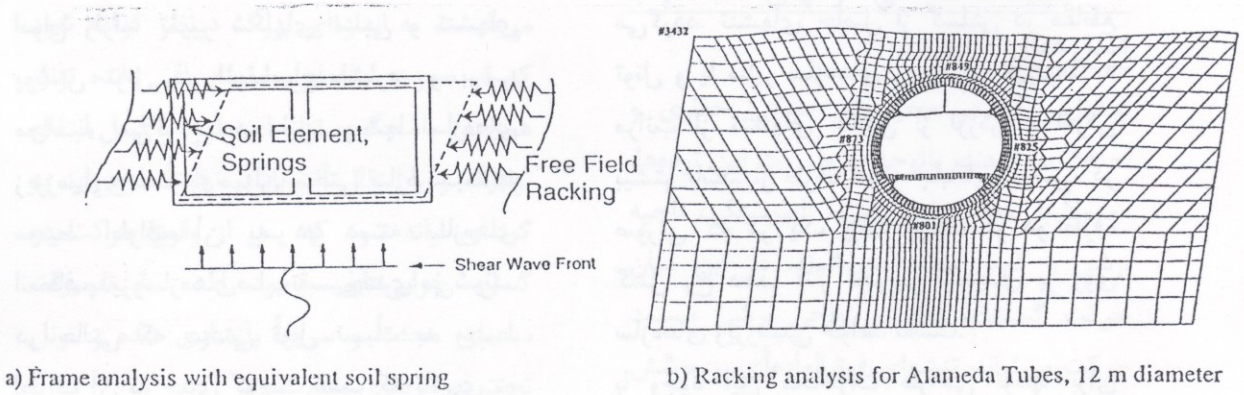
شکل (۱): اشکال مختلف تغییر مکان تونل در اثر تکانهای لرزه‌ای (Hashash, 2001)

ارائه شده است تونل توسط یک تیر الاستیک متکی بر پی‌الاستیک شبیه‌سازی می‌گردد. بطور کلی برای محاسبه تغییر شکل مقطع تونلهای دایره‌ای روش ساده‌ای وجود دارد که مطابق آن با استفاده از ضریب انعطاف‌پذیری (نسبت مدول الاستیسیته خاک محیط اطراف تونل به مدول الاستیسیته پوشش تونل) مقطع تغییر شکل یافته بدست می‌آید.

در همین ارتباط Wu & Penzin (1997) یک راه‌حل تحلیلی را برای تونلهای دایره‌ای ارائه نموده‌اند. همچنین برای مقاطع مستطیلی چنانکه در شکل (۲) آمده است روش شبه

استاتیکی، با استفاده از مدلسازی خاک محیط اطراف توسط فنرهای الاستیک، امکانپذیر است. Hashash et al. (1998) روش تحلیل پروفیل طولی تونل را با استفاده از آنالیز شبه استاتیکی معرفی کرده است. در این روش آنالیز نیروها با استفاده از تاریخچه زمانی تغییر مکان مرزهای آزاد صورت می‌پذیرد (شکل ۳).

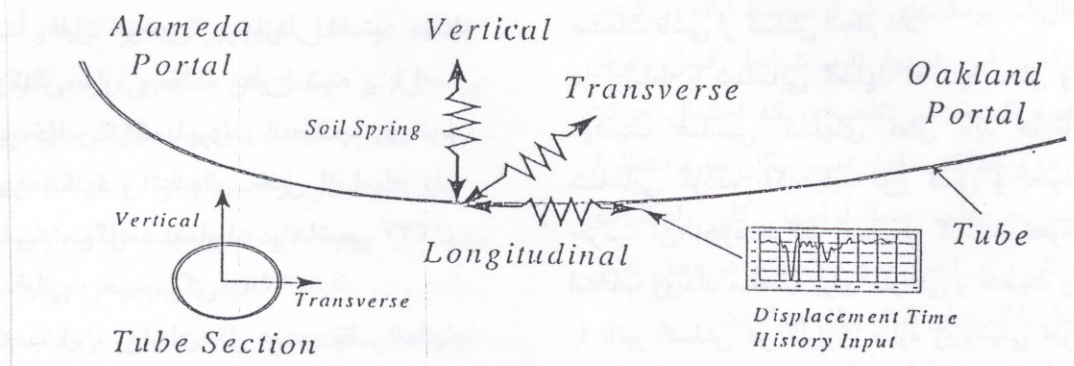
بطورکلی‌روش شبیه استاتیکی در مواردی اعتبار داردکه‌ارتعاشات‌زمین‌ازقوت‌بالایی‌برخوردارنباشند و تغییر شکلهایی که در سازه ایجاد می‌کنند در محدوده الاستیک باشد. برای ارتعاشات قوی معمولاً پاسخ زمین شدیداً غیرخطی است.



a) Frame analysis with equivalent soil spring

b) Racking analysis for Alameda Tubes, 12 m diameter

شکل (۲): روش تحلیل شبه‌استاتیک (Hashash, 2001)



شکل (۳): مدل تحلیل سه بعدی پاسخ تونل (Hashash et al, 1998)

۲-۲- تحلیل دینامیکی فضاهای زیرزمینی

در روشهای دینامیکی تحلیل سازه‌های زیرزمینی پاسخ این سازه‌ها در برابر امواج زلزله محاسبه می‌گردد. بطور کلی این روشها به دو گروه تحلیلی و عددی قابل تفکیک هستند. در روشهای تحلیلی عمدتاً با ارائه یک راه‌حل بسته و براساس خواص مکانیکی و فیزیکی پوشش تونل و توده اطراف آن و همچنین مشخصات امواج زلزله، تغییر شکلهای نسبی و تنشهای پوشش تونل در اثر امواج فشاری و برشی محاسبه می‌گردد. در این روشها سازه‌های زیرزمینی، بسته به میزان سختی سازه نسبت به محیط اطراف آن به دو دسته سازه‌های انعطاف‌پذیروسازه‌های‌صلب‌تقسیم‌بندی می‌شوند. در حالتی که سختی تونل نسبت به محیط اطراف آن به حدی کوچک است که تاثیری در تغییر شکلهای ایجاد شده در زمین در اثر عبور امواج ندارد (سازه‌های انعطاف‌پذیر)، رفتار سازه در یک محیط الاستیک، ایزوتروپ، همگن و نامحدود بررسی شده و تغییر شکل نسبی حاصل از زلزله و تنشهای مربوطه محاسبه می‌گردد. در این‌حالت‌سختی‌پوشش‌درمحاسبات‌وارد نمی‌شود. همچنین در سازه‌هایی که پوشش از سختی نسبتاً قابل توجهی برخوردار است، مسئله اندرکنش سازه و خاک مطرح شده و با اعمال تاثیر خواص تراکم‌پذیری و انعطاف‌پذیری تونل، تغییر شکلها و تنشهای ناشی از امواج زلزله محاسبه می‌گردند (دماوندی و هاشمی ۱۳۷۷) و (صدقیانی و حبیب‌بیگی ۱۳۸۰).

علاوه بر این، روشهای حل عددی نظیر المانهای محدود، تفاضلهای محدود و المانهای مرزی در حوزه‌های زمانی و یا فرکانسی (تحلیل تاریخچه زمانی و یا طیفی) برای تحلیل دینامیکی سازه‌های زیرزمینی کارآیی دارد. این تحلیل‌ها معمولاً با استفاده از نرم‌افزارهای با قابلیت بالا انجام‌می‌گرددکه‌از کاربرد وسیعی برخوردار است.

۲-۳- تحلیل اثرات گسل در تونلها

بسیاری از سازه‌های زیرزمینی، بخصوص تونلها، در امتداد طول خود با نواحی خرد شده و گسلها برخورد می‌کنند. این امر باعث افزایش سطح آسیب‌پذیری آنها بر اثر حرکت گسل (گسلش) می‌گردد. تنشهای حاصل از گسلش در مقاطع تونل و یا سایر سازه‌های زیرزمینی می‌تواند به مراتب از تنشهای حاصل از لرزش و لغزش بیشتر باشد. از طرف دیگر جابجایی برشی، در صورتی که در یک پهنه باریک در دو طرف گسل رخ دهد، آثار تخریبی شدیدی بر روی سازه‌های زیرزمینی خواهد داشت.

با وجود این مخاطرات طراحی تونلها برای مقاومت در برابر جابجایی‌های چند سانتیمتری تا چند متری ناشی از گسلش معمولاً از لحاظ اقتصادی به صرفه نیست. بدین لحاظ در حین بررسیهای ساختگاه برای ساخت سازه‌های زیرزمینی باید به وجود گسلها توجه خاصی مبذول شود تا بتوان با شناخت کامل آنها، پیش‌گیریهای لازم را در جهت کاهش میزان صدمات ناشی از گسلش انجام داد.

در ارتباط با شناسایی گسلها، نه تنها مکان و موقعیت هندسی گسلهای فعال باید دقیقاً شناسایی گردد، بلکه باید نوع گسل و نحوه حرکت آن، نحوه حرکت گسل در گذشته، نحوه انتخاب رویداد مناسب برای طراحی و اهمیت و یا تاثیر گسلش در کاربری سازه زیرزمینی نیز دقیقاً بررسی گردد. همچنین تاثیر گسلش بر کاربری طرح باید به دقت مشخص گردد. به عنوان مثال، در تونلهای راه‌آهن حساسیت

زیادی در برابر جابجایی وجود دارد، زیرا امکان قطع شدن ریلها و مختل شدن سیستم آنها به واسطه جابجایی حاصل از گسلش وجود دارد. در مقابل در تونلهای انتقال آب حتی اگر جابجایی قابل توجهی نیز رخ دهد خطر جانبی بزرگی به همراه نخواهد داشت و سیستم انتقال آب نیز می‌تواندبامقداری‌تفاوت‌دبی‌به‌کار خود ادامه دهد.

۳- تمهیدات طراحی تونلهای متقاطع با گسل فعال

تونلهایی که در محیطهای سنگی حفاری و احداث می‌گردند، باتوجه به طبیعت این توده‌ها، معمولاً با تعداد زیادی درزه، ناپیوستگی، ناحیه برشی و گسل مواجه می‌شوند. در این میان حرکت گسلهای فعال و نواحی برشی مستعد حرکت می‌تواند تنشهای فوق‌العاده‌أی بر پوشش تونل ایجاد نماید. در پاره‌أی از موارد باتوجه به بالا بودن تغییر مکان گسلهای متقاطع با تونل واقعاً با هیچ تدبیری نمی‌توان مانع تخریب پوشش تونل شد. با این حال در اکثر موارد گسلهایی‌که‌تونل را قطع می‌کنند فعال نیستند و یااینکه‌تغییرمکان آنها قابل تحمل است. در اینجا راهکارهایی‌برای‌طراحی تونلهای در معرض گسل فعال‌باتغییرمکانهای کم تا متوسط ارائه می‌گردد. طراحی این تونلها تابع شرایط گسل، عرض ناحیه گسیختگی (ناحیه‌ای که احتمال حرکت دارد) و حداکثر مقدار تغییر مکان مورد انتظار از گسل می‌باشد. متعاقباً اصول کلی راهکارهای ممکن برای ایجاد تمهیدات لازم در محل تلاقی تونل با گسلهای فعال بیان می‌گردد.

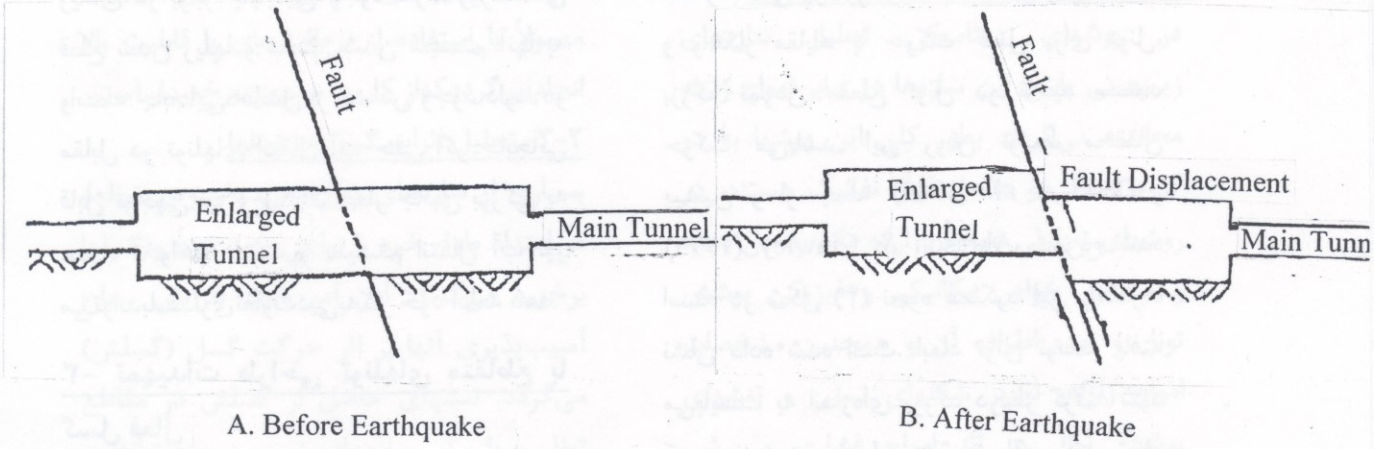
۳-۱- توسعه مقطع تونل

در صورتی که ناحیه گسیختگی گسل، عرض چندانی نداشته باشد و تغییر مکان آن نیز از مقدار بالایی برخوردار باشد، اصلی‌ترین توصیه و راهکار مقابله با حرکت گسل برای تونل، بزرگ نمودن مقطع تونل در ناحیه مستعد حرکت می‌باشد. این روش توسط محققان پیشین و از جمله Desai et al. (1989) و Abrason & Crawley (1995)، تشریح شده است. در شکل (۴) نحوه عملکرد این راهکارها نشان داده شده است. ابعاد تونل توسعه یافته می‌بایست به اندازه‌ای بزرگ درنظر گرفته شود که در صورت جابجایی، مقطع باقی مانده تونل همچنان پاسخگوی نیازهای طرح از قبیل انتقال ترافیک و یا انتقال آب باشد. نهایتاً طرح باید به گونه‌ای ارائه شود که پس از وقوع حرکت در گسل، خرابی‌های بوجود آمده با تعمیرات ساده‌ای مجدداً و سریعاً بازسازی شده و تونل تحت بهره‌برداری واقع گردد.

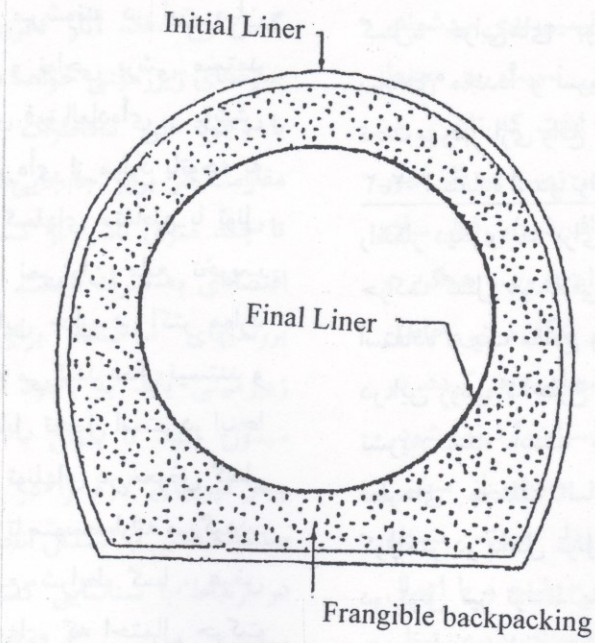
۳-۲- استفاده از دو تونل هم‌مرکز

راهکار دیگری که برای جلوگیری از آثار مخرب حرکت گسل در تلاقی با تونلها توصیه می‌شود استفاده از یک مقطع با دو تونل هم مرکز است. در این روش که طرح کلی آن نیز در شکل (۵) تشریح شده است، دو تونل متحدالمرکز با قطرهای مختلف ساخته می‌شود که تونل کوچکتر در داخل تونل بزرگتر اجرا شده و بین دو تونل نیز توسط بتن اسفنجی پر می‌گردد. بتن اسفنجی با قیمت مناسبی سهل‌الوصول بوده و تجربیات موفقی از استفاده از آن در سازه‌های زیرزمینی وجود دارد. این بتن را می‌توان با تخلخل‌های مختلف تولید نموده و از جمله در کاربردهای مهندسی ساخت آن با دانسیته حداقل ۲۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب عملی است (Power et al. ,1998).

مقاومت بتن اسفنجی معمولاً در بین دو حد بالا



شکل (۴): مقطع توسعه یافته تونل برای تحمل تغییر مکان گسل (Power et al., 1998)



شکل (۵): استفاده از دو تونل هم مرکز برای تحمل تغییر مکان گسل (Power et al, 1998)

و پایین محدود می‌گردد. مقاومت این بتن بقدری کم درنظر گرفته می‌شود که فشار جانبی وارده بر پوشش تونل در حداقل مقدار خود باشد.از طرفی به قدری بالا درنظر گرفته می‌شود که‌بتن‌مقاومت کافی برای تحمل فشار قائم خاک و سایر بارهای قائم روی تونل و یا بارهای لرزه‌ای

را داشته باشد. مصالح بتن اسفنجی معمولاً از تراکم پذیری بالایی برخوردار بوده و کرنشهای تا ۶۰ درصد و یا حتی بیشتر را تحمل می‌کند.

۳-۳- انعطاف‌پذیر نمودن پوشش تونل

در صورتی که مقدار حرکت گسل کوچک باشد و یا اینکه عرض ناحیه گسیختگی به اندازه کافی بزرگ باشد، یکی از روشهای طراحی تونل برای تحمل حرکت گسل استفاده از درزهای انعطاف‌پذیر در طول ناحیه گسیختگی گسل می‌باشد. در واقع با این روش جابجایی گسل در قطعات کوچکتری از طول تونل تقسیم شده و هر قطعه سهم کوچک و قابل قبولی را از جابجایی کل به عهده می‌گیرد. بدین ترتیب پوشش تونل بدون آنکه دچار خرابی گسترده و غیرقابل تعمیری شود، تغییر شکل گسل را تحمل می‌نماید.

در این روش هرچه فاصله درزها کمتر باشد پوشش تونل از عملکرد بهتری در جریان تغییر شکل گسل برخوردار خواهد بود. این راهکار برای گسلهایی که مستعد تغییر شکل بیش از چند اینچ هستند اجرایی نیست و بیشتر در خاکهای نرم، که در آنها پوشش تونل قادر به باز توزیع تغییر مکانهاست کارایی دارد (Power et al.,1998).

نمونه‌ای از قطعه‌بندی طولی پوشش تونل و استفاده از درز بین قطعات که توسط (Kaneshiro, 1996) معرفی شده در شکل (۶) ارائه شده است.

۳-۴- احداث تونل فرعی به موازات تونل اصلی

راهکار دیگری که برای بهبود وضعیت عملکرد تونلهایی که در تقاطع با گسلهای فعال قرار گرفته‌اند توصیه می‌شود، احداث یک تونل دیگر به موازات تونل اصلی که با همان ویژگیهای تونل اصلی می‌باشد. در واقع با این تدبیر احتمال ایجاد اختلال در روند بهره‌برداری از اهداف طرح کمتر شده و ترمیم خسارتهای وارده با سرعت و سهولت بیشتری انجام می‌شود.

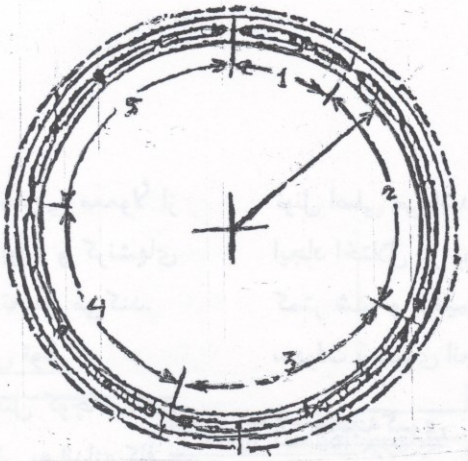
۴- نتیجه‌گیری

وسعت خرابی‌های مورد انتظار در اثر زلزله برای سازه‌های زیرزمینی بسیار کمتر از سازه‌های روزمینی است. با این حال در مواردی که سازه زیرزمینی در مجاورت یک گسل فعال واقع شده است و یا در مواردی که امتداد گسل و تونل همدیگر را قطع می‌کنند، لازم است تدابیر ویژه‌ای برای تحمل تغییر مکان ناشی از گسل در نظر گرفته شود.

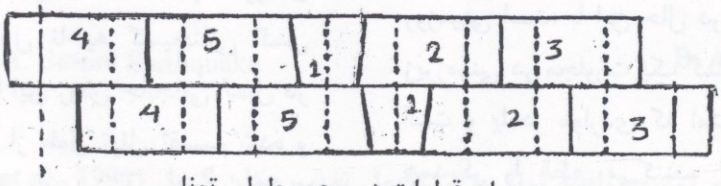
داده‌های جمع‌آوری شده توسط محققان مختلف حاکی از آن است که زلزله‌های با بزرگی متوسط تا زیاد اثرات تخریبی چندانی روی پوشش تونلها نداشته‌اند. با این حال در مواردی که مسیر تونل گسل را قطع می‌کند، حرکتهای بسیار کوچک گسل تغییر شکلها و تنشهای فوق‌العاده‌ای در سازه زیرزمینی ایجاد می‌کند. در این نوشتار انواع تغییر شکلهای محتمل در تونلها معرفی گردیده و راهکارهای خاص کنترل تغییر شکل ناشی از حرکت گسلها در مقطع تونل بیان گردید. این روشها شامل توسعه مقطع تونل، استفاده از دو تونل هم مرکز، انعطاف‌پذیر نمودن پوشش تونل و احداث یک تونل فرعی به موازات تونل اصلی می‌باشد.

۵- مراجع

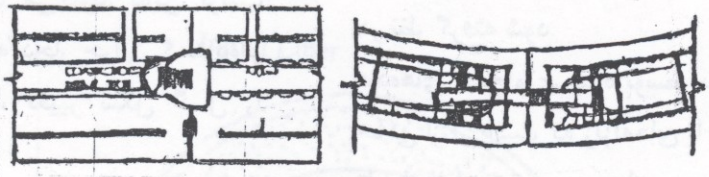
1- Hashash, Y.M.A (2001), "Seismic behavior of underground structure & site reponse" Earthquake engineering frontiers in the new millennium- Spencer HU (eds).



چیدمان طولی قطعات در مقطع عرضی تونل



چیدمان قطعات در محور طولی تونل



نحوه اتصال قطعات و مفاصل داخلی

شکل (۶): پوشش چند قطعه‌ای تونل مورد استفاده در نواحی گسله (Kaneshiro, 1996)

6- Dowding C. & Rozen,A. ,(1978) "Damage to rock tunnels from earthquke shaking" ,Journal of geotechnical engineering division, ASCE,Vol.104,NO.GT2, February.

7- Duke, C.M. & Leeds, D.J., "Effects of Earthquakes on tunnels", paper presented at the RAND Second protective construction symposium, March 24-26.

8- Okamoto, S. Tamura, C., Kato, K.& Hamada, M. (1973), "Behaviors of submerged tunnels during earthquakes", proceedings of the fifth world conferece on earthquake engineering, Rome, Vol. 1,544-553.

9- Hashash, Y.M.A., Tseng, W.S., & Krimotat, A. (1998), "Seismic soil- structure interaction analysis

2- Power, M.S. , Rosidi , D. , Kaneshiro,J.Y(1998), "Seismic vulnerability of tunnels & underground structures revisited" ,North american tunneling.

3- Kaneshiro, J.,Korbin, G. ,Hart,J.,(1996) "Fault crossing design & seismic considerations for the South Bay Ocean out full: proceeding ASCE pipelines crossings conference, june 16-19,Burlington,Vt. "

4- Sharma,S.,&Judd,W.,R.,(1991) "Underground opening damage from earthquakes", Engineering geology. Vol.30.

5- Owen, G.N., & Scholl, R.E, (1981) "Earthquake engineering of large underground structure" Administration & national science foundation , report NO.FHWA/RD- 80/195.

for immersed tube tunnels retrofit, Geotechnical earthquake engineering & soil mechanics III, ASCE geotechnical special publication No. 75, Vol. 2, 1380-1391.
10- Wu, C.L. & penzien, J. (1997) "Stress analysis and design of tunnel linings", proceedings of the 1997 rapid excavation tunneling conference. 431-455.
11- St. John, C.M. & Zahrah, T.F.(1987), "A seismic design of underground structures", Tunneling & underground space technology, Vol.2, No. 2, 165-197.
12- Abramson, L.W. , and Crawley, J.E. ,(1995) "High speed rail tunnels in california, in williamson, G.E. ,and Growring, I.M. ,eds. Proceedings of Rapid Excavation and Tunneling conference, San Francisco, California, June 18-21, chapter 37.
13- Desai, D.B. ,Merritt ,J.L, and chang, B. (1989) "Strake and Slip to survive tunnel design", In Pond, R.A. ,and Kenny, P.B. ,eds. :Proceedings of Rapid Excavation and Tunneling conference, Los Angeles, California, June 11-14, Chapter 2.
۱۴-محمدحسین صدقیانی و فرزاد حبیب‌بیگی (۱۳۸۰)، «بررسی روشهای تحلیل دینامیکی فضاهای زیرزمینی مقاوم در برابر زلزله»، پنجمین کنفرانس تونل ایران، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
۱۵-حمید دماوندی و عبداله هاشمی (۱۳۷۷)، «روشهای تحلیل و طراحی سازه‌های زیرزمینی مقاوم در برابر زلزله»، چهارمین کنفرانس تونل، دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران.

آقای علی‌قنبری دارای لیسانس مهندسی عمران از دانشگاه صنعتی اصفهان (۱۳۷۱)، فوق‌لیسانس مهندسی خاک و پی‌سازی و همچنین دکترای مهندسی عمران - ژئوتکنیک از دانشگاه امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) می‌باشد. ایشان از سال ۱۳۷۴ در قدس‌نیرو مشغول بکار هستند. فعالیت آقای دکتر قنبری در زمینه سد و نیروگاه آبی بوده و علاقمندی ایشان نیز بیشتر در زمینه سدسازی و طراحی سدهای خاکی است.

Aghanbari @ ghods-niroo.com

آقای رضا طاهرزاده فارغ‌التحصیل ۱۳۷۹ در رشته مهندسی عمران از دانشکده فنی دانشگاه تهران می‌باشد. ایشان تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی ارشد در رشته مکانیک خاک و مهندسی پی ادامه داده‌اند. مهندس طاهرزاده تاکنون در شرکتهای مهندسین مشاور ژئوتکنیک ماندرو و دریاخاک و پی به فعالیتهایی در زمینه مهندسی پی، پایداری شیبهای خاکی و سنگی و تحلیل دینامیکی سدها و لندفیلها پرداخته و از مردادماه ۱۳۸۲ همکاری خود را با مهندسین مشاور قدس‌نیرو آغاز نموده‌است. آقای طاهرزاده به شناسائی رفتار دینامیکی غیرخطی علاقمند بوده و انطباق رفتار غیرخطی این مصالح با استخوانهای بدن انسان می‌تواند زمینهٔ خوبی برای تحقیقات ایشان باشد.

Rtaherzaderh@Ghods-niroo.com

دسته‌بندی پروتکل‌های ارتباطی صنعتی ـ قسمت دوم

پیمان حاجی‌حسینی
کارشناس ارشد ابزار دقیق ـ شرکت هیربدالکترونیک

چکیده:
در قسمت اول مقاله، اطلاعاتی در مورد پروتکلهای ارتباطی صنعتی اعم از سوابق استفاده، لایه‌بندی، مدلهای مختلف پروتکلها، کدبندی‌ها و دسته‌بندی پروتکل‌ها به صورت انواع شبکه‌ها ارائه شد. در این قسمت از مقاله، دسته‌بندی پروتکلهای صنعتی در چهار دسته اصلی و همچنین مقایسه ویژگیهای کاربردی و مزایا و معایب آنها انجام شده و ارائه گردیده‌است.

۱- شبکه‌های سنسوری

شبکه‌های سنسوری این قابلیت را دارند که بیشترین تعداد گره‌ها (نقاط گسسته) را در صنعت شامل شوند. هر یک از این شبکه‌ها باید الزامات زیر را برآورده کند:

- سادگی: I/Oهای گسسته به سادگی یک کنتاکت ON/OFF، یک لامپ نشان‌دهنده و یا استارتر موتور هستند. اگر چه تکنولوژی بالائی در این موارد بکار رفته است اما نیروی راه‌انداز عموماً الکترونیکی نیست. شبکه‌های ساده بهترین سرویس را برای ترانسدیوسرهای ساده ارائه می‌دهند.
- زمان سیکل سریع: تجهیزات ساخت و تولید سرعت بالا نظیر دستگاه‌های جوش اتوماتیک، ربات‌ها و تجهیزات بسته‌بندی از تعداد زیادی از I/Oهای گسسته استفاده می‌شوند، لذا زمان سیکل سریع جهت این کاربردها مورد نیاز است.
- هزینه‌بسیار پائین: بدلیل آنکه تجهیزات مورد استفاده شبکه، محصولات استانداردی هستند که در فرآیندهای رقابتی بفروش رسیده‌اند، هزینه تمام شده حساسیت بسیاری دارد.

دراین‌بخش ۵ شبکه مورد بررسی قرار می‌گیرند: Interbus, Device, CAN, ASI و LON. تمامی این شبکه‌ها مبنای تجاری داشته و ملاحظات بالا را برآورده می‌کنند. بعلاوه این مثالها شامل چهار روش بسیار متفاوت جهت طراحی شبکه سنسوری هستند (جدول ۱).

۱-۱- شبکه ASI

ASI در واقع یک شبکه پشتیبان برای کارت‌های I/O گسسته می‌باشد. بنابراین حداکثر ۳۱ عدد تجهیز Slave را قبول می‌کند. پیغام Master شامل ۴ بیت خروجی است، Slave هم بلافاصله با ۴ بیت ورودی پاسخ می‌دهد. عمل عیب‌یابی در هر پیغام انجام می‌شود.

یک شبکه کامل شامل ۳۱ عدد Slave، دارای ۲۴۸ عدد I/O و در بدترین حالت حداکثر زمان جاروب ۵ میلی‌ثانیه است.

دو سیم ارتباطی این شبکه هم جهت انتقال توان هم دیتا بکار می‌رود. نرخ تبادل دیتا ثابت

نام شبکه	Masterها	سیگنالینگ	تعداد گره‌ها	تعداد بایت‌های دیتا	مزایا	محدودیت‌ها	کاربرد
AS-i	یک عدد	مدولاسیون پالس	31	4 بیتی	بسیار ساده با کابل‌کشی دو سیمه	سایز محدود شبکه، بجز ترانسدیوسرهای گسسته برای موارد دیگری بکار نمی‌رود.	استفاده گسترده در اتوماسیون تولید خصوصاً برای جایگزینی سیم‌کشی I/Oهای گسسته در تجهیزات بسته‌بندی.
CAN	CSMA چندگانه	NRZ با نرخ ارسال بیت قابل برنامه‌ریزی	64	8 بایتی	ساده و سریع و قابل اطمینان با یک روش جلوگیری از تداخل و اولویت‌دار ـ تبادل حجم بالای دیتا با چیپ‌های ارزان قیمت	فقط لایه‌های Data link, Physical مشخص شده‌اند ـ طول محدود پیغام‌ها پشتیبانی تجهیزات پیچیده را مشکل می‌کند.	در ابتدا توسط شرکت Bosch ابداع شده و در محدودهٔ وسیعی از اتومبیل‌ها بکار رفته است. بسیاری از گره‌های شبکه و میکروکنترلرها از پروتکل CAN داخلی استفاده می‌کنند.
DeviceNet	CSMA چندگانه	NRZ با نرخ ارسال بیت قابل برنامه‌ریزی	64	8 بایتی	مبتنی بر پروتکل CAN با معرفی لایه Application دارای کانکتورها، کابل‌کشی و توزیع توان استاندارد شده ـ قابلیت تعویض تجهیزات در حال کار (۱)	محدودهٔ وسیع پیغام‌ها، عیب‌یابی را مشکل می‌کند ـ با توجه به طول محدود پیغام‌ها برای تجهیزات ساده مناسب است.	شبکه توصیه‌شده برای صنعت نیمه هادی‌ها ـ استفاده وسیع در I/Oهای گسسته، پانل‌های اپراتوری و سیستم‌های assembly و بسته‌بندی
Interbus	یکعدد	توپولوژی Ring مدل شیفت رجیستری مجازی	256	64 بایتی	ارتباط پریودیک باسرعت بالا ـ تخصیص اتوماتیک آدرس شبکه	یک گره بد می‌تواند باعث شکستن Ring شود.	کاربردهای زیاد در اتوماسیون ساخت متصلبه ترانسدیوسرهای گسسته ـ قابلیت استفاده در سیستم‌های assembly و بسته‌بندی
LON	CSMA چندگانه	لایه‌های Physical چندگانه با نرخ ارسال بیت قابل برنامه‌ریزی	32K	228 بایتی	دیتای استاندارد شده (SNVT)، شبکه‌ای از شبکه‌ها می‌تواند LON را پوشش دهد.	تداخل در شبکه امکان‌پذیر است و قطعیت شبکه را کاهش می‌دهد.	قابل استفاده در اتوماسیون ساختمانها و کنترل سیستم HVAC ـ استفاده محدود در اتوماسیون پروسه و اتوماسیون تولید

جدول (۱): مشخصات شبکه‌های سنسوری

1- Hot - Swapped

بوده و نتیجتاً هیچ تداخلی در نرخ‌های تبادل و تنظیم پریتی[1] اتفاق نمی‌افتد. تجهیزات ASI بسیار ساده بوده و در اکثر موارد چیپ‌های واسطه ASI (ASIC) کل پروتکل را پشتیبانی کرده و تجهیزات الکترونیک شبکه نیز بسیار کوچک است.

پشتیبانی شبکه ASI خوب بوده و قابلیت اتصال به‌انواع PLCهاوتولیدکنندگان‌سیستم‌های کنترل، کامپیوترهای تک‌برد و شبکه‌های دیگر نظیر Interbus, DeviceNet, MODBUS, PROFIBUS را دارد.

۱-۲- شبکه CAN

شبکه CAN (Controller Area Network) در ابتدا توسط شرکت Bosch و در سال ۱۹۸۰ جهت کاربرد در صنایع اتومبیل مطرح شده و امروزه در تعداد زیادی از وسائل نقلیه و کاربردهای دیگر استفاده می‌شود. با استفاده از این شبکه می‌توان یک ساختار ارتباطی ساده و با قابلیت اطمینان بالا و اولویت‌بندی شده بین تجهیزات هوشمند، سنسورها و محرک‌ها ایجاد نمود. به دلیل کاربرد اولیه در صنایع حمل و نقل قابلیت اطمینان آن بسیار بالاست. بهنگام حرکت در بزرگراهها در راههای بین شهری عوامل مزاحم می‌توانند خطای شبکه بوجود آورند.

تکنیک دسترسی به باس (Medium access) اساساً از نوع CSMA/CD است. دیتا بصورت NRZ کدبندی شده و بهنگام idle شدن شبکه (high شدن سیگنال) است که تجهیزات می‌توانند با ارسال یک فریم آغازین عمل ارسال پیغام را آغاز کنند.

شبکه CAN برای مرحله اشتراک باس از یک تکنیک غیرمخرب استفاده می‌کند. در واقع تمامی تجهیزات خواهان دسترسی به باس یک پیغام شناسه را در طول سیکل اشتراک باس بر روی باس می‌گذارند. هر یک از تجهیزات شبکه را مونیتور کرده، در صورتیکه بعد از نوشتن یک بیت ۱ بیت صفر خوانده شود، تجهیز مورد نظر عمل اشتراک باس را از دست می‌دهد. این نوع تجهیزات به شبکه ارتباطی گوش کرده و دوباره پس از رفتن شبکه به حالت idle به عملیات اشتراک باس می‌پردازند. با این تکنیک اشتراک، کلیه‌تداخل‌های‌روی‌باس‌منتفی‌شده‌و پیغام‌های با اولویت‌بالاتراولین‌دسترسی‌به‌باس‌را پیدا می‌کنند.

دیتاهای شبکه CAN می‌تواند حداکثر ۸ بایت بوده و برای پشتیبانی ترانسدیوسرهای گسسته بکار رود. همچنین امکان انتقال اطلاعات عددی ساده وجود دارد. دیتاهای بزرگ‌تر و پیچیده‌تر می‌توانند با استفاده از روش تقسیم‌بندی انتقال پیدا کنند . حجم بالای تبادل دیتا و هزینه‌های پائین باعث شده است تا پروتکل‌های‌متعددی از لایه‌های بالا مبتنی بر CAN استفاده کند. این پروتکل‌ها شامل CAN open، J،۱۹۳۹ (برای کامیون‌ها و اتوبوس‌ها)، DeviceNet, SDS می‌شود.

۱-۳- شبکه Device Net

در سال ۱۹۹۴ صنعت نیمه هادی تعداد بسیاری از شبکه‌های صنعتی را مورد بررسی قرار داد، که در نهایت شبکه Device Net مورد استفاده واقع شد. امروزه این شبکه بعنوان یکی از شبکه‌های اتوماسیون تولید مورد حمایت بسیاری از

1- Parity

تولیدکنندگان و سازندگان قرار دارد. شبکه Device Net عملکرد لایه physical (شامل سیم‌بندی، توزیع توان، کانکتورها و ترمینال‌ها) و لایه Application را براساس شبکه CAN مشخص می‌کند.

ترکیب کردن چیپ‌های ارزان قیمت شبکه، اندازه متوسط پیغام (حداکثر ۸ بایت دیتا)، پیغام‌دهی انعطاف‌پذیر و Objectهای استاندارد سبب‌شده است تا شبکه Device Net جهت کار در بسیاری ازمسائل اتوماسیون انتخاب گردد. ضمن آنکه‌امکان ارتباط و اتصال شبکه Device Net با پروتکل‌های دیگر مانند PROFIBUS-DP, MODBUS, ASI و ETHERNET وجود دارد.

۱-۴- شبکه Interbus

این شبکه در سال ۱۹۸۴ توسط شرکت phoenix مطرح شده و بصورت یک شبکه عمومی صنعتی (خصوصاً در اروپا) استفاده گردید. توپولوژی این شبکه بصورت ring بوده و هر Slave دارای یک کانکتور ورودی و یک کانکتور خروجی است. در واقع می‌توان Interbus را بصورت یک شیفت رجیستر مبتنی بر شبکه در نظر گرفت. بعبارت دیگر هر سیکل باس با ارسال یک جریان بیت[1] از طرف master آغاز می‌شود. هر یک از Slaveها پس از دریافت بیت‌های مذکور آنها را اکو کرده و به Slave بعدی در شبکه ring منتقل می‌کنند. همزمان با شیفت دیتا از طرف master به اولین Slave، دیتا از اولین Slave به طرف master شیفت پیدا می‌کند.

Interbus یکی از محدود پروتکل‌های با امکان ارتباط Full duplex است. نتیجتاً ارتباط ایجاد شده به این روش پریودیک، با کارائی بالا، سریع و مطمئن است. بعنوان مثال ۴۰۹۶ ورودی و خروجی دیجیتال با این پروتکل ظرف مدت ۱۴ میلی‌ثانیه اسکن می‌شوند.

یکی از ویژگیهای مهم شبکه Interbus سادگی تست و راه‌اندازی است. بدلیل ساختار ring نیازی به استفاده از آدرس برای گره‌های شبکه وجود ندارد. گره Master بطور اتوماتیک گره‌های شبکه را شناسائی می‌کند. ضمناً موقعیت خطا در شبکه به دقت شناسائی شده و عمل عیب‌یابی را تسهیل می‌کند. قابلیت اتصال با شبکه‌های دیگر (مانند ASI) وجود داشته و پروفیل‌های استانداردی برای تجهیزاتی مانند کنترلرهای رباتیک، انکودرها و درایوهای سرعت متغیر تعریف شده است.

۱-۵- شبکه LON

شرکت Echelon در سال ۱۹۸۰ شبکه LON (Local Operahy Network) را مطرح نمود. ایده اصلی، ساده کردن شبکه بین کنترل‌کننده‌ها و سنسورها و قرار دادن کل تجهیزات ارتباطی در یک میکروکنترلر است. بنابراین شبکه LON بر روی انتقال اطلاعات ساده سنسورها و کنترل‌کننده‌ها در بین تجهیزات LON تأکید می‌کند.

اکثر محصولات Open System (استاندارد OSI) جهت اتوماسیون ساختمان طراحی شده‌اند. شبکه LON در این بخش صنعت بعنوان بهترین شبکه سطح سنسوری[2] شناخته می‌شود.

1- Bit stream.

2- Sensor Level.

نرخ دیتای انتقالی به لایهٔ فیزیکی وابسته بوده و در بعضی حالات تجهیز مورد نظر از طریق سیم‌بندی شبکه برق‌دار می‌شود. روش مورد استفاده برای اشتراک باس روش CSMA بوده و عمل تداخل می‌تواند باعث کاهش زمان پاسخ‌دهی و قطعیت شبکه شود. البته شبکه LON با استفاده از الگوریتم الویت‌بندی، احتمال تداخل را به حداقل می‌رساند.

شبکه LON نفوذ قابل توجهی در اتوماسیون پروسه و تولید نداشته است، ضمن آنکه قابلیت اتصال‌آن‌به شبکه‌های صنعتی دیگر محدود است.

۲- شبکه‌های تجهیزات

همانطوریکه گفته شد شبکه‌های سنسوری اساساً حاصل عملیات اتوماسیون تولید بوده، در حالیکه شبکه تجهیزات جهت اتوماسیون پروسه بکار می‌رود. در اتوماسیون تولید عملیاتی نظیر درایو کردن I/Oهای گسسته و سرعت بالا هدف اصلی محسوب می‌شود، در حالیکه در اتوماسیون پروسه به اندازه‌گیری و کنترل پروسه‌های فیزیکی پیوسته نیاز است. در واقع اتوماسیون تولید غالباً دیجیتال بوده و اتوماسیون پروسه آنالوگ است. ویژگیهای مشترک در شبکه‌های تجهیزات بصورت ذیل است:

۱- تجهیزات این شبکه‌ها از شبکه‌های سنسوری پیچیده‌تر بوده و بهمین دلیل اطلاعات‌وضعیت،پیچیده‌تروغنی‌تراست.

۲- دیتاها بوسیله اعداد ممیز شناور با واحدهای مهندسی نشان داده می‌شوند. دقت نمایش اعداد مهم بوده و کالیبراسیون تجهیزات نیز اهمیت دارد. ضمن آنکه سایز پیغام پیچیده‌تر و بزرگتر است.

۳- درست برخلاف شبکه‌های سنسوری که تعداد بسیاری از تجهیزات گسسته اغلب به یک گره منفرد متصل می‌شوند، تجهیزات آنالوگ در این شبکه‌ها با اتصال نقطه به نقطه با پروسه ارتباط دارند.

۴- پروسه‌های پیوسته بسیار کندتر بوده و ارتباطات آنها هم کندتر است، اما بهرحال قطعیت[1] شبکه حائز اهمیت بوده و نرخ نمونه‌برداری مناسب سبب کاهش‌خاصیتaliasingدر دیتا می‌شود.

۵- دراین جا سه شبکه PROFIBUS-PA, FOUNDATION FIELDBUS HI و HART (مطابق جدول ۲) معرفی می‌شوند.

۲-۱- شبکه Foundation Fieldbus H1

مفهوم Fieldbus طی سالیان گذشته در کمیته‌های فنی و بین‌المللی مختلف مورد بحث واقع شده لیکن توافق عمومی در این موضوع حاصل نگشته است. یک راه‌حل برای این مسئله پروژه سیستم‌های Interoperable (ISP) است. این سازمان مبادرت به معرفی سیستم Foundation fieldbus در سال ۱۹۹۴ و معرفی FF H1 در سال ۱۹۹۶ کرده است.

شاید مهمترین مشخصهٔ FF تمرکز بر این مسئله است که "شبکه FF یک سیستم کنترل است." این موضوع اساساً با سیستم‌های متداول قبلی تفاوت دارد. بعبارت دیگر FF نه تنها یک شبکه ارتباطی است بلکه عملیات کنترلی را هم انجام

1- Determinism.

نام شبکه	Masterها	سیگنالینگ	تعداد گره‌ها	تعداد بایت‌های دیتا	مزایا	محدودیت‌ها	کاربرد
Foundation Fieldbus (H1)	چندگانه با استفاده از token passing	روش منچستر 31.25 Kbps	30	128	این شبکه یک سیستم کنترل است که دارای بلوک‌های عملیاتی استاندارد شده و وابسته به فرآیند است. مانند PID, AO, AIو ...	تجهیزات پیچیده و پرهزینه نیاز به کامپیوترهای بزرگ داشته و سربار اطلاعاتی زیادی تولید می‌کنند.	دارای کاربرد محدود اما رو به رشد در اتوماسیون فرآیند
HART	چندگانه با استفاده از token passing	مدوله شده با FSK/PSK	64	255	پشتیبانی تعداد زیادی از تجهیزات، سهولت در شناخت سیستم توسط پرسنل فرآیند کمترین هزینه برای ابزاردقیق فرآیند.	تعداد زیاد تجهیزات چند متغیره، بهرحاال دسترسی به متغیرهای ثانویه پروسه در بعضی سیستم‌ها نظیر PLCها و DCSها ضعیف است.	پشتیبانی شده توسط اکثر تجهیزات Smart با سیگناال $4\sim20^{mA}$ با کاربردهای وسیع و روبه‌رشد، محدودهٔ وسیعی از تولیدات شامل بسیاری از کاربردهای niche
PROFIBUS-PA	یکعدد	منچستر 31.25Kbps	30	244	بدلیل وجود پروفیل‌هائی برای انواع تجهیزات ابزار دقیق رایج، ساختاربندی سیستم براحتی انجام می‌گیرد.	نیازبه‌اتصال به PROFIBUS-DP backbone دارد.	دارای کاربرد نسبتاً محدود اما رو به رشد در اتوماسیون پروسه

جدول (۲): مشخصات شبکه‌های تجهیزات

می‌دهد. در نتیجه منظور از ارتباطات یعنی انتقال دیتا جهت انجام عملیات مورد نظر در سیستم‌های کنترل گسترده است لذا دلیل موفقیت شبکه FF مبتنی بر ارتباطات پریودیک سنکرون و داشتن یک لایه application با تعریف مناسب می‌باشد.

ارتباطات در فاصله‌های زمانی قالب‌بندی شده انجام می‌گیرد. این فریم‌های زمانی دارای طول زمانی مشخصی بوده (یک نرخ تکرار ثابت) و به دو فاز مختلف تقسیم‌بندی می‌شوند: در فاز اول تبادل دیتاهای جدول‌بندی شده بطور پریودیک انجام می‌شود و در فاز دوم ارتباطات غیرپریودیک (مانند ساختاربندی و عیب‌یابی) رد و بدل میگردند.

لایه application نیز بلوک‌های عملیاتی[1] را معرفی می‌کند. این بلوک‌ها شامل ورودی آنالوگ، خروجی آنالوگ، ترانسدیوسر و بلوک‌های موجود در سیستم‌های DCS (نظیر PID و کنترل نسبتی[2]) می‌شود.

این توانایی در قبال یک هزینه ایجاد شده است. شبکه FF سربار[3] قابل توجهی داشته و حتی ساده‌ترین تجهیزات آن باید دارای حافظه بزرگ و قدرت پردازش کافی باشند. حافظه Stack پروتکل پیچیدگی زیادی داشته و معمولاً مقدار Stack خاص و بلوک‌های عملیاتی مشخصی توسط سازنده محصول تضمین می‌گردد.

زمینه‌های کاربردی شبکه FF نسبتاً محدود بوده و بهرحال توسط تعدادی از سازندگان اصلی در حال توسعه است. بدلیل طرز فکر متفاوت موجود در شبکه FF باید پیش از ماکزیمم شدن راندمان پروسه نسبت به تغییر روش‌های کنترل فرآیند و تجارب مهندسی اقدام گردد.

۲-۲- شبکه HART

شبکه HART در سال ۱۹۸۰ توسط شرکت Rosemount مطرح شده و امروزه تحت مالکیت مستقل بنیاد ارتباطات HART (HART Communication Foundation) قرار دارد. شبکه HART با کلیه شبکه‌های مطرح شده تا به اینجا متفاوت است به این دلیل که این شبکه اساساً یک پروتکل ارتباطی آنالوگ می‌باشد. بعبارت دیگر تمامی پروتکل‌های دیگر تابحال از سیگنالینگ دیجیتال استفاده کرده‌اند در حالیکه HART از ارتباط مدوله شده بهره می‌برد. این مسئله باعث می‌شود تا بتوان دو کانال ارتباطی را بطور همزمان پشتیبانی نمود. کانال اول یک کانال یک طرفه حاوی یک سیگنال فرآیند $\left(4 \approx 20^{mA}\right)$ است. کانال دوم کانال دو طرفه‌ای است که جهت انتقال مقادیر دیجیتال پروسه، مقادیر وضعیت و اطلاعات عیب‌یابی استفاده می‌گردد. ارتباطات دیجیتال HART در واقع یک سیگنال آنالوگ مدوله شده با یک فرکانس مرکزی است که از سیگنالینگ $(4 \sim 20^{mA})$ که سازگار با تجهیزات نصب شده فعلی است تحقق می‌یابد. بعبارت دیگر تجهیزات HART را می‌توان در کاربردهای کلاسیک $(4 \sim 20^{mA})$ بکار برد. بعلاوه تجارب پرسنل فعلی نیز با شبکه HART سازگار است، ضمن آنکه استفاده از تکنولوژی HART می‌تواند تدریجی بوده و از تغییرات شدید مشابه پروتکل‌های دیجیتال خالص جلوگیری نماید.

یکی از بزرگترین مسائل پیش روی سازندگان تجهیزات HART توان است. یک تجهیز دو سیمه HART بطور نمونه باید در توان مصرفی

1- Function blocks.
2- Ratio Control.
3- Overhead.

۳۰ الی ۴۰ میلی‌وات کار کند. موارد مهم دیگر در مورد شبکه HART عبارتند از:

۱- دو عدد Master با استفاده از Token passing جهت ایجاد اشتراک باس(bus arbitration)استفاده‌می‌شوند.

۲- HART اجازه انتشار دیتاهای پروسه را به یک تجهیز موجود در field می‌دهد.

۳- دیتاهای پریودیک پروسه شامل مقادیر دیجیتال، ممیز شناور، واحدهای مهندسی و اطلاعات وضعیت است.

۴- روش عملیاتی استاندارد شده هستند (مانند تست حلقه، تغییر محدود حلقه جریان، کالیبراسیون ترانسدیوسرها)

۵- روش‌های استاندارد شناسائی و عیب‌یابی در دسترس هستند.

وضعیت اشتراک بازار و هزینه کم تجهیزات HARTسبب ارتباط وسیع این تجهیزات با PLC هاوسیستم‌های کنترل‌شده‌است.درنتیجه‌تجهیزات HART می‌توانند به Remote I/O پشتیبانی شده توسط PROFIBUS-DP متصل شوند.

۲-۳- شبکه PROFIBUS-PA

شبکه(PROFIBUS-PA (Process Automatic جهت توسعه شبکه PROFIBUS-DP و پشتیبانی اتوماسیون پروسه در سال ۱۹۹۷ معرفی شد. لایه Physical این شبکه مانند لایه Physical شبکه H1 است. شبکه PA در واقع یک شبکه LAN ارتباطی با تجهیزات ابزار دقیق پروسه ایجاد کرده و بخوبی با استراتژی کنترلی متداول مانند PLCها و DCSها یک حلقه تشکیل می‌دهد. بعبارت دیگر کنترل در محل تجهیز[1] بطور معمول توسط شبکه PROFIBUS-PA انجام نمی‌شود.

شبکه PA را می‌توان بعنوان یک شاخه[2] از شبکه DP تصور کرد که مثلاً برای مناطق خطرناک فرآیند استفاده شده است. شبکه‌های PA اساساً بصورت Master/Slave هستند.

بلوک‌های عملیاتی ساده‌ای مانند لایه Physical، ترانسدیوسرها و ورودی تانک (A1) و خروجی آنالوگ (AO) درشبکهPAوجوددارد.بلوک‌های Physical ترانسدیوسرها شامل دیتاهای خاص تجهیزات می‌شود.

شبکه PA پروفیل‌هائی را برای تجهیزات رایج ابزار دقیق تعریف می‌کند. این پروفیل‌ها شامل ویژگی‌های اجباری و اختیاری هستند. شبکه PA دارای کاربردهای نسبتاً محدودی است اما بهرحال شدیداً از طرف چندین سازنده اصلی حمایت می‌شود.

۳- شبکه‌های کنترل

همانطوریکه گفته شد شبکه‌های تجهیزات و شبکه‌های سنسوری اساساً مبتنی بر ارتباط با المان‌های اصلی مانند شیرهای برقی، سوئیچ‌های حدی، positionerها و ترانسمیترهای فشار در یک واحد پروسه یا واحد تولیدی هستند. شبکه‌های کنترلی سازنده یک ستون ارتباطی می‌باشند که امکان یکپارچگی کنترل‌کننده‌ها، I/Oها و شبکه‌های فرعی را ایجاد می‌کنند.

تکنولوژی و شبکه‌ها در این سطح مرتباً در حال رشد و تغییر بوده و در بسیاری موارد نسبتاً جدید است. برخی مشخصات شبکه‌های کنترل به این قرار است:

۱- شبکه‌های کنترل قادر به کار کردن با حجم وسیعی از دیتاهای پیچیده

1- Field.
2- Spur.

هستند. عموماً این شبکه‌ها حاوی مشخصات لازم جهت مدلسازی دیتا می‌باشند.

۲- شبکه‌های کنترل قادر به پشتیبانی بیش‌از یک Master بوده و تکنیک‌های ارتباطی‌نظیر Client / Server, Peer-Peer و Publisher / subscriber قابل استفاده هستند.

۳- در بسیاری موارد امکان اتصال بین شبکه‌ها[1] وجود داشته لذا امکان دسترسی به تعداد زیادتری از گره‌ها و تجهیزات فراهم می‌گردد.

بعضی‌ازشبکه‌های‌کنترل(مانند PROFIBUS-DP، Control Net و MODBUS) از اتوماسیون تولید و برخی از اتوماسیون پروسه (مانند FF-HSE) تکامل یافته‌اند. در بعضی موارد شبکه‌ها با دیگر شبکه‌ها ازطریق TCP / IP هماهنگ می‌شوند (مانند FF-HSE و Ethernet / IP).

دراین‌بخش ۶ شبکه معرفی می‌شوند: BAC net، Ethernet، FF-HSE، MODBUS و Control Net و PROFIBUS-DP (جدول ۳).

۳-۱- شبکه BACnet

شبکه (Building Automatic and Control Network) بین سالهای ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۵ توسط گروهی از مهندسین انجمن امریکائی گرمایشی، سرمایشی و هواسازی (ASHRAE) ارائه و معرفی شد. تأکید اصلی شبکه BACnet بر روی یکپارچگی سیستم‌های ساختمانی زیر است:

۱- سیستم‌های اعلام حریق، سیستم‌های ایمنی و سیستم‌های امنیتی

۲- مدیریت روشنائی و انرژی

۳- سیستم‌های HVAC

۴- یکپارچگی‌باسازندگان‌سیستم‌های‌کمکی

بطور کلی شبکه BACnet تأکیدی بر نیاز به عملیات real time ندارد. در عوض بر یکپارچگی دیتا بین سیستم‌های اتوماسیون ساختمان تأکید می‌کند.بنابراین استانداردهای هر چند خلاصه‌ای بر روی تعریف اشیاء برای دیتاها، تجهیزات ابزار دقیق و عملیات کنترل مشترک معرفی می‌شوند. یکی از واقعیت‌های جالب توجه در مورد BACnet در ارتباط با لایه‌های پائین‌تر پروتکل است. شبکه BACnet امکان هر نوع انتخاب برای لایه‌های پائین‌تر پروتکل را می‌دهد. لایه‌های پائین‌تر تحت پوشش این شبکه شامل LON (BACnet/IP) TCP/IP, Arcnet و موارد دیگراست.درواقع BACnetبالایه‌شبکه[2] شروع شده ولایه‌های physical وlink آن با بقیه متفاوت است. پذیرش عمومی این شبکه در بخش صنعت خوب بوده و تحت پشتیبانی تعداد بسیاری از سازندگان قراردارد. بسیاری از مسائل مورد بحث در این شبکه (مانند یکپارچگی بین تجهیزات مختلف سازندگان متفاوت) بسیار شبه مسائل مورد بحث پروتکل‌های دیگر مطرح شده در این قسمت است.

۳-۲- شبکه Control Net

شرکت Allen-Bradley در سال ۱۹۹۶ شبکه Contorl Net را بعنوان شبکه‌ای با کارآئی بسیار بالا معرفی نمود که هم برای اتوماسیون پروسه و هم جهت اتوماسیون تولید مناسب است. این شبکه از روش TDMA برای کنترل دسترسی به باس استفاده می‌کند. لذا هر یک از تجهیزات با یک تقسیم‌بندی زمانی ثابت عمل ارسال دیتا را انجام می‌دهند.

1- Internet working.

2- Network.

نام شبکه	Masterها	سیگنالینگ	تعداد گره‌ها	تعداد بایت‌های دیتا	مزایا	محدودیت‌ها	کاربرد
BACNET	چندگانه	ARCNET TCP/IP LON ETHERNET	بسیار زیاد		شبکه WAN جهت ساختمان‌ها – قابلیت پشتیبانی عملیات و اشیاء استاندارد شده مانند روشنائی، مدیریت انرژی و کیفیت هوا	بیشتر از قطعیت real time بر روی شبکه محلی کنترل‌کننده‌ها و تجهیزات ابزار دقیق تأکید شده است.	اتوماسیون ساختمانها و مدیریت تسهیلات
Control Net	چندگانه TDMA	کابل کواکس و فیبر نوری ـ کدبندی منچستر	99	510	قابلیت کار با مجموعه وسیعی از دیتاهای پیچیده با redundancy استاندارد بسیار معین (determinsitik)	نسبتاً گران قیمت ـ عدم پشتیبانی ـ سیم‌کشی جفت سیمه	مورد استفاده برای شبکه‌بندی سیستم‌های کنترل و ارتباط بین سلول‌های اتوماسیون – حوزهٔ‌کاربردی‌کوچک‌ولی‌در حال رشد و توسعه
Ethernet/IP	چندگانه CSMA/CD	ETHERNET (منچستر)	بسیار زیاد		امکان یکپارچه کردن المان‌های Control Net, DeviceNet و سرویس‌دهی به TCP/IP.	تکنولوژی نسبتاً جدید ـ ارائه شده در سال ۲۰۰۰	نسبتاًجدیدبه‌لایه‌های‌بالاترشبکه‌های Device Net و Control Net برروی TCP/IP تأکید می‌کند.
Foundation Fieldbus (HSE)	چندگانه Token Passing	ETHERNET (منچستر)		128	امکان‌تحقیق‌بلوک‌های‌عملیاتی‌کنترل پروسه بر روی Ethernet امکان ساختن شبکه‌های redundent از المان‌های اترنت استاندارد	تکنولوژی نسبتاً جدید ـ ارائه شده در سال ۲۰۰۰ نیازمند به ارتباط ویژه به FF H1 اولین تأیید در سال ۲۰۰۱	ستون‌ارتباطی نسبتاً جدید و سرعت بالا جهت ارتباطات بین شبکه‌ای شبکه‌های FF H1
MODBUS	یکعدد	آسنکرون NRZ- انتخاب حداکثر 19.2 kbps	247	254	درایورهای با امکان نوشتن ساده از طریق پورت‌سریال‌PC استاندارد – قابلیت کار با تعدادزیادRTUهاو سیستم‌های HOST	بدلیل استاندارد ضعیف لایه Application عمل تبادل دیتاهای پیچیده مشکل است.	باس مورداستفاده برای یکپارچه کردن کنترل‌کننده‌ها و I/Oها – پشتیبانی توسط تعداد بسیاری از محصولات – توسعه و رشد موارد کاربردی
PROFIBUS-DP	چندگانه Token Passing	9600 تا 12 Mbps	127	244	قابلیت تنظیم سرعت ارتباطی و رضایت‌بندی شبکه – قابلیت انجام عملیات بطور سنکرون	مجموعه‌ای از لایه‌های بالاتر پروتکل‌ها (FMS, DPV2-DPV1-DP) می‌توانند باعث سردرگمی شوند	باس مورد استفاده برای یکپارچگی کنترل‌کننده‌ها و I/Oها و تجهیزات ابزاردقیق–قابلیت‌استفاده در اتوماسیون تولید – توسعه و رشد موارد کاربردی

جدول (۳): مشخصات شبکه‌های کنترل

در نیمه دوم سیکل باس ارتباطات غیرپریودیک[1] انجام می‌گیرد. الگوریتم TDMA در شبکه Control Net سبب نمونه‌برداری مناسب با jitter بسیار کم می‌شود. در نتیجه نه تنها کارآئی این روش از روش پروتکل‌های poll یا Token passing بالاتر است بلکه انتقال دیتا بسیار معین[2] می‌باشد.

شبکه Control Net لایه‌های فیزیکی کواکسیال و فیبر نوری را پشتیبانی می‌کند. برخلاف Ethernet و RS-485 می‌توان از شبکه Control Net در مناطق خطرناک فرآیند استفاده نمود. redundancy رسانه ارتباطی تمام گره‌های شبکه Control Net اجباری است.

امکان اتصال شبکه Control Net به تعدادی از پروتکل‌های دیگر (مانند FF H1) وجود دارد. اگر چه شبکه Contorl Net یکی از قسمت‌های استاندارد پیشنهادی توسط سازندگان متفاوت است اما هنوز حوزه کاربرد نسبتاً محدودی دارد.

۳-۳- شبکه‌اترنت‌صنعتی(Industrial Ethernet)

شبکه اترنت و استفاده از محصولات تجاری این شبکه شدیداً مورد علاقه است. علاوه بر این بسیاری از پروتکل‌های ارتباطی صنعتی دارای مکانیزم‌هائی هستند که پروتکل‌های آنها را در اترنت قرار دهد. بهرحال شبکه اترنت تنها به لایه‌های پائین‌تر شبکه ارتباط توجه کرده و مفهوم دیتای انتقالی را مورد توجه قرار نمی‌دهد. در واقع شبکه اترنت امکان ارتباط پروتکل‌های مختلف را در آن واحد و بر روی یک سیم ارتباطی بطور بسیار مناسبی فراهم می‌کند اما تضمین نمی‌کند که دیتا در بین پروتکل‌های مختلف قابل تبادل باشد.

به بیان دیگر پروتکل سازگار همان پروتکل TCP/IP است و نه اترنت. پروتکل TCP/IP عموماً برای پشتیبانی لایه‌های presentation ، Session و application پروتکل‌های صنعتی بکار می‌رود.

اگرچه پروتکل‌های صنعتی از خدمات پروتکل TCP/IP استفاده می‌کنند اما مفاهیم ارتباطی یکدیگر را درک نمی‌کنند، در واقع یک پروتکل حتی ارتباطات پروتکل‌های دیگر در روی همان کابل را نمی‌شنود.

تابحال مذاکرات زیادی در مورد اتصال تجهیزات ابزار دقیق پروسه‌ها بطور مستقیم به شبکه Ethernet شده است. حتی کندترین لینک‌های 10 Mbps نیاز به حافظه و قدرت پردازش قابل توجهی دارند. بعضی از پروتکل‌های معرفی شده در این بخش در هر یک از گره‌ها نیاز به میکروپروسسور نداشته و بسیاری از پروتکل‌ها قادر به استفاده از میکروپروسسورهای ۸ بیتی کوچک و ارزان‌قیمت هستند. این میکروپروسسورهای کوچک همچنان در تیراژ بالاتر و قیمت پائین‌تر نسبت به پردازنده‌های مورد استفاده در ارتباطات اترنت تولید می‌شوند.

۳-۴- شبکه Ethernet/IP

این شبکه همراه با شبکه‌های Control Net و Device Net بکار می‌رود. گروه تخصصی Control Net در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ اقدام به معرفی این شبکه (Ethernet/IP) نمودند. علی‌رغم نام این شبکه Ethernet/IP درواقع نگاشتی از پروتکل کنترلی و اطلاعاتی (CIP) شبکه‌های Device Net, Control Net

1- Acydic.
2- Deterministic.

به شبکه TCP / IP (و نه Ethernet) می‌باشد.
کلید عملیات اصلی شبکه Control Net در این شبکه‌وجود داشته ولی قطعیت (Determinism) بصورت Real time در اینجا وجود ندارد. CIP بصورت یک مکانیزم شی‌گرا و رایج در عملیات اتوماسیون پروسه و تولید کاربرد دارد.

۳-۵- شبکه FF-HSE

این شبکه (اترنت سرعت بالا) توسط Fieldbus Foundation و در سال ۲۰۰۰ معرفی گردید و در واقع تعمیم مفهوم «شبکه یک سیستم کنترل می‌باشد» در محیط TCP/IP محسوب می‌شود. در واقع شبکه FF-HSE اجازه می‌دهد تا یک بلوک عملیاتی در شبکه فرعی FF-H1، داخل شبکه FF-HSE در یک شبکه فرعی دیگر FF-H1 اجرا گردد. همزمانی و سنکرون‌سازی نیز وجود دارد.
نکته مهم اصلی در شبکه FF-HSE تجهیز ارتباط‌دهنده‌ای است که بعنوان یک gateway در شاخه‌های فرعی FF-H1 عمل می‌کند. این تجهیز ارتباط‌دهنده (با استفاده از سرویس TCP/IP) آدرس تجهیز روی FF-H1 را به آدرس IP تبدیل می‌نماید. لذا مسیریابی ارتباطات FF با استفاده از تکنیک‌های معمولی IP انجام می‌گیرد.
ضمناً redundancy در کلیه تجهیزات استاندارد Ethernet امکان‌پذیر است. از طرفی پیغام‌های عیب‌یابی منتشر شده و نتایج آن بصورت یک جدول،ویژگی‌های آماری شبکه را نشان می‌دهد.
شبکه FF-HSE نسبتاً جدید بوده و تجهیزات ارتباط‌دهنده[1] اولین بار در سال ۲۰۰۱ به ثبت رسیده‌اند.

۳-۶- شبکه MODBUS

شبکه MODBUS در سال ۱۹۷۴ و توسط شرکت Modicon معرفی گردیده و یکی از اولین پروتکل‌های PLCها و remote I/Oها محسوب می‌شود. شبکه‌های MODBUS Plus و MODBUS/TCP هم در دسترس هستند.
شبکه MODBUS یک پروتکل Master/Slave می‌باشد. ارتباطات موجود در این شبکه بصورت باینری (MODBUS-RTU) و یا بصورت متنی (MODBUS-ASCII) است.
اگرچه کدهای عملیاتی استانداردی برای عملیات مختلف وجود دارد اما لایه application عمدتاً نامشخص است. عمل انتقال دیتا عموماً شبیه دسترسی به مجموعه‌ای از رجیسترهای PLC است. بدین ترتیب دیتاهای مورد نظر مشخص گردیده و قابل دسترسی هستند، اما راهنمائی زیادی در مورد مفهوم دیتا ارائه نمی‌شود. حتی اعداد ممیز شناور بصورت قراردادی تعریف می‌شوند بجای آنکه یکی از مشخصات پروتکل باشند.
شبکه MODBUS بسیار ساده است و براحتی تحقق یافته و بطور وسیعی پشتیبانی می‌گردد. بسیاری از محصولات تجاری شامل سیستم‌های پیچیده ابزار دقیق دارای پروتکل MODBUS هستند. درایور MODBUS در اغلب سیستم‌های HMI, DCS, PLC وجود دارد.

۳-۷- شبکه PROFIBUS-DP

این شبکه در سال ۱۹۸۹ با همکاری دولت آلمان معرفی شده است. شبکه DP واقعاً شامل چندین پروتکل می‌شود.

1- Linking Devices.

- PROFIBUS-DP اولیه یک پروتکل Master/Slave است که برای دسترسی به remote I/Oها کاربرد دارد. هر یک از گره‌های شبکه بصورت پریودیک سرکشی شده و وضعیت و دیتا هر یک بروز می‌شود. عملکرد این پروتکل نسبتاً ساده و سریع است.

- سیستم (Fieldbus message specification) FMS نیز توسط PROFIBUS پشتیبانی می‌شود. این پروتکل پیچیده‌تر بوده و برای شبکه‌های با چندین Master و ارتباطات Peer to peer کاربرد دارد. کاربرد این پروتکل رو به کاهش است.

- DPVI یک توسعه با چندین Master از پروتکل DP است که از روش Token passing استفاده می‌کند. دسترسی شبکه بصورت پریودیک و غیرپریودیک می‌باشد. دسترسی پریودیک مشابه پروتکل DP بوده و جهت سرکشی real time گره‌های متصل به Master کلاس ۱ بکار می‌رود. دسترسی غیرپریودیک از طریق Master کلاس ۲ بوده و برای دسترسی به اطلاعات ساختاربندی و دیگر نیازهای مشابه ارتباطی استفاده می‌شود.

- DPV2 از انواع پروتکل DP بوده و جهت کنترل حرکت بکار می‌رود.

انواع مذکور پروتکل‌های DP سبب می‌شود که این شبکه بهترین انتخاب برای کاربردهای شامل یک شبکه Master / Slave با remote I/O و یا یک شبکه با چندین Master و بصورت Token passing مطرح شود.

شبکه DP توسط اکثر سیستم‌های کنترل و PLC پشتیبانی می‌گردد (حوزهٔ نصب وسیعی در عملیات اتوماسیون تولید دارد). همانند شبکه MODBUS تجهیزات ابزار دقیق مختلف قابلیت اتصال مستقیم به این شبکه را دارند.

۴- شبکه‌های Enterprise

در حالیکه شبکه‌های صنعتی عملیات ارتباطی را از ریشه‌های سبز یک فرآیند صنعتی آغاز می‌کنند، دپارتمان‌های تکنولوژی اطلاعات (IT) سعی در نشر شبکه‌های Enterprise به تمام گوشه و کنارهای فرآیند دارد. در برخی موارد، این موضوع سبب رقابت بین IT در نفوذ به داخل هرم اتوماسیون و تلاش شبکه‌های صنعتی در یکپارچگی هر چه بهتر کل سیستم می‌گردد. شبکه‌های Enterprise توسط تعدادی از پروتکل‌ها شبکه‌های WAN, LAN و تکنولوژی ارتباطات مشخص می‌گردد. بعلاوه این شبکه‌ها به سرعت از نظر ظرفیت و سرعت ارتباطی در حال پیشرفت هستند. در این قسمت به بررسی خلاصه موارد ذیل می‌پردازیم:

۱- شبکه‌های LAN
۲- پروتکل‌ها
۳- شبکه اینترنت

۴-۱- شبکه LAN

پهنای باند و کاربردهای شبکه‌ای LAN با پیشرفت سریعی روبرو بوده‌است. دو تکنولوژی اصلی در این شبکه وجود دارد: Ethernet و Token-Ring. از بین این دو Token Ring کارائی بیشتر و تکنولوژی بالاتری دارد. این تکنولوژی از تداخل روی شبکه LAN جلوگیری کرده و لذا از حداکثر پهنای باند روی شبکه استفاده می‌کند. تکنولوژی Thernet با استفاده از روش CSMA/CD بندرت می‌تواند بیش از ۳۰٪ پهنای باند کامل را به هنگام فعال

بودن همزمان چند گره شبکه در آن واحد استفاده کند. اما بهرحال Ethernet کاربرد بیشتری داشته و به دلیل هزینه کمتر و پهنای باند رو به افزایش تکنولوژی Token Ring را عقب گذاشته‌است. این مثال یکی از مواردی است که نشان می‌دهد تکنولوژی بهتر همیشه برنده رقابت نیست.

در واقع دسته‌ای از کاربردهای اساسی برای تکنولوژی Token Ring وجود دارد که اکثر آنها در سازمان‌های بزرگ مانند مراکز دولتی و حکومتی است.

شبکه Ethernet ابتدا توسط شرکت زیراکس (Xerox) و در سال ۱۹۷۰ مطرح شده و سپس در سال‌های بعد توسط IEEE و در سری 802.3 استاندارد شد. این شبکه ابتدا از توپولوژی باس و کابل کواکس استفاده نموده و بدلایل تکنیکی و جهت ساده کردن عیب‌یابی امروزه از کابل زوج سیم (Category 3 یا Category 5) و سیم‌کشی نقطه به نقطه استفاده می‌کند. شبکه Ethernet تجاری اولیه دارای سرعت 10 mbps بوده اما بهرحال شبکه دو سیمه با اتصال نقطه به نقطه اجازه‌افزایش‌سرعت‌تا 10^{gbps}, 1000^{mbps}, 100^{mbps} را می‌دهد. سرعت‌های بالاتر برای انتقال دیتا می‌تواند از طریق زوج سیم‌های بیشتر در کابل مربوطه حاصل شود. بصورت نه چندان دقیق می‌توان دیتای real time را بر روی شبکه Ethernet منتقل نمود (مثلاً صوت بر روی Ip و ویدئو کنفرانس) در صورت داشتن سرعت کافی، عدم قطعیت[1] و jitter می‌تواند تا سطوح قابل قبول (و شاید بی‌اهمیت) کاهش پیدا کند.

۴-۲- پروتکل‌ها

در واقع Ethernet به گونه‌ای طراحی شده است که تعداد بسیاری از پروتکل‌ها را پشتیبانی کند. بخصوص سه پروتکل رایج‌تر عبارتند از: TCP/IP و Net BEUI, IPX

هنگامی که MS-DOS ارائه شد قابلیت پشتیبانی شبکه را نداشت. IPX یکی از اولین شبکه‌های پیشنهادی بود که MS-DOS را پشتیبانی می‌کرد. این شبکه توسط شرکت Novell مطرح شده و هنوز هم در بسیاری از مباحث IT بکار می‌رود. IPX اساساً برای انجام عملیات‌اشتراک‌فایل‌واشتراک‌پرینترهابکار می‌رود.

Net BEUI یکی از پروتکل‌های مطرح شده توسط Microsoft جهت کار با سیستم عامل Windows بوده است. با این پروتکل عملیات رایج در شبکه‌ها مانند اشتراک فایل و اشتراک پرینتر امکان‌پذیر است. با مطرح شدن پروتکل TCP/IP استفاده از این پروتکل محدود شد.

پروتکل TCP/IP درابتداتوسط وزارت دفاع امریکا مطرح شده و هم‌اکنون در بسیاری از کاربردهای متفاوت استفاده می‌شود. این پروتکل در واقع شامل‌تعداد بسیاری از پروتکل‌های مختلف است.

۴-۳- شبکه اینترنت

کلمه اینترنت اغلب به شبکه WWW اشاره دارد. اینترنت در واقع شامل بسیاری از پروتکل‌ها و شبکه‌ها می‌شود. پهنای باند این شبکه بسیار بالاست. دسترسی به پهنای باند ارتباطی بالا و اندازه‌هائی همچون web browserها سبب شده است که امکانات فعلی حتی در چند سال گذشته غیرقابل تصور باشد. تحقیقات بر روی Internet 2 تضمین‌می‌کندکه‌روندفعلی‌ادامه یابد.

بنظر می‌رسد که اینترنت، روش ساده و کم‌هزینه‌ای برای شرکت‌های اتوماسیون امروزی باشد، امابهرحال ادامه کار شبکه‌ها و Serverهای مختلف‌تحت‌اختیارمدیران‌شبکه‌هاوITها می‌باشد.

علاوه بر مسائل مدیریت شبکه، امنیت شبکه نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. بعنوان مثال ویروس‌های کامپیوتری تابحال سر تیتر اخبار

1- Uncertainty

روزمره بوده‌اند. با توجه به آنکه شبکه‌ها شامل جزایر اتوماسیون هستند، و ایمنی شبکه نیز تبدیل به یک مسئله حادتر می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به دیدگاههای مطرح شده در مورد پروتکل‌های مختلف مشاهده شده که همگی آنها دارای نقاط قوت و ضعف هستند. هر یک از پروتکل‌ها قادر به حل یک مسئله خاص بوده و در زمینه مطرح شده قدرتمند می‌باشند. بسیاری هم قادر به استفاده در زمینه‌های کاربردی دیگر می‌باشند. در هر صورت نباید تکنولوژی موجود سبب گمراهی شده و باید از روش‌های عملی برای حل مسئله استفاده گردد. نکات مهم به هنگام ارزیابی بقرار زیر هستند:

۱- بیشتر از تکنولوژی بر روی کاربرد مورد نظر تأکید گردد، که در درجه اول اهمیت قرار دارد. شخص درگیر مسئله خاص بیش از هر شخص دیگری مسائل آنرا درک می‌کند.

۲- هزینه‌ها باید در نظر گرفته شوند. تمامی شبکه‌ها ادعا می‌کنند که در وقت و هزینه صرفه‌جوئی می‌کنند. رقابت بر سر این مسئله زیاد بوده ولی هزینه‌های اولیه باید در مقابل صرفه‌جوئی‌های ادعا شده و تعیین شده پائین نگهداشته شوند.

۳- قابلیت ارتباط[1] شبکه بررسی و ارزیابی گردد. قابلیت ارتباط، تعیین‌کننده نحوهٔ فراهم کردن دیتا در شبکه است.

۴- تغییرات و پیچیدگی‌های پنهانی را درک کرده و بررسی نمائید. بیاد داشته باشید که افراد می‌توانند بدترین تکنولوژی را بصورت موفق و بهترین تکنولوژی را بصورت شکست‌خورده جلوه دهند. تأثیر تغییرات مذکور باید بدقت بررسی گردد، اگر چه پیش‌بینی دقیق نتیجه این تغییرات بسیار مشکل است.

۵- خاصیت Interoperability واقعی را بررسی کنید. تمامی شبکه‌ها مدعی این ویژگی هستند. کاملاً بر تعاریف مشخص و محسوس Interoperability تأکید نمائید. در صورتی که ویژگی مذکور به شکل کلی و خلاصه باشد و درک کردن و احساس آن مشکل باشد نمی‌تواند واقعی باشد.

۶- مراجع

"Process software and digital Network", third edition, BELA G-LIPTAK, Editor in Chief (Section 4.4: Sorging out the Protocols, by W.A.PRATT, JR.)

آقای پیمان حاجی‌حسینی دارای لیسانس مهندسی برق ـ الکترونیک از دانشگاه آزاد اسلامی کرج (سال ۱۳۷۲) و فوق لیسانس مهندسی برق ـ کنترل و ابزار دقیق از دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب (سال ۱۳۷۵) می‌باشد. ایشان از سال ۱۳۷۳ تاکنون به تدریس در دانشگاه آزاد اسلامی کرج مشغول بوده و علاوه بر آن دارای ۵ سال سابقه کار در شرکت‌های مهندسی است که حدود ۲ سال آن در شرکت قدس‌نیرو بوده است. آقای حاجی‌حسینی هم‌اکنون در شرکت هیربد الکترونیک مشغول به کار می‌باشد. زمینه کاری و علاقمندی آقای حاجی‌حسینی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی، کنترل کامپیوتری و سیستم‌های DCS است.

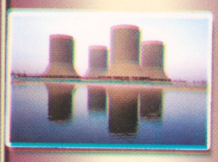
1- Uncertainty

GHODS NIROO

مهندسین مشاور قدس نیرو

شرکت مهندسین مشاور قدس نیرو

خدمات مشاوره، مهندسی وطراحی جزئیات تهیه مشخصات فنی، نظارت عالی، نظارت بر اجرا و راه اندازی طرحها و مدیریت اجرایی رادر زمینه های ذیل ارائه می نماید:



- نیروگاههای حرارتی (بخاری ،گازی وسیکل ترکیبی)
- پست‌های فشار قوی
- خطوط انتقال نیرو، شبکه های توزیع برق
- سدها و نیروگاههای برق آبی ،شبکه های آبیاری وزهکشی
- مطالعات زیست محیطی
- همکاری با کارفرمایان بصورت مدیریت پیمان
- همکاری در پروژه های بزرگ بصورت EPC
- همکاری در پروژه های بزرگ بصورت"EPC" و"MC"در صنایع مختلف بخصوص در صنعت نفت و گاز

GHODS NIROO CONSULTING ENGINEERS

GNCE provides services, detail design and engineering, project management and supervisory services in the following fields:

- *Thermal Power Plants (Steam , Gas Turbine & Combined Cycle)*
- *Substation & Switch - yards*
- *Transmission Lines & Distribution Networks*
- *Dams& Hydropower plants, Water Transmission Lines , Irrigation & Drainage networks.*
- *Environmental Studies*
- *Co-operation with Clients in Management Contract*
- *Participation in major EPC Contracts*
- *Participation in major "EPC" and "MC" contracts in different types of industrial areas especially in Oil and Gas.*

قدس نیرو به بازارهای جهانی می اندیشد

BSI REGISTERED

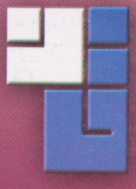
Marketing@ghods-niroo.com
www.ghods-niroo.com
info@ghods-niroo.com
Tel: (+9821) 8416344 - 8403613
Fax: (+9821) 8411704

با تشکر از همکاری آقایان:

۱ - مهندس احمد اهرابی
۲ - مهندس حسین بختیاری‌زاده
۳- مهندس احمدفریدون‌درافشان
۴- مهندس علی شاه‌حسینی
۵- دکتر همایون صحیحی
۶- مهندس منصور قزوینی
۷- مسعود نجمی

این نشریه از طریق اینترانت قدس‌نیرو نیز در دسترس علاقمندان می‌باشد.
ارتباط مستقیم با مقاله دهندگان از طریق آدرس Email یا فاکس آنان در انتهای هر مقاله امکانپذیر می باشد.
نظرات،پیشنهادات و سئوالات احتمالی خوانندگان گرامی از طریق اینترانت شرکت با فعال نمودن آیکون مربوطه درانتهای مطالب نشریه قابل‌ارائه و انعکاس می‌باشد.

CONSULTING ENGINEERS



تهران - خیابان استاد مطهری - چهارراه سهروردی ، شماره ۹۸، کدپستی : ۱۵۶۶۷۷۵۷۱۱
تلفن : ۸۴۰۳۶۱۳ - ۸۴۳۰۴۵۴ فاکس : ۸۴۱۱۷۰۴
تلگراف : شر قدس نیرو ایران تلکس :جی ان سی انی ایران ۲۲۴۵۰۷
NO.98 OSTAD MOTAHARI AVE. TEHRAN 1566775711- IRAN
TEL : 8403613 - 8430454 Email : info @ ghods-niroo.com
CABEL : SHERGHODS NIROO IRAN - FAX : 8411704

You need **POWER** to **PROGRESS.**
You need **GNCE** to give you the **POWER**

GHODS NIROO
CONSULTING ENGINEERS

A Total Service

WATER, POWER, OIL, GAS AND PETROCHEMICAL INDS.

GNCE with a total workforce of 770 and 450 qualified and experience managers and engineers has the resources and the experience to be your partner in Iran and abroad :

- We have been the main Consultant on 22000MW of new power plants in Iran
- We have designed, engineered, supervised and commissioned more than 300 high voltage substation and switch-yards
- We have designed, engineered, erected and commissioned 19000 km of high voltage transmission lines.
- We are responsible for the design and supervision of 20 dams & hydropower plants with associated water transmission lines and irrigation projects.

When you think about ENERGY, think about GNCE and check our Capabilities:

- Conceptual Design
- Site Investigations
- Detail Design
- Architectural Engineering
- Civil Engineering
- Electrical, Control and instrumentation Engineering
- Mechanical & Chemical Engineering
- Building & Structural Engineering
- Water Resources & Environmental Engineering
- Dam &Hydropower Engineering
- Cost Evaluation & Quality Management
- Project & Construction Management
- Commissioning
- Management of Contracts & EPC Contracts
- Software Engineering

Committed to Clients
Committed to Progress

For further details contact the Marketing Division at:

No. 98 Ostad Motahari Avenue
Tehran 1566775711
Tel : (+9821)8403613-8416344
Tel fax : (+9821)8411704
info@ghods-niroo.com
WWW.ghods-niroo.com

BSI REGISTERED