



جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی

۵۱۷۵/و
۷۴/۳/۲۱

تأییدیه درجه علمی

به استناد بند ج تبصره ۳۶ قانون بودجه سال ۱۳۶۳ و نیز
بند ج تبصره ۳۴ قانون بودجه سال ۱۳۶۴ و در اجرای
آئین نامه تأیید اعتبار و تشخیص ضرورت انتشار مجلات و
نشریات علمی و بر اساس رای یکصد و نهمین جلسه مورخ
۱۳۷۳/۱۰/۲۴ کمیسیون بررسی اعتبار نشریات علمی کشور
نشریه امیرکبیر حایز شرایط دریافت درجه علمی - پژوهشی
شناخته شد.

این تأییدیه از تاریخ تصویب به مدت چهار سال معتبر است.

با آرزوی توفیقات الهی

دکتر سید محمدرضا هاشمی کلپایگانی

وزیر فرهنگ و آموزش عالی

درج درجه علمی بر روی جلد و شماره پروانه در داخل نشریه الزامی است.



Prof. Morteza Sohrabi
Amirkabir University of Technology
Hefez Ave., No. 424
Tehran 15, Iran

Ref.: Amirkabir Journal of Science and Engineering Information.

Dear Prof. Sohrabi:

Tank you very much for the latest issue of your journal. We have decided to include your journal in our product called Table of Content.

I am enclosing our catalog for your record. If you have any questions, please call me at 201-216-8500 [Ext. 685].

Thank you.

Yours sincerely,

Leah Kaufman

Dr. Leah S.Kaufman
Manager, Bibliographic Services

متن واصله حاکی بر ذکر مقالات مجله علمی پژوهشی
امیرکبیر در Engineering Index آمریکا

پروژه‌های شهر سالم و شهرنشینی

مهدی علمی

مربی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه

صنعتی شریف

حسنعلی لقایی

استادیار گروه شهرسازی دانشکده هنرهای زیبای

دانشگاه تهران

چکیده:

در دهه اخیر به دنبال رشد روزافزون جمعیت و تمرکز قطبهای صنعتی در شهرها به ناچار برای ارتقاء کیفیت زیست، تلاشهای گسترده‌ای به عمل آمد و پس از مسلم شدن تاثیر مخرب شهرنشینی بر بهداشت انسانها، پروژه شهرهای سالم در چارچوب «سلامتی برای همه در سال ۲۰۰۰» توسط سازمان بهداشت جهانی مطرح و پی‌ریزی گردید. در این مقاله ضمن مطالعات جمعیتی شهرها و مقایسه نقش بهداشت با درمان در سلامتی شهروندان به بررسی اجمالی زمینه‌ها و مفاهیم و پارامترهای کیفی و متدولوژی پروژه شهرهای سالم پرداخته شده است.

Healthy City Projects and Urbanization

Mehdi Elmi

Lecturer of Civil Engineering Dept.

Sharif Univ. of Technology

H.A. Laghaee

Assistant professor of Fine Arts

Faculty Tehran Univ.

ABSTRACT:

During last decade, following the ever increasing population growth and centralization of industrial poles in big cities many activities for health promotion had been forced maturely.

Following determination of the deterioration effects of the urbanization on the human health, healthy city projects had established by the world health organization in the boundary of "health for all by 2000" in this paper the essence of population dynamics in the cities, comparision of the roles of the health promotion and the treatment for citizens, Accompanied by the overall investigations on bases, objectives quality parameters and methodology of stablishing healthy cities are discussed and analyzed.

مقدمه:
همگام با افزایش جمعیت جهان بعد از انقلاب صنعتی اروپا، رشد شهرها و توسعه شهرنشینی تخریب محیط طبیعی و بروز آلودگی‌های محیطی را پدید آورد و تاثیرات سوء شهرنشینی بر بهداشت انسانها تقدم مقررات بهداشتی بر شهرسازی را ابتدا در اروپا و برای اولین بار در انگلستان در سال ۱۸۳۲ باعث گردید. تحقیقات به عمل آمده گویای نقش اساسی بهداشت

در مقابل درمان و پزشکی در تامین سلامتی شهروندان بوده [۸] تا اینکه در سال ۱۹۷۷ «اصول سلامتی برای همه در سال ۲۰۰۰» به تصویب انجمن سلامتی دنیا رسید [۱۰] و در چارچوب آن پروژه شهرهای سالم با تلاشهای مستمر و فراگیر سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۱ راه‌اندازی شد. هدف اصلی پروژه شهرهای سالم ارتقاء مداوم سلامتی

1- World Health Organization

و گسترش آن می‌باشد که با توجه به مسائل خاص هر شهر فرآیند پروژه متفاوت خواهد بود.

اکنون بیش از هزار شهر در دنیا در پروژه شهرهای سالم فعالیت دارند. در کشور ما نیز از آذرماه ۱۳۷۰ کوی سیزده آبان بعنوان منطقه آزمایشی پروژه شهر سالم انتخاب و شروع به فعالیت نموده و به تدریج در شهرهای بزرگ دیگر نیز این پروژه در حال گسترش می‌باشد.

زمینه شهری

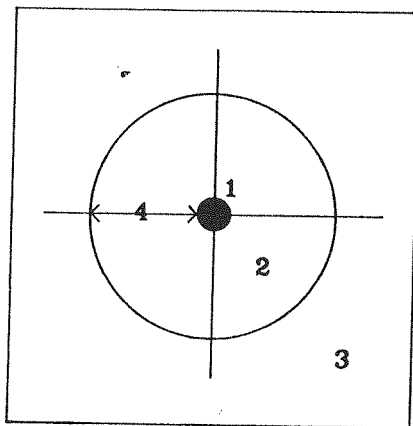
شهریکی از پدیده‌هایی است که توسط انسان در محیط زیست به منظور اسکان، تامین معیشت (کار و فعالیت)، داشتن روابط اجتماعی و اقتصادی و مبادلات علمی و فرهنگی در طول تاریخ ایجاد شده است [۲] و همواره بعنوان مرکزی برای اداره مناطق وسیعتر مطرح بوده است. در جوامع ماقبل صنعتی رشد و گسترش شهر در ارتباط با حوزه تحت کنترل کشاورزی آن بوده است. در حقیقت هر قدر شهر

۱- قطب روستایی

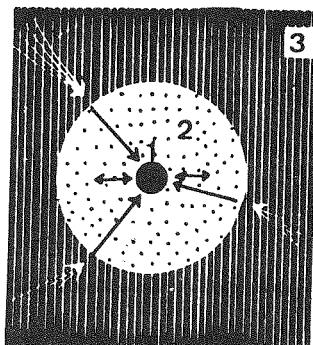
۲- حوزه نفوذ (وسعت اراضی کشاورزی)

۳- فضای خارجی

مأخذ: دی، سوپرا [مرجع شماره ۱۵ صفحه ۶۴]



مدل ساختار جامعه ماقبل صنعتی



مدل ابتدائی ساختار جامعه صنعتی

بزرگتر و قدرت آن بیشتر بوده، محدوده‌های وسیعتری را در پوشش و نفوذ خود داشته است [۱۵] و به عبارت دیگر قدرت و رشد اقتصادی - اجتماعی شهر در ارتباط با میزان تولید و مبادلات کشاورزی و ساختارهای مورد نیاز آن در منطقه بوده و سهم فعالیت‌های غیر کشاورزی چیزی بیشتر از حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از مجموع فعالیتها نبوده است و رشد و توسعه شهرها به تدریج و با فرآیند رسوبی آهسته‌ای از ساختارهای کالبدی و اجتماعی و اقتصادی شکل می‌گرفت.

انقلاب صنعتی اروپا، ضرورت تمرکز بیشتر را برای تولید، نیاز داشت بدین ترتیب اهمیت شهر روز بروز افزون شد. اهمیت حوزه نفوذ شهر در فرستادن نیروی کار جدید به شهرها و دسترسی به منابع و داشتن محیط مناسب باعث تفاوت در شهرهای مختلف شد و بدین ترتیب قطب‌های متمرکز صنعتی بوجود آمد که تمرکز بیشتر، قدرت بیشتر و توسعه بیشتر را سبب گردید.

۱- قطب جاذب صنعتی

۲- حوزه سکونت‌گاهی حاشیه‌ای و حرکت روزانه

۳- فضای مهاجر فرست

مأخذ: دی، سوپرا [مرجع شماره ۱۵ صفحه ۶۹]

در انقلاب صنعتی نقش و عملکرد رشد و نحوه برخورد آن با محیط زیست (محیط طبیعی پیرامون) دگرگون شد. کار متمرکز، بهره برداری از منابع طبیعی در دسترس با هدف تولید بیشتر و ارزاتر و پیشرفت تکنولوژی باعث فرسایش سریع محیط طبیعی و بروز آلودگیها در محیط گردید. همزمان با تمرکز و افزایش جمعیت و سرعت گسترش شهرها شرایط زیستی در شهر روز بروز نامطلوب تر گردید. [۱]

بطور کلی عوامل گسترش شهرها را بدنبال انقلاب صنعتی می توان به شرح زیر خلاصه نمود. [۲]

- ۱- تحول در حمل و نقل و سرعت مبادلات، به طوری که این تحول، حرکت بشر را به چند برابر سرعتهای قبلی رساند.
- ۲- پیدایش تخصص و تقسیم کار و نیاز شهرها به نیروی کار ماهر و متخصص.
- ۳- ازدیاد جمعیت با پیشرفت در علم پزشکی و تحولات بهداشتی در جلوگیری از بیماریهای واگیردار و کاهش مرگ و میر.
- ۴- توسعه مهاجرتها با تغییر ساختار فعالیتها در سرزمین و ایجاد قطبهای جاذب نیروی انسانی.
- ۵- تمرکز صنعت و تجارت و نقش شهر در بوجود آوردن نظام جدید تولید و توزیع.
- ۶- توسعه مراودات اقتصادی با گسترش بازارهای خرید و افزایش جمعیت مصرف کننده.
- ۷- بالا رفتن سطح درآمد با اشتغال به حرف متفاوت در شهرها.
- ۸- تنوع مشاغل در تفاوت با جامعه ماقبل صنعتی.
- ۹- پیدایش و گسترش وسایل ارتباط جمعی و تغییر روابط اجتماعی.

فرآیند رشد شهرنشینی در جهان

شهرنشینی امری است محتوم که در دو بعد قابل ملاحظه است. اول از نظر درصد جمعیت شهرنشین نسبت به کل جمعیت کشورها و دیگر از نظر تعداد که باتوجه به «انفجار جمعیت» اهمیت ویژه می یابد، بعد سومی را که می توان اضافه نمود تفاوت فرآیند شهرنشینی (از نظر تعداد و درصد) در کشورهای مختلف است که در نهایت مسأله کیفیت زیستی را مطرح می نماید.

از دیدگاه جهانی در سال ۱۹۵۰ تنها ۲۹٪ از جمعیت جهان در شهرها زندگی کرده اند و این رقم تا سال ۱۹۹۰ به

بیش از ۴۵٪ کل جمعیت جهان رسیده است.

پیش بینی می شود تا سال ۲۰۰۰ جمعیت شهرنشین به ۵۱ درصد بالغ شود و با فرض همین مقدار افزایش تا سال ۲۰۲۰، ۶۲ درصد کل جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند شد. [۶]

علت این رشد فزاینده جمعیت در شهرها دو عامل اساسی است:

اول افزایش جمعیت به دلیل نرخ بالای تولد و کاهش مرگ و میر و دوم مهاجرت آنها به شهرها که نتیجه طبیعی این افزایش جمعیت است.

باتوجه به مطالعات بخش جمعیت سازمان ملل که رشد جمعیت شهرنشین از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۲۵ را مورد بررسی قرار داده (نمودار ۱) دیده می شود که از سال ۱۹۸۵ شیب منحنی رشد کشورهای توسعه یافته (D.C.)^۱ تقلیل یافته و پیش بینی شده که از سال ۲۰۰۰ این شیب مجدداً تعدیل گردد. اما در منحنی مربوط به کشورهای در حال توسعه دیده می شود که درست در همین سال ۱۹۸۵ شیب منحنی افزایش یافته و از سال ۲۰۰۰ نیز مجدداً شیب بیشتری را شامل خواهد گردید.

در نمودار درصد تغییرات جمعیتی در مناطق روستایی و شهری کشورهای در حال توسعه (نمودار ۲) به وضوح تمرکز جمعیت شهرنشین کشورها را می توان ملاحظه نمود.

نمودار (۳) مقایسه ای بین جمعیت شهرنشین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه را نشان می دهد که تاکید مجدد بر نرخ بالای رشد شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه می باشد. گرچه درصد شهرنشینی این کشورها حتی تا سال ۲۰۲۵ حدوداً ۲۲٪ کمتر از کشورهای توسعه یافته خواهد بود، اما میزان جمعیت بالای آنها باز همان نتیجه نمودار یک را به دست می دهد. [۶]

توجه به این نکته نیز حائز اهمیت است که سیر انتقال جمعیت در کشورهای در حال توسعه از اشتغال کشاورزی به خدماتی است، حال آنکه در کشورهای پیشرفته این مسیر از اشتغال کشاورزی به صنعت می باشد و فقط مازاد آن به بخش خدماتی منتقل می شود.

1- Developed Countries

شهرنشینی و بهداشت انسانها

تغییرات جمعیتی صدمات مهلکی به شرایط اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی و بالطبع به سلامتی و بهداشت انسانها در شهرها وارد خواهد کرد (که نهایتاً تراکم جمعیت مشکلات اجتماعی بیشتری را به دنبال خواهد داشت و محیطهای کمتر قابل کنترل و هدایت را بوجود خواهد آورد).

شهرنشینی سریع باعث تولید آلودگیهای مختلف، تراکم جمعیت، تخریب زمینها و منابع آب اطراف شهرها می شود. طبق مطالعات کمیته منطقه‌ای مدیترانه شرقی سازمان بهداشت جهانی شهروندان کم درآمد از بیماریهای ارثی که ناشی از فقر کشورهای درحال توسعه و بیماریهای مزمنی که حاصل مدرنیزاسیون است رنج می‌برند [۹]. با اینکه فقرا و پولدارها توأم از آلودگی محیط زیست در عذابند، اما فقرا از بیماریهای قابل انتقال بیشتری تاثیر می‌پذیرند و افراد با درآمد بالا ممکن است به بیماریهایی که ناشی از «افراط» معروفند دچار شوند.

میزان سلامت افراد شهرنشین بستگی زیادی با سطح درآمد آنها، نوع همسایگان، شرایط زیست محیطی، میزان سواد و فرهنگ الگوی زندگی و عوامل دیگر دارد. این وضعیت با رشد سریع شهرنشینی شکل پیچیده‌تری بخود می‌گیرد و عوامل بالا را تشدید می‌کند.

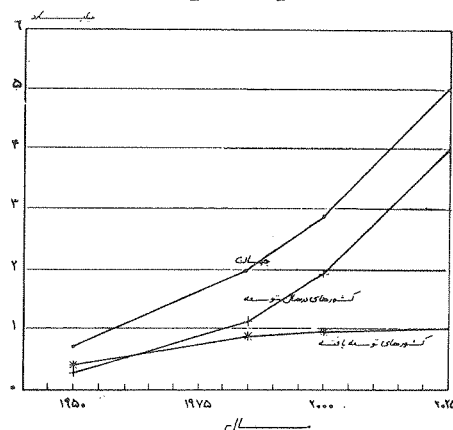
تفکر اقدامات بهداشتی در شهرسازی

در اثر همین رشد جمعیت شهرنشین و تاثیر مخرب آن بر بهداشت انسانها به تدریج مقررات بهداشتی مقدم بر مقررات شهرسازی شده به طوری که در انگلستان اولین کوششهای جدی و واقعی برای بهبود شرایط بهداشتی شهر پس از تجدید نظر در قانون انتخاباتی ۱۸۳۲ انجام یافت و اولین نتیجه آن قانون سال ۱۸۴۴ برای لندن بود که حداقل ضروریات بهداشتی را جهت واحدهای مسکونی تعیین نمود و استفاده از زیرزمین را برای سکونت از ژوئیه ۱۸۴۶ به بعد ممنوع کرد و در همین سال اولین قانون برای احداث حمام و رختشویخانه عمومی در پایتخت نیز تصویب شد [۲] و این روند در اکثر کشورهای پیشرفته دنیا ادامه یافت.

در قرن نوزدهم در اروپا و شمال آمریکا رشد سریع صنعتی شهرها شرایطی را ایجاد کرد که بیماری همه گیر شایع شد و شهرها به مقابله با این امر برخاستند و مطالعات

نمودار (۱)

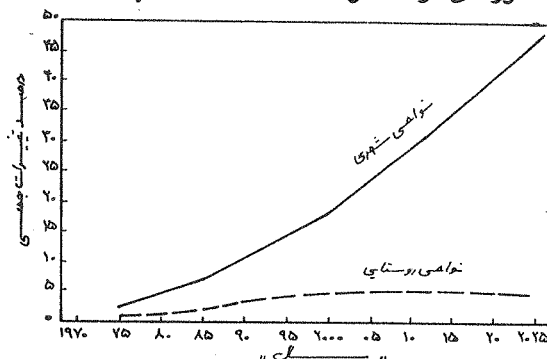
افزایش جمعیت شهرهای جهان و کشورهای درحال توسعه ۱۹۵۰-۲۰۲۵



مأخذ: سازمان بهداشت جهانی [مرجع شماره ۹]

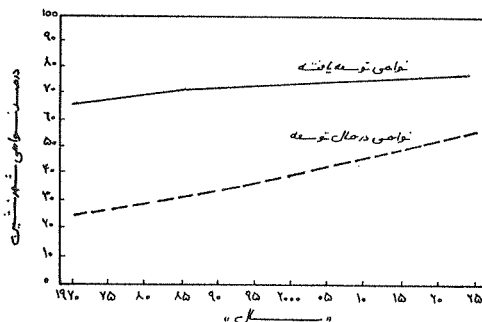
نمودار (۲)

درصد تغییرات در جمعیت‌های نواحی شهری و روستایی کشورهای درحال توسعه تا سال ۲۰۲۵ «مبنای ۱۹۷۰»



نمودار (۳)

نسبت جمعیت نواحی شهری در کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته ۱۹۷۰-۲۰۲۵



مأخذ: سازمان بهداشت جهانی [مرجع شماره ۹]

و تحقیقات عدیده‌ایی روی تاثیر بهداشت از یک سو و نقش درمان در کاهش مرگ و میرها از سوی دیگر به عمل آمد و شاید مهمترین آنها تحقیقات پرفسور مک کئون (McKeown) (1976) درباره تغییرات مرگ و میر و رشد جمعیت در خلال ۱۵۰ سال گذشته باشد. طبق تحقیقات وی [۸] در تاریخچه نژاد انسان، بیشتر از همه کودکان در اولین سالهای زندگی خود مرده‌اند و میزان بالای مرگ و میر در گذشته به دلیل بیماریهای عفونی ناشی از عوامل فقر، سوء تغذیه و یا محیطهای غیربهداشتی در جمعیتهای آسیب پذیر بوده است. مک کئون ۸۰ تا ۹۰ درصد کاهش کلی میزان مرگ و میر در ۱۵۰ سال گذشته را در کاهش بیماریهای عفونی از قبیل سل، عفونتهای ریوی، اسهال ناشی از آب و غذای آلوده اعلام داشته است. در تحلیل وی به استثنای واکسیناسیون علیه آبله، درمان تاثیر زیادی روی مرگ و میر قبل از عصر حاضر نداشته است. [۸]

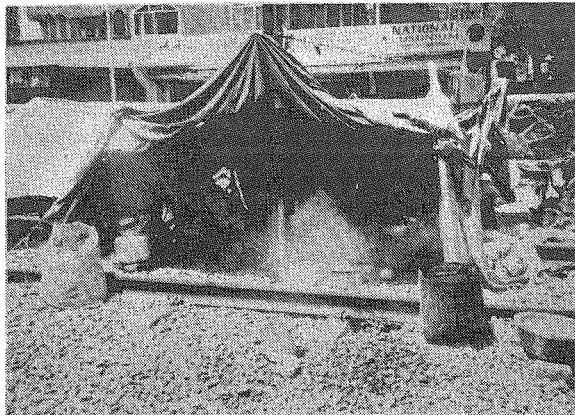
البته امروزه در کشورهای پیشرفته بیماریهای غیر عفونی نظیر

بیماریهای قلبی، سرطان و سوانح مسبب اصلی مرگ می‌باشند. نتیجه آنکه، نقش درمان و پزشکی در آینده اطمینان بخشیدن به مراقبت خوب برای افراد پیر و ناتوان می‌باشد تا افزایش امید زندگی بشر در هنگام تولد و در عوض ارتقاء بهداشت، پتانسیلی برای افزایش امید به زندگی و رفاه در طول زندگی دارد.

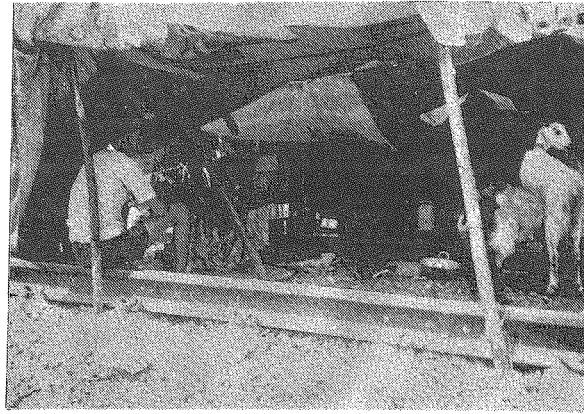
این نتیجه گیری برای کشورهای در حال توسعه و جوامع فقیر دو چندان بوده به طوری که با اندکی بررسی پیرامون زندگی فقیرنشینان شهری می‌توان دریافت که بعنوان مثال برای مردم ساکن حلبی آبادها که در فضای ۲-۳ مترمربعی سرپناه خود تمامی امور زندگی از قبیل پخت و پز غذا و شستشوی فردی را انجام می‌دهند مراقبت‌های بهداشتی نسبت به درمان نقش اصلی را خواهند داشت. آنچه که در شکل‌های زیر می‌بینید قسمتی از یک منطقه کپر نشین در بمبئی هندوستان است که در فروردین ۷۳ تصویر برداری شده است.



شکل (۱) همجواری مسکن با فاضلاب رویان، زیاله، تعمیرگاه و...



شکل (۲) انجام فعالیت‌های مختلف زندگی در یک مکان



شکل (۳) زندگی مشترک انسان و دام در زیر یک چادر!

«بیماریهای پولدارها» معروف است دچار می‌شوند (نظیر ا دیابت، تشنجهای عصبی و ناراحتیهای قلبی ناشی از مصرف بی‌رویه مواد غذایی و کم تحرکی و عدم فعالیت). [۹]

سلامتی برای همه "Health for All"

باتوجه به موارد فوق لزوم توجه به بهداشت در شهرها در صدر برنامه‌های سازمان بهداشت جهانی قرار گرفت و با این ایده که سلامتی و بهداشت فراتر از درمان بیماریهاست تلاشهای عديده‌ای به عمل آورد.

در سال ۱۹۷۷ در اجلاس سالانه بهداشت جهانی World Health Assembly این مطلب به تصویب رسید و مطابق فهرست زیر «سلامتی برای همه در سال ۲۰۰۰» در شش اصل مورد قبول واقع شد. [۱۰]

۱- سلامتی برای همه (H.F.A) دلالت بر عدالت دارد. این بدان معنی است که بی‌عدالتی کنونی در بین کشورها و در داخل هر کشور تا حد ممکن کاهش یابد.

۲- هدف اینست که به مردم احساس و درک مثبت در مورد سلامتی داده شود تا آنها بتوانند استفاده کامل از ظرفیت فیزیکی، روحی و اجتماعی خود بنمایند و اصل باید بر بالا بردن سطح سلامتی و جلوگیری از ایجاد بیماری بنا شده باشد.

۳- حصول سلامتی برای همه بوسیله خود مردم خواهد بود و یک مشارکت اجتماعی بصیر، برانگیخته و فعال، عنصر کلیدی برای رسیدن به این هدف مشترک می‌باشد.

۴- سلامتی برای همه نیازمند هماهنگی اجرائی در همه

به عقیده طرفداران محیط زیست شیوه زندگی مدرن شهری که مبتنی بر استفاده بیش از حد از منابع و تولید بی‌اندازه ضایعات است، موجب بحران اکولوژیکی جاری در تخریب لایه اوزون و گرم شدن بیش از حد کره زمین و اثرات زیانبار جانبی آن شده است. به نظر آنها محیط شهرها دارای یک اکولوژی مصنوعی است که تاثیر مخربی بر اکوسیستم طبیعی و محیط زیست فیزیکی و اجتماعی دارد. اگر به دیدگاههای فوق عمیقتر نگریسته و مسائل اکولوژیکی و اسکان بشر در نظر گرفته شود اهمیت بهداشت و خدمات بهداشتی در شهرها بیش از پیش آشکار می‌شود.

چنانچه به میزبان (شهروندان) و محیط (محیط زیست فیزیکی و اجتماعی) دقیق شویم تصویر بهتری از سلامت انسانها در شهر به دست می‌آوریم که روابط بین میزبان و محیط در واقع همان «شیوه زندگی» است. [۹]

هرسه این عوامل شاخصهایی برای تامین سلامت در شهرها به حساب می‌آیند.

جمعیت شهرنشین دارای ترکیب یکدست و یکنواختی نبوده و ترکیبی از گروههای با درآمد کم، متوسط و بالاست. طبیعتاً بهداشت و سلامت در میان این گروهها متناسب با شرایط فیزیکی، محیط زیست و شیوه زندگی آنها متفاوت خواهد بود. شهروندان کم درآمد فیمابین شرایط صنعتی و توسعه یافتگی گیر کرده و مشکلات شیوه زندگی و بیماریهایی که دامنگیر آنها می‌شود متاثر از هر دوی این شرایط می‌باشد. شهروندان با درآمد بالا نیز به آلودگی محیط زیست و بیماریهای اجتماعی و بیماریهایی که بعنوان

بخشها می‌باشد و اولیای امور سلامتی و بهداشت فقط قسمتی از مشکلات را می‌توانند بر طرف کنند.

۵- سیستم مراقبت از سلامتی باید بر مراقبتهای اولیه از تندرستی متمرکز باشد به طوری که خدمات قابل دسترسی را برای مردمی که زندگی و کار می‌کنند فراهم نماید.

۶- مشکلات سلامتی باید از مرزهای ملی فراتر رود. آلودگی منتقله از هر کشور و تجارت محصولات مضر بهداشتی مثالهای روشن مشکلاتی هستند که حل آنها نیازمند همکاری بین‌المللی می‌باشد.

هدف بهداشت برای همه

هدف اصلی، تلاش در جهت رسیدن تمام مردم جهان به سطح قابل قبولی از نظر بهداشت تا سال ۲۰۰۰ میلادی می‌باشد تا همه بتوانند از یک زندگی سالم و مفید از نظر اقتصادی و اجتماعی بهره‌مند گردند.

بطور خلاصه ارتقاء سلامتی بعنوان ستون فقرات بهداشت عمومی جدید کلید مفهوم استراتژی «بهداشت برای همه» می‌باشد.

در سال ۱۹۸۶ در منشور اوتاوا Ottawa Charter for Health Promotion تعریفهای بیشتر ارتقاء سلامتی در زمینه‌های استراتژیک و سیاست‌گذاری پدید آمد [۱۰] در منشور اوتاوا در نظر گرفته شده که:

- ۱- تصمیمات سیاسی، خود کلید راهگشای سلامتی است.
- ۲- محیطهای حامی فیزیکی و اجتماعی در برقراری شرایط بهداشتی بسیار مهم هستند.
- ۳- خود جامعه می‌تواند و باید نقش مهمی در حفظ و اجرای سلامتی بازی کند.
- ۴- مهارتهای شخصی برای سلامتی باید گسترش یابد.
- ۵- خدمات بهداشتی موجود بازمینی و جهت دهی مجدد شود.

به این ترتیب پروژه شهرهای سالم در چارچوب سلامتی برای همه و ارتقاء سلامتی راه‌اندازی شد که از دیدگاه سازمان بهداشت جهانی به معنای پیشبرد بهداشت و دستیابی به ارکان بهداشت برای همه در این جهان صنعتی می‌باشد.

مفهوم شهر سالم

اکثراً در تاریخ ثبت شده که شهرها خصوصاً برای شهروندان فقیرشان مکانهای سالمی برای زندگی نبوده‌اند، بعنوان یک نتیجه از مسکن فقیران، محیط فیزیکی و میزان بالای مرگ و میر در شهرهای صنعتی، حرکت بهداشتی عمومی قرن اخیر بصورت فعلی درآمد. غیر تصادفی است که برنامه‌ریزی شهری اصولش را در بهداشت عمومی داشت، وحشت صرف از زندگی شهری در قرن اخیر، در نظر گرفتن یک شهر آرمانی را به خیلی از متفکرین القاء کرده است. [۸]

به نظر Ward Richardson (۱۸۷۵ م) «چنین شهری هوای تمیز، حمل و نقل عمومی، بیمارستانهای کوچک محلی و خانه‌های سالمندان خواهد داشت و هیچگونه مصرف الکل و دخانیات در آن دیده نمی‌شود». [۸]

عقاید وی در Ebenezer Howard شهرساز اثر کرد که اولین «باغ شهر» را در حومه‌های لندن در سال ۱۸۹۰ بعنوان راه حل فنی محله‌های کثیف و پرجمعیت ارائه نمود.

کنستانتین دوکسیادیس Constantin Doxiadis از طراحان شهری با نفوذ اشاره می‌کند که «خارج از تمامی تعاریفی که در مورد هدف این شهر که ما به ارث گذاشته‌ایم تنها چیزی که برای تمامی جوامع بشری معتبر است آن گفته ارسطو است که می‌گوید: شهروند خود را خوشحال و تامین نمائید». [۱۱]

دوکسیادیس برای تعمیم حرف خود و ترویج هدفش برای شهر چنین ادامه می‌دهد «برای شهروندان امنیت و خوشحالی فراهم آورید و آنها را در روابط انسانی یاری دهید». کورین لینچ طراح شهری بعنوان یک ایده شخصی برای شهر سالم یا در این حالت بگوئیم یک شهر «خوب» سه اصل زیر را قائل می‌شود: [۳]

اصل معاش

فراهم آوردن غذا، سوخت، آب، هوای سالم و از بین بردن ضایعات.

اصل امنیت

مکانی برای اسکان خوب است که در آن خطرات، سموم و بیماریها وجود ندارند و یا کنترل می‌شوند و ترس از مواجهه با آنها بسیار کم می‌باشد و آن محیط امن فیزیکی می‌باشد.

تعهدی برای بهداشتی شدن و ساختار و فراگردی برای حصول به آن داشته باشد.

کیفیت‌های شهر سالم

یک شهر سالم به مجموعه‌ای کیفی از یک شهر اطلاق می‌گردد که کیفیت‌های زیر را دارا باشد. [۱۰]

۱- محیط فیزیکی با کیفیت بالای تمیزی و امنیت (شامل مسکن).

۲- داشتن اکوسیستم پایدار در حال و آینده.

۳- داشتن یک جامعه قوی و هماهنگ و بدون تفرقه.

۴- دارا بودن حد اعلا‌ی مشارکت عمومی حاکم بر زندگی، بهداشت و رفاه مردم.

۵- دارا بودن مجموعه‌ای از نیازهای اساسی (برای آب، غذا، سرپناه، درآمد، امنیت و کار) برای تمام مردم شهر.

۶- دسترسی به سطح وسیع تجربیات و منابع با امکان برخورد، تماس و ارتباط وسیع عمومی.

۷- داشتن اقتصاد شهری چند پایه، ضروری و متناسب با روز (ابداعی).

۸- تشویق ارتباط با گذشته در فرهنگ و میراث بیولوژیکی ساکنین شهر و دیگر گروه‌های مستقل.

۹- داشتن شکل سازگار و افزایشده خصیصه‌های گذشته شهر.

۱۰- داشتن سطح بهینه بهداشت عمومی مقتضی و خدمات مراقبت بیماران برای عموم.

۱۱- دارا بودن سطح بالای بهداشت و سطح پائین بیماری.

پروژه شهر سالم در کشورهای جهان

هم اکنون علاوه بر ۳۵ شهر اروپائی که مستقیماً در پروژه شهر سالم شرکت دارند، شبکه‌های ملی و ناحیه‌ای شامل ۴۰۰ شهر در اروپا، استرالیا، کانادا و آمریکا برقرار شده و حرکت در کشورهای در حال توسعه بسرعت روبه گسترش است. [۱۲]

شبکه‌های ناحیه‌ای در استرالیا، کانادا و ایالات متحده رشد یافته و شهرهای مستقل با توجه به نمونه پروژه در کشورهای دیگر عمل می‌نمایند. آنها استراتژی بکار رفته در پروژه اروپائی را سرمشق قرار داده و با شرایط ویژه خود

محیط مکانی بایستی با اساس ساختار زیستی بشر مطابقت داشته باشد (منظور لنینج از این موضوع اینست که این اصل از ریتم طبیعی خواب و بیداری حمایت می‌کند ورزش را ترویج کرده اثرات مضر نور، سروصدا و آلودگی هوای داخل را بررسی می‌کند).

طراح دیگری که چارچوب تفکر در مورد بهداشت شهری را توسعه داده است هانس بلوم فلد (Hans Blumen Feld) می‌باشد (۱۹۸۴ م).

او می‌گوید که شش پارامتر برای وظایف یک شهر آرمانی و بهداشتی وجود دارد: [۳]

- مکانی مناسب برای ایجاد حیات و زندگی کردن.

- داشتن امکانات دسترسی و حمل و نقل.

- امکان حفاظت از محیط زیست.

- ایجاد ارتباط بین محیط فیزیکی و اجتماعی.

- داشتن محیط مناسب برای همسایگی و جنبه‌های خصوصی افراد شهر.

- قابلیت انعطاف.

به دنبال اندیشه‌های فوق و با توجه به نیاز مردم شهرنشین، مفهوم شهر سالم بوسیله دکتر ایلونا کیک بوش (Ilona Kickbush) از بخش اروپایی WHO بدنبال کار پروفیسور لئونارد دال (Leonard Duhal) از دانشگاه برکلی توسعه یافت. او اثر نمونه‌های برنامه‌ریزی شهری را روی سلامت فکری و روحی شهرنشینان مطالعه می‌کرد. مفهوم شهر سالم در مقاله‌ای از L. Duhal و T. Hancock تحت عنوان «ارتقاء سلامتی در زمینه‌های شهرنشینی» خلاصه می‌شود.

تعریف شهر سالم توسط این مؤلفان بشرح زیر است: [۸]

«یک شهر سالم شهری است که بطور پیوسته محیط‌های فیزیکی و اجتماعی را خلق کرده و بهبود می‌بخشد و منابع جامعه را توسعه می‌دهد تا مردم قابلیت پشتیبانی متقابل را پیدا کنند و روشهای زندگی خود را بهینه نمایند».

نکته‌ای که باید به آن توجه داشت اینست که شهر سالم یک فراگرد است و نه یک نتیجه، در واقع یک شهر سالم برای رسیدن به یک حد جزئی بهداشتی نیست بلکه برای ارتقاء مداوم سلامتی و گسترش آن می‌باشد. بدین ترتیب هر شهری بدون توجه به وضعیت جاری بهداشت آن می‌تواند یک شهر سالم باشد و آنچه ضروری می‌باشد اینست که

وفق می دهند، زیرا همانطور که ذکر آن رفت اروپا در پروژه شهر سالم پیشقدم بود.

پروژه شهر سالم در هر شهر و کشوری باید جداگانه هدف یابی شود. بعنوان مثال هدف اصلی پروژه شهر سالم در کوپنهاک روی کودکان و افراد پیر بوده و در گلاسکو روی پروژه شهر بدون دود (سیگار) هدف بندی شده حال آنکه در تهران مهمترین هدف پروژه شهر سالم می تواند مسأله آلودگی هوا و طرحها و راه حل های مربوطه باشد.

متدولوژی (روش شناختی) پروژه شهر سالم
فاز تشخیص براساس تجزیه و تحلیل ریسک بهداشت هر شهر شامل نظرگاه های اجتماعی و زیست محیطی است. دسته بندی اصلی برای توصیف و تجزیه و تحلیل به شرح زیر است. [۱۳]

۱- بخش های زیست محیطی:

آب - خاک - هوا - زندگی گیاهان (plant life) - انرژی - مسکن و برنامه ریزی شهری - شاخص های اجتماعی و اقتصادی

۲- تجزیه و تحلیل شاخص های منفی بهداشت و سلامتی: میزان مرگ و میر - میزان بیماری

۳- تجزیه و تحلیل «ادراک شهر» که قدمی برای شناخت درجه تطابق ساکنین با شهر خودشان است شامل: ادراک کلی شهر- ارتباط پویا بین بخش های مختلف شهری (integration in the city)- ادراک مشاورین مدیریت شهری - فضا های عمومی در شهر- بدبینی اجتماعی

۴- محیطی که ارتباط نزدیک با اشخاص و گروه های انفرادی دارد:

خانه - خانواده - روابط شخصی - کار- شخصیت
۵- فاکتورهای خطر مرتبط با رفتار که شیوه زندگی افراد بعنوان یک مخاطره بهداشتی برای ایشان ملاک می باشد:
داروها - الکل - سیگار- غذا- درک بهداشت
۶- وقت فراغت و اوقات آزاد که مربوط به میزان وقت آزاد قابل دسترس و نحوه استفاده از آن می شود شامل:

اوقات فراغت فعال، غیرفعال، معنوی و اجتماعی
۷- نیازهایی که براساس آنها می توان نقطه نظرات مردم را تعیین کرد:
محیطی - برنامه ریزی شهری - فضا های عمومی - فرهنگی و اجتماعی

برنامه ریزی عملی زنجیره های شهرها

Multy City Action Plan (M.C.A.P)

همانگونه که شهرها به تنهایی برای پروژه شهر سالم فعالیت می کنند، برنامه ریزی عملی زنجیره های شهرها آنها را قادر می سازد تا در تجربه های یکدیگر سهیم شده و تخصص خود را در نواحی مورد نظر گسترش دهند و در واقع نمونه و منبعی برای شهرهای دیگر چه در داخل و چه در خارج از پروژه شهرهای سالم سازمان بهداشت جهانی شوند. [۱۴]
هدف هر M.C.A.P تشویق و ترغیب خلاقیت ها برای بهداشت و تندرستی در سطوح محلی است.

برنامه ریزی عملی زنجیره های شهرها در نظر ندارد که پروژه فقط توسط افراد پروژه در شهر اداره گردد، بلکه از نماینده ها و گروه های دیگر کمک گرفته و این کار باعث می گردد رابطه ای عمیقتر و وسیعتر بین دفاتر پروژه نماینده های وابسته در هر شهر برقرار شود.

مقاصد و دیدگاه های برنامه ریزی عملی زنجیره های شهرها

درواقع برنامه ریزی عملی زنجیره های شهرها دست آورد کنفرانس بلفاست در سال ۱۹۸۹ بود.
در این کنفرانس برای شهرهای عضو M.C.A.P موارد زیر منظور شد.

- ۱- مشارکت های تدوین شده حول محورهای بهداشتی و محیط زیستی باشد.
- ۲- شهرهای همکار می توانند مشروعیت سیاسی و قانونی خود را از حمایت سایر شهرها و رهبری بین المللی طرح به دست آورند. این مورد جدا از دانش و ایده هایی است که در آنها سهیم می شوند.
- ۳- شهرهای همکار از برنامه های بین المللی یا ملی یا خدمات مشاوره ای و منابع و رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی نیز برخوردار می شوند.

۴- هر M.C.A.P دارای استراتژی‌هایی است که از عملی شدن آنها در سطوح محلی و ملی و بین‌المللی حمایت می‌کند.

هر گروه شهری برای برنامه‌های مشترک خاصی فعالیت می‌کند. بعنوان مثال شهر ترکو Turku، برنامه‌ریزی عملی شهرهای حوزه بالتیک را با هدف محیط زیست و بهداشت که میدان و فضای مناسب و وسیع برای همکاری همگانی در ناحیه دارد ترغیب نمود.

در هر حال پیشرفت اهداف برنامه‌ریزی عملی زنجیره‌های شهرها بستگی به تحلیل تخصصی مشکلات و بحث‌های هماهنگی و پیگیری مسائل توافق شده دارد.

باتوجه به مشکل اصلی برنامه‌ریزی عملی زنجیره‌ای شهرها در کشورهای در حال توسعه که همانا تامین منابع مالی می‌باشد، بعنوان اولین قدم می‌توان آن را در داخل هر کشور و بین شهرهای خود آن کشور ایجاد نمود.

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به رشد روزافزون جمعیت و شهرنشینی و نقش مخرب آن بر بهداشت انسانها و تخریب رو به تزاید محیط طبیعی از یک طرف و با عنایت به تجربیات جهانی و اقداماتی که در زمینه شهر سالم توسط سازمان بهداشت جهانی انجام شده از سوی دیگر، جهت ایجاد حرکتی پیوسته در سطح جهان، توصیه می‌شود که شهرهای بزرگ در پروژه‌های شهر سالم فعالانه مشارکت داشته باشند تا به صورت پروژه‌های مستقل و در شبکه‌های ملی و نیز در چارچوب برنامه‌ریزی عملی زنجیره‌ای شهرها و همکاری میان بخشی فیما بین اقشار کلی جامعه و ادارات و نهادهای مختلف به اهداف از پیش تعیین شده سالم سازی شهرشان نائل آمده، امکان یک زندگی سالم در محیط سالم را برای شهروندان خود تامین نمایند.

منابع

[۱] «بنیادهای شهرسازی مدرن»، تالیف لئوناردو بنه‌ولو،

ترجمه: مهدی کوثر، دانشگاه تهران، ۱۳۵۵.

[۲] «اسماعیل شیعه»، «مقدمه‌ای بر مبنای برنامه‌ریزی

شهری»، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۶۹

[3] Hancock, T. and Duhl, L: 1987, "Healthy cities: promoting health in the urban context", Copenhagen, WHO, Europe.

[4] Berry, Brian J. and Kasarada, John D. (1977). "Contemporary urban Ecology", New York, McMillan Publishing.

[5] Lynch, Kevin (1981). "A theory of good city form", Cambridge MA, The MIT Press.

[6] United Nations, "World population prospects", "New York, 1990.

[7] Greer, Scott (1983), "Health care in American cities", Beverly Hills, Sage Publication.

[8] Ashton, J. (1988), "Healthy cities: concepts and vision", University of Liverpool.

[9] WHO EMR, (July 1992), "Technical discussions: the impact of urbanization on health".

[10] The World Health Organization, (1992), "Healthy cities project background information".

[11] Doxiadis, Constantine A. (1974), "Anthropolis: a city for human development." Athens, Athens Publishing Centre.

[12] World Health Organization, Regional Office for Europe, (1992) "Twenty steps for developing a healthy cities project".

[13] John Ashton, (1992). "Health cities", Open University Press.

[14] World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen (1992), The multi-city action plan on Baltic cities and indications.

[15] L. Di Sopra, (1968), "Teoria duale del processo urbano" Ed. Urbanistica Torino.

مطالعه تجربی پیرولیز سریع تایرهای مستعمل

منوچهر نیک‌آذر (استادیار)*

مرتضی سهرابی (استاد)*

محمدرضا جاجعلیگل (محقق ارشد)**

بهرام دبیر (دانشیار)*

* دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

** کارخانه فیلیپ موریس امریکا

چکیده:

در این مطالعه، نمونه‌های ۱۰ میلی‌گرمی تهیه شده از لاستیک مستعمل آسیاب شده خودرو با اندازه ذرات ۵۳-۶۳ میکرون، در یک راکتور از نوع Captive Sample Hot Screen با سرعت گرمادهی (heating rate) 500 C/s در محیط هلیوم به فشار یک اتمسفر و در گستره دماهای پیشینه (peak temperatures) $372-842\text{ C}$ پیرولیز شده است. میزان زغال char (مواد جامد باقیمانده)، قطران tar (مواد قابل میعان) و گازهای حاصل در هر آزمایش اندازه‌گیری شده‌اند. به علاوه جرم ملکولی متوسط قطران در هر آزمایش به کمک تجزیه GPC تعیین شده است.

Experimental Studies on the Flash Pyrolysis of Used Tires

M. Nikazar*

M. Sohrabi*

Assist. Prof.

Professor

M. R. Hajaligol**

B. Dabir*

Senior Research Fellow

Associate Prof.

* Chemical. Eng. Dept Amirkabir Univ. of Tech.

** Philip Morris Co.

ABSTRACT:

In the present study, some 10 mg samples of milled used tires consisting of particles with average size of 53-63 microns were pyrolyzed in helium atmosphere using a Captive Sample Hot Screen Reactor with a heating rate of 500 C/s . Helium pressure was 100 kPa and the peak temperatures were in the range of $372-842\text{ C}$. The degree of formation of char (solid residue), tar (condensable materials) and gases were determined in each run. Also, the average molecular weight of tar was measured by GPC analysis technique.

عایق‌بندی کابلها و لوله‌ها و محصولات لاستیکی و... موارد

۱- مقدمه

استفاده شایانی دارند. [۱]

همچنین امروزه به علت گسترش استفاده از لاستیک در بخشهای مختلف صنعت و بخصوص چرخهای اتومبیلها ضایعات و میزان لاستیکهای فرسوده رو به فزونی گذاشته

رفتار انواع پلیمرها مثل پلی اتیلن یا پلی استایرین در پیرولیز و احتراق اهمیت بسیار ویژه‌ای دارد. این پلیمرها از انواع پلیمرهای تجارتي بسیار متداول بوده و در ساخت (Packaging Films) و صفحات (Sheets) و (Containers) و

است.

اقدام ضایعاتی لاستیکها و پلاستیکها به شدت محیط زیست را آلوده می‌سازند، به همین دلیل یافتن راه حلی جهت استفاده بهینه از این ضایعات و یا بازیافت آنها، به طوریکه مغایرتی با قوانین حفظ محیط زیست نداشته باشد از نیازهای مبرم بشری است.

یکی از فرآیندهای مهم حرارتی جهت رفع مشکل فوق می‌تواند عمل پیرولیز باشد. پیرولیز در عمل به تخریب حرارتی (Thermal Degradation) مواد در غیاب اکسیژن اطلاق می‌شود. در حین این عمل مواد در اثر اعمال حرارت تخریب گشته و در نهایت مقداری مواد جامد (Char) و مقداری مواد فرار قابل کندانس شدن (Condensable Products) و مقداری نیز گازهای سبک حاصل می‌شود. نوع و میزان مواد حاصله تابع نوع مواد اولیه و نیز شرایط عمل می‌باشند. پارامترهای موثر در عمل پیرولیز را می‌توان به طور کلی به صورت زیر خلاصه نمود: [۲]

۱- نوع مواد پیرولیز شونده

۲- دمای پیک

۳- شدت حرارت دهی

۴- زمان اقامت نمونه در دمای پیک

۵- فشار

۶- اندازه ذرات

۷- محیط و آتمسفر راکتور پیرولیز

در این تحقیق لاستیک مستعمل اتومبیل به عنوان ماده اولیه انتخاب شده و اثر دمای پیک در شدت حرارت دهی 500°C/s روی میزان محصولات حاصله و جرم ملکولی قطرانهای حاصله مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- شرح آزمایشات

نمونه مورد آزمایش ذرات ۶۳-۵۳ میکرونی لاستیک مستعمل اتومبیل می‌باشد. دستگاه مورد استفاده در این تحقیق راکتوری از نوع Captive Sample Hot Screen

(راکتوری سربسته با توری داغ) می‌باشد که اولین بار توسط [Anthony ۲] در سال ۱۹۷۴ ساخته شده است سپس با انجام اصلاحاتی توسط محققین بسیاری در پیرولیز سلولز [۴] و لیگنین و چوب [۲ و ۵] و زغال سنگ [۶] و پلیمرها [۱] استفاده شده است. شمای کلی راکتور مورد استفاده در این تحقیق که دارای اصلاحاتی خاص [۲] می‌باشد در شکل (۱) نشان داده شده است. راکتور یک استوانه شیشه‌ای ضخیم از جنس Corning Pyrex با قطر داخلی $7/7\text{ Cm}$ و ارتفاع $15/3$ سانتی متر است که توسط دو واشر تفلونی و دو درپوش فولادی از بالا و پائین محکم بسته می‌شود.

در وسط یک توری فولادی (۴۰۰ مش) از قبل توزین شده به ابعاد 8×6 سانتی متر نمونه مورد آزمایش یا وزن کمتر از 10 mg به صورت یک لایه تقریباً تک ذره‌ای قرار گرفته، یک طرف توری روی نمونه تا خورده و قبل از تا کردن طرف دیگر یک ترموکوپل بسیار ظریف از نوع K (کرومل-آلومل) با ریسپانس سریع (Fast Response) در بین آن قرار داده می‌شود (شکل ۲).

توری حاوی نمونه و ترموکوپل بین دو الکتروود برنجی که از درپوش بالای راکتور آویزان است قرار گرفته و توسط پیچهایی محکم می‌شود. اطلاعات حاصله از ترموکوپل از طریق یک (Temperature Logger) به کامپیوتر منتقل گشته و دما به طور هم‌زمان در طول آزمایش روی صفحه کامپیوتر نمایش داده می‌شود. دماهای اندازه‌گیری شده با سرعت 500°C/s در کامپیوتر ضبط می‌گردد (Time-Temp. History).

در کف راکتور یک فویل آلومینیومی گذارده و تنها مجرای خروجی آن توسط یک عدد کاغذ صافی که در وسط یک مهره روی مجرا محکم می‌شود مسدود می‌گردد. این سیستم با استفاده از ۲ عدد باتری اتومبیل قادر است با عبور جریان از میان توری آن را با شدت 15000°C/s - 100 گرم نماید.

قبل از انجام آزمایش گازهای داخل راکتور چندین بار تخلیه و با گاز هلیوم پر می‌شود. با انتخاب شدت حرارت

دهی دلخواه و از زمان حرارت دهی یا زدن کلید دستگاه، با عبور شعله‌ها لجریان معلوم از توری، توری داغ شده و پس از رسیدن به دمای آبی که مغزین جریان به طور اتماتیک قطع شده و توری آلوده می‌شود، توسط مکانیزم (Natural Cooling) از طریق مکانیزمهای اتماتیک و جابجایی طبیعی سرد می‌شود، یک نمونه از متغیرهای دما و زمان با شدت حرارت دهی (C/S) ۵۰ و دمای پیک (۵۶۰C) در شکل (۳) نشان داده شده است. پس از اتمام حرارت دهی، ملامت اینم ساعت زمان داده می‌شود، تا محصول (تافت) حاصله کندانس شده سپس گازهای داخل راکتور با گاز هلیوم بیرون زانده می‌شود. گازها از کاغذ صافلی که از راکتور عبور کرده و از کندانسور یخ و الکل (در ۵C) عبور می‌نمایند. قطرانهای سبک کندانس نشده در این کندانسور حاوی ذرات شیشه‌ای ریز (Glass Beads) کندانس شده و گازهای غیر قابل کندانس شدن به اتمسفر تخلیه می‌شوند. این گازها را می‌توان به عنوان گازهای باقیمانده (با) ذغال: زغال در بین توری باقیمانده، با توزین دقیق (با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم) توری قبیل و بعد از آزمایش میزان آن تعیین می‌شود. با استفاده از این روش، گازهای باقیمانده (با) قطران (Tar) به قسمت عمده قطران روی فویل آلومینیومی که کف راکتور کندانس می‌شود، اتمسفری بی‌روح، کینه لسطوح داخلی و الکترون و الکترودهای یونجی و مابقی نیز روی کاغذ صافی، مجرای خروجی راکتور می‌ماند. قطران موجود روی کاغذ صافی در حلال متانول توسط دستمال کاغذی توزین شده آغشته به حلال متانول است (۷/۱:۷/۲) شستشو داده می‌شود، مجموع اضافه‌ها و فویل آلومینیومی و دستمال کاغذی پس از تجزیه حلال و کاغذ صافی، میزان قطران را مشخص می‌نمایند. در این روش، ملامت اینم ساعت و توزین گازهای (Light Tar یا Light oils): این روش نشان می‌دهد که از شستشوی محتویات کندانسور با حلال فوق‌الذکر و تجزیه حلال بدست می‌آید. مجموع گازها و قطران و روغنهای سبک به تمام محصولات قابل میعان (Condensable Pro.) نامیده

می‌شود.

میزان گازها، نیز از اختلاف وزن نمونه اولیه و محصولات محصولات فوق حاصل می‌شود. جهت تعیین جرم ملکولی قطران حاصله نیز، فویل آلومینیومی حاوی قطران در میزن، مشخص حلال THF قرار داده شده و پس از حل شدن قطران آن، محلول حاصله به دستگاه GPC تزریق می‌شود. GPC مورد استفاده از نوع (Perkin Elmer 10 LC) یا دکتور I-C95, uv/Visible Spectrophotometer با طول موج ۲۵۴ نانومتر با سه بیستون حاوی پلی استایرن با میانگین ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ آنگستروم به طور سری بوده است. دبی حلال ۱ cc/min انتخاب شده است. یک نمونه از کروماتوگرامهای حاصله از آنالیز قطران در شکل (۴) نشان داده شده است.

۳- نتایج

نتایج حاصله از میزان محصولات بدست آمده (زغال و قطران - گازها) بر حسب دماهای پیک مختلف در شکل (۵) آورده شده است. این شکل نشان می‌دهد که تجزیه حرارتی لاستیک از دمای ۳۵۰C شروع شده و در دمای ۴۲۰C تسریع گشته و در دمای حدود ۶۲۰C کامل می‌گردد، و در دمای بالاتر از ۷۰۰C با میزان ۳۹٪ زغال تقریباً بی‌تغییر می‌ماند. میزان مواد قابل میعان (Condensable Pro.) با افزایش دمای پیک تا ۶۵۰C افزایش می‌یابد، ولی این افزایش در دماهای کمتر از ۵۳۰C میزان محصولات قابل میعان با شدت کمتری افزایش یافته و در حله ده دمای ۵۳۰C تا ۶۵۰C میزان افزایش قطران زیاد می‌شود. در دماهای بیش از ۶۵۰C میزان قطران تقریباً به میزان ۲۶-۲۷٪ ثابت می‌ماند. بررسی اوزان ملکولی متوسط محصولات قابل میعان در شکل (۶) نشان داده شده است. این منحنی نشان می‌دهد که اجزاء سبک موجود در این محصولات (M_n) با افزایش دمای پیک تقریباً ثابت می‌مانند ولی M_w و M_v یعنی اجزاء سنگین تر موجود در این محصولات در دماهای پیک بالاتر از

1990.

[2] Nikazar, M. "Pyrolysis of Wood," Ph.D. Thesis, Amirkabir Univ. IRAN, 1993.

[3] Anthony, D.B. "Rapid Devolatilization and Hydrogasification of Pulverized Coal," Ph.D. Thesis MIT, USA, 1974.

[4] Hajaligol, M.R. "Rapid Pyrolysis of Cellulose," Ph.D. Thesis, MIT, USA, 1980.

[5] Nunn, T.R. "Rapid Pyrolysis of Sweet Gum Wood and Milled Wood Lignin," MS. Thesis, MIT, USA, 1981.

[6] Oh, M.S. "Softening Coal Pyrolysis," Sc.D. Thesis, MIT, USA, 1985.

۶۵۰°C کاهش نشان می دهند و این به علت کراکینگ و واکنشهای ثانویه (Secondary Reaction) این اجزاء در دماهای بالاتر است.

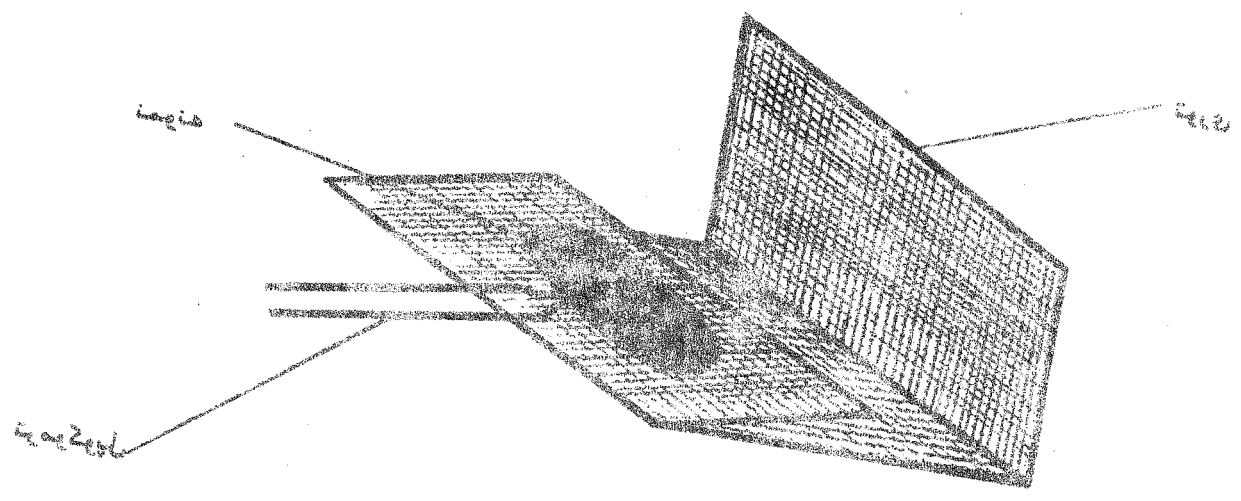
میزان گازها نیز مطابق شکل (۵) با افزایش دمای پیک افزایش یافته و در دماهای پیک بالاتر از ۵۸۰°C تقریباً ثابت می ماند.

تحقیقات جهت یافتن کراکینگ واکنشهای انجام شده و همچنین آنالیز گازها و مواد قابل میعان حاصله در دست انجام است که در مقالات آینده نتایج آن ارائه خواهد شد.

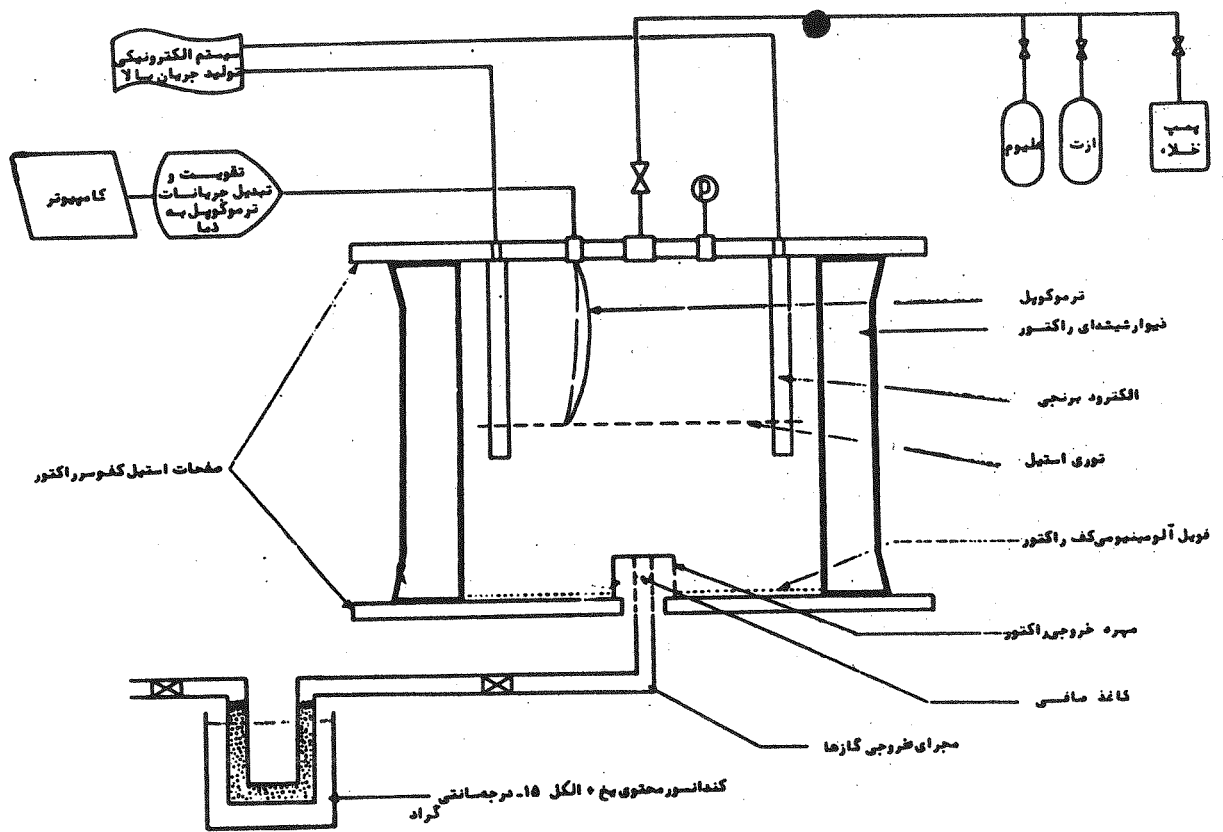
منابع

[1] Darivakis, G.S.; Howard, J.B.; Peters, W.A. "Release Rates of Condensables and Total Volatiles from Rapid Devolatilization of Polyethylene and Polystyrene," Comb. Sci. & Tech. vol. 74, p 267-281,

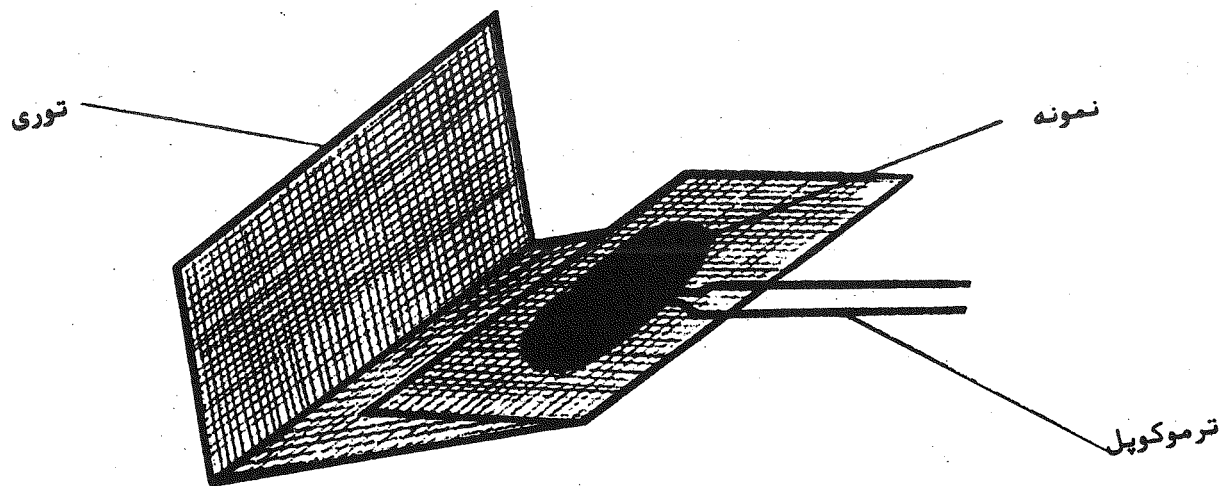
نمای تقصید و پخشانی پلازما (۱) رانش



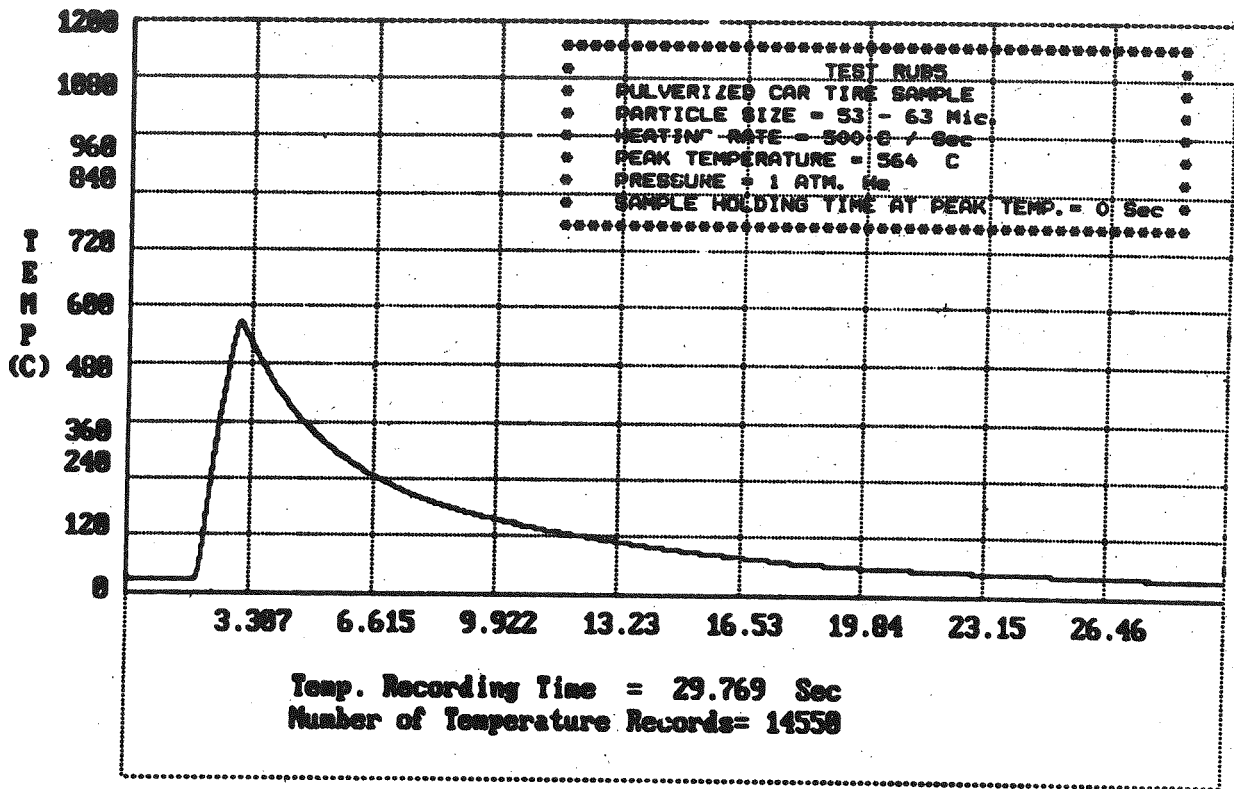
رنگ لایه ریشه در پلازما، طریقه دانه های پلازما (۷) رانش



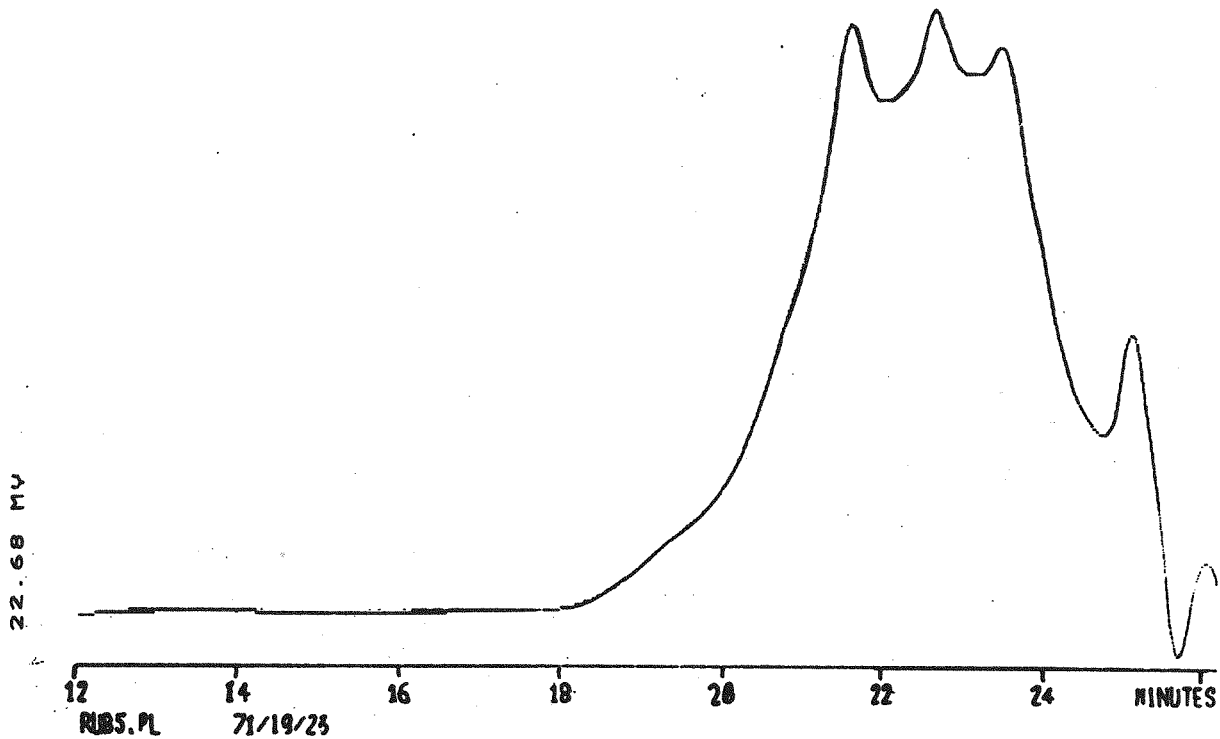
شکل (۱) شمای کلی راکتور و ملحقات آن



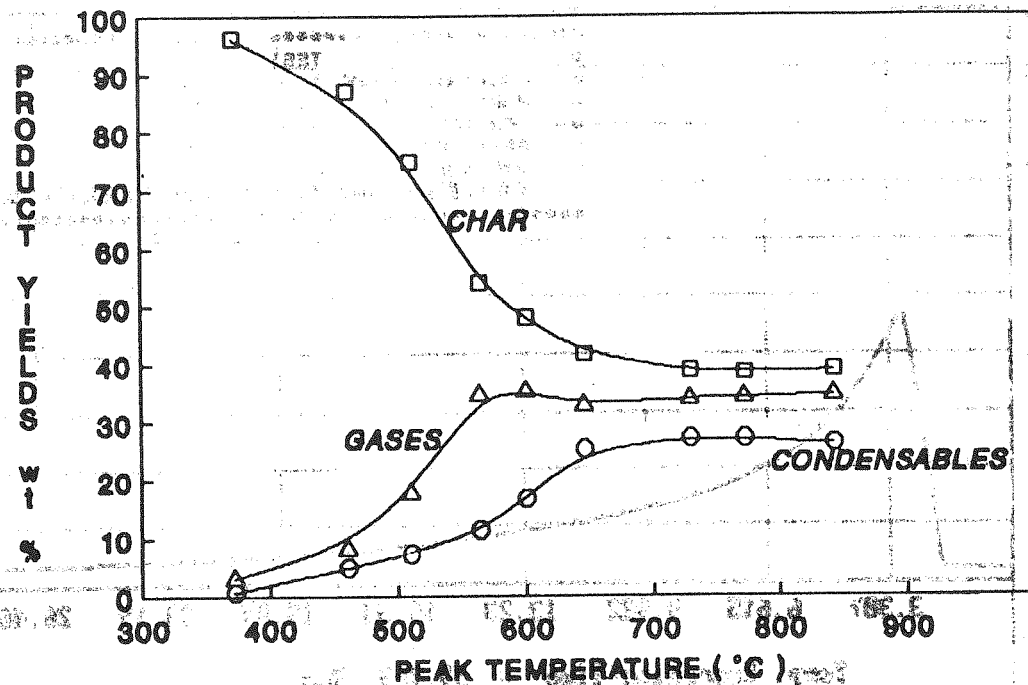
شکل (۲) نحوه قراردادن نمونه و ترموکوپل در توری فولادی



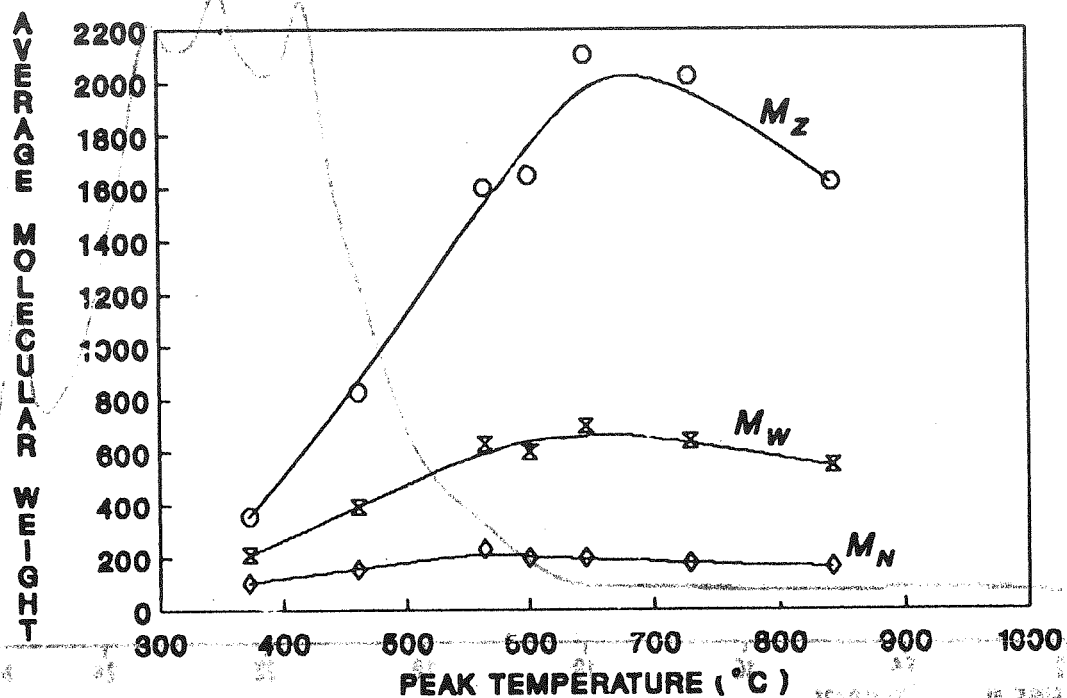
• شکل (۳) منحنی دما-زمان برای دمای پیک ۵۶۴ درجه سانتی گراد



شکل (۴) یک نمونه کروماتوگرام GPC



شکل (۵) میزان محصولات به دست آمده بر حسب دمای پیک



شکل (۶) جرم مولکولی های متوسط قطران بر حسب دمای پیک

تهیه منحنیهای طراحی اسکله‌های سپر فولادی

علی خدائی

چکیده:

به منظور امکان ارائه منحنیهای قابل استفاده در طراحی‌های مقدماتی اسکله‌های سپر فولادی، با استفاده از شرایط جوی و هیدرولیکی بندر سوزا و فرض دو نوع اصلی مصالح بستر، اسکله‌هایی از نوع سپر فولادی برای شرایط مختلف بارگذاری و انواع گشتی طرح، محاسبه شده است. سپس منحنیهای طراحی که می‌توان به کمک آنها بر حسب میزان آبخور گشتی، طول سپر، حداکثر لنگر در سپر و سطح مقطع میل مهار را به دست آورد تهیه و ارائه شده است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که اولاً، سپرهای فولادی را نمی‌توان در خاکهای چسبنده نرم به کار برد. ثانیاً، تأثیر کاهش طول سپر در اثر افزایش زاویه اصطکاک داخلی خاک بیش از تأثیر افزایش چسبندگی می‌باشد، به طوری که در شرایط بارگذاری یکسان، در اثر افزایش هر ۵ درجه به زاویه اصطکاک داخلی لنگر ماکزیمم سپر بین ۳۶٪ تا ۴۶٪ و از سطح مقطع میل مهار ۲۵ تا ۳۵٪ کاسته می‌شود.

Design Charts for Piers on Sheet Piles

Ali Khodaii,

Assist. Professor of Civil

Eng. Dept. Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT:

Fundamental role of transportation in general and sea transportation in particular, and possibility of using vast resources of protein available, at southern ports of our country, highlights the potential importance of on shore construction such as ports and piers.

To obtain preliminary design charts for initial comparison of different method of constuction, a number of piers on sheet piles were designed. For the purpose of this design, soil mechanic and environmental conditions of Soza port was assumed to be prevailing. Based on length of emerged piles and weight catagory of the boats, length, maximum beding moment of sheet piles and the cross section of anchor bolts were calculated. To obtain more general design charts, effect of soil bed condition and cross section of sheet piles were also considered. These charts may be used for initial comparison of different types of piers.

دریائی را برای ما دو چندان کرده است. در این راستا به منظور امکان ارائه منحنیهای قابل استفاده در طراحیهای مقدماتی اسکله‌های سپر فولادی، با استفاده از شرایط جوی و هیدرولیکی بندر سوزا و فرض دو نوع اصلی مصالح بستر،

اتاقمقدمه
بخشی از نیازمندیهای غذایی کشورمان از دریا، اهمیت آشنائی هرچه بیشتر با صنعت احداث سازه‌های ساحلی و

اسکله‌هایی از نوع سپر فولادی برای شرایط مختلف بارگذاری و انواع کشتی طرح، محاسبه شده است. سپس منحنیهای طراحی که می‌توان به کمک آنها برحسب میزان آب‌خور کشتی، طول سپر، حداکثر لنگر در سپر و سطح مقطع میل مهار را بدست آورد تهیه و ارائه شده است. در مقایسه نتایج حاصله تاثیر جنس خاک بستر بر طول و سطح مقطع سپر و میل مهار نیز بررسی شده و نتایج استنتاج شده ارائه گردیده است.

۲- مبانی بررسیهای انجام شده

باتوجه به اینکه ساخت اسکله‌ها و بنادر کوچک، یکی از نیازهای اجتماعی- اقتصادی کشور ماست لذا در بررسیهای انجام شده طراحی اسکله‌های با آب‌خور کم تا متوسط که قابلیت پهلودمی لنج‌ها تا کشتیهای کوچک را داشته باشند مورد توجه قرار گرفت. در این راستا دو نوع لنج ۶۰ و ۲۰ تنی و دو نوع کشتی ۱۰۰۰ و ۲۵۰۰ تنی به عنوان کشتی طرح برای آنالیز و طراحی در نظر گرفته شد. آب نشین این کشتیها به ترتیب ۲/۵، ۳/۵، ۵ و ۶ متر در نظر گرفته شده است. از آنجا که کشتیهای کوچک امکان پهلوگیری در کنار اسکله را در آب آزاد ندارند (زیرا امواج با ارتفاع نسبتاً کم نیز مانع انجام عملیات تخلیه و بارگیری این قبیل کشتیها می‌شود)، لذا فرض شده است که این اسکله‌ها در پناه موج شکن و یا در داخل خورهای طبیعی که سطح آب آنها آرام است قرار دارند.

متوسط جذر و مد (حد فاصل MHHW و MLLW) در اینجا ۲/۵ متر در نظر گرفته شده است (در سواحل خلیج فارس و دریای عمان این مقدار ۲ تا ۳ متر است). باتوجه به اینکه غالب بنداری که برای سرویس دهی به شناورهای ۶۰ تا ۲۵۰۰ تنی طراحی می‌شوند؛ بنادر صیادی و کوچک هستند، لذا آب‌خور پای اسکله برای کشتیهای فوق‌الذکر در MLLW، ۲/۵، ۳/۵، ۵ و ۶ متر در نظر گرفته شده است. به عبارت دیگر فرض بر این است که اسکله در روزهایی که آب

در پایین‌تر از حد MLLW قرار دارد، از آب‌خور کافی برخوردار نیست و کشتی طرح در این روزها تنها در وضعیت مد می‌تواند وارد محوطه بندرگاه شده و در کنار اسکله پهلو بگیرد. از آنجا که تعداد روزهایی که آب به پائین‌ترین حد جزر LLLW می‌رسد، زیاد نیست و علاوه بر این در این موارد نیز لنجها و کشتیهای کوچکتر می‌توانند به آسانی از محوطه بندرگاه و اسکله استفاده نمایند، لذا این فرض موجب کم شدن ارتفاع اسکله و کاهش هزینه پروژه خواهد شد.

به منظور امکان بررسی تاثیر نوع خاک در اینگونه اسکله‌ها جنس خاک بستر دریا در شش حالت مختلف زیر در نظر گرفته شده است:

خاک دانه‌ای سست (Loose) با زاویه اصطکاک داخلی حد اقل $\phi = 25$ درجه

خاک دانه‌ای متوسط (Medium) با زاویه اصطکاک داخلی حد اقل $\phi = 30$ درجه

خاک دانه‌ای متراکم (Dense) با زاویه اصطکاک داخلی حد اقل $\phi = 35$ درجه

خاک چسبنده شل (Soft) با حد اقل چسبندگی $c = 2/5 \text{ T/m}^2$

خاک متوسط (Medium) با حد اقل چسبندگی $c = 5 \text{ T/m}^2$

خاک سفت (Stiff) با حد اقل چسبندگی $c = 10 \text{ T/m}^2$

حالات ترکیبی و یا خاک غیر بکنواخت در بررسیهای انجام شده در نظر گرفته نشده‌اند. نظیر تسهیلات تخلیه و بارگیری جبرئیل بر روی اسکله‌های کوچک نصب نمی‌گردند، لذا بار زنده بر روی اسکله در دو حالت با بار گسترده ۱/۵ و ۳ تن بر مترمربع فرض شده است.

طرح جامع بنادر ایران [۱] برای بنادر کوچک خلیج فارس، حد اقل ارتفاع اسکله را یک متر بالاتر از MHHW توصیه نموده است. براساس استاندارد دریایی ژاپن [۲] حد اقل ارتفاع اسکله‌های کوچک را می‌توان ۰/۵ متر بالاتر از HHW در نظر گرفت.

آمار نشان می‌دهد [۱] اختلاف ارتفاع بین متوسط جزر و

۳-۱- بارگذاری

بار زنده روی سطح اسکله در دو حالت ۱/۵ و ۳ تن بر مترمربع در نظر گرفته شده است. اثر ضربه کشتی بر حسب تناژ کشتی طرح به شرح زیر محاسبه شده‌اند:

کشتی Ton	F Ton
۶۰	۱۰
۲۰۰	۱۰
۱۰۰۰	۱۰
۲۵۰۰	۱۲

نیروی زلزله در اسکله‌های سپرکوبی به شکل ازدیاد فشار خاک اکتیو و پاسیو بر روی سپر در نظر گرفته می‌شود. مساله تغییرات فشار خاک در اثر زلزله هنوز به طور کامل حل نشده و امروزه بیشتر از تئوری اوکابه - مونونوبه [۳] جهت بررسی این مساله استفاده می‌کنند. تئوری این دو نیز بر مبنای تئوری فشارخاک کولمب است که اصلاحاتی باتوجه به شتاب زلزله روی آن به عمل آمده است. باتوجه به اینکه در هنگام زلزله، تنشهای مجاز محاسبات رami توان ۳۳ درصد افزایش داد، لذا اثر زلزله در اسکله‌های سپرکوبی در نظر گرفته نشده است.

۳-۲- اسکله‌های سپری در خاک چسبنده

برای خاک دانه‌ای پشت سپر مشخصات زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$K_a = 0.333, \quad K_p = 3 \quad \rightarrow \quad \phi = 30^\circ$$

$$\gamma^1 = 1 \text{ T/m}^3, \quad \gamma^{\text{sat}} = 2 \text{ T/m}^3, \quad \gamma = 1/8 \text{ T/m}^3 = \text{مرطوب } \gamma$$

از اصطکاک بین دیوار فلزی و خاک صرف نظر شده است ($\delta = 0$) این فرض در جهت اطمینان بیشتر است، معهداً فرض $\delta = \frac{2}{3}\phi$ نیز متداول است. باتوجه به رفتار خزشی خاک رس و امکان جداشدن آن از دیوار، چسبندگی خاک و دیوار (adhesion) در محاسبات منظور نشده است.

همانطور که گفته شد برای تحلیل دیوار در خاک چسبنده از روش انتهایی آزاد استفاده شده است، یعنی انتهایی دیوار

متوسط مد در سواحل خلیج فارس و دریای عمان بین ۲ تا ۳ متر است، لذا در این مطالعات تغییرات سطح آب، مابین متوسط جزر و متوسط مد ۲/۵ متر در نظر گرفته شده و سطح عرشه اسکله یک متر بالاتر از MHHW فرض شده است. بنابراین ارتفاع اسکله در هر حالت برابر است با آب نشین کشتی طرح باضافه ۳/۵ متر.

با شش نوع خاک بستر دو اندازه بار زنده و چهار اندازه آبخور، مجموعاً ۴۸ اسکله مورد طراحی قرار گرفته و نتایج آنها با یکدیگر مقایسه شده است.

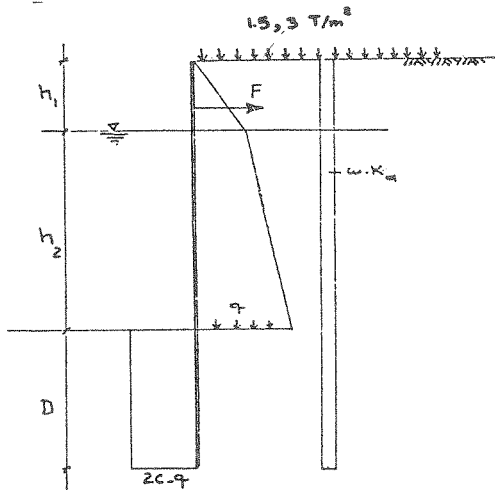
۳- تحلیل اسکله‌های سپر فولادی

طول و عرض اسکله‌ها به ترتیب ۱۲۰ و ۱۲ متر، ارتفاع اسکله‌ها نیز ۶، ۷، ۸/۵ و ۹/۵ متر در نظر گرفته شده است، که متناظر با آبخور ۲/۵، ۳/۵، ۵ و ۸ متر می‌باشد.

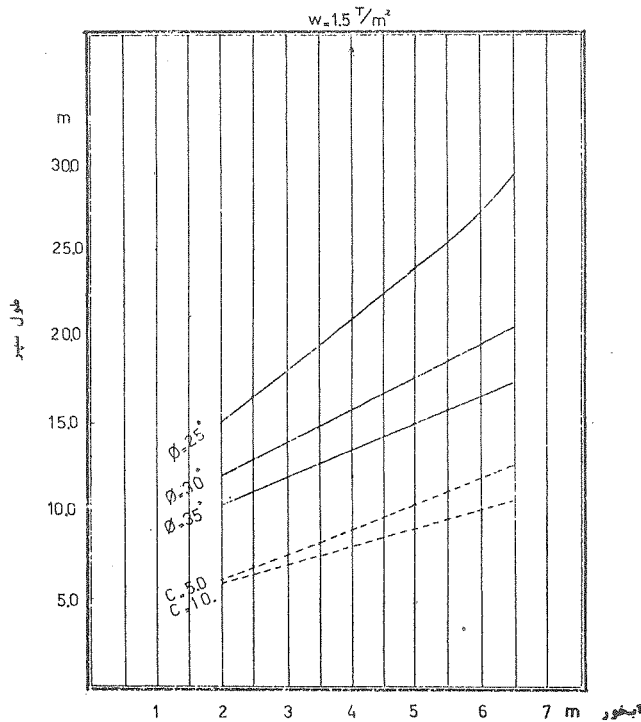
سپرها به وسیله یک سری مهار به بلوکهای بتونی مهار می‌شوند، زیرا کاربرد سپرهای طره‌ای در سازه‌های دریایی معمول نیست. پای سپر در خاک دانه‌ای گیردار فرض شده و مساله هیپرستاتیک به کمک فرضیات بلوم (Blum) در هر حالت حل شده است. در مورد خاکهای چسبنده در نظر گرفتن پای گیردار مجاز نیست (مگر در حالت رس سخت یا سفت) [۲]، لذا برای تحلیل سپرها در خاک چسبنده از روش انتهایی آزاد استفاده شده است که نتایج آن در جهت اطمینان است.

عکس‌العمل افقی خاک بستر دریا در خاک چسبنده در عمق، ثابت و در خاک دانه‌ای در عمق خطی در نظر گرفته شده است. فرض بر این است که پشت سپرها در خاک چسبنده برای ایجاد زهکشی کافی از خاک دانه‌ای (مخلوط درشت دانه رودخانه‌ای) انباشته شده است. در نتیجه تراز آب باقیمانده در پشت سپر اختلاف زیادی با سطح آب دریا نداشته و اضافه تنشی از بابت اختلاف سطح آب در دو طرف سپر در محاسبات منظور نشده است.

طول آن در ۱/۲ تا ۱/۵ و دیگری تقسیم پارامترهای مقاومتی خاک مثل C و Kp بر عدد ۲. در اینجا از روش اول استفاده شده و در تمامی حالات عمق مدفون سپر D، در ضریب اطمینان ۱/۴ ضرب شده است. طول سپر در دو نوع خاک چسبنده و بارزنده ۱/۵ T/m² در شکل (۲) و برای بار زنده ۳ T/m² در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل (۱) سپر فلزی در خاک چسبنده



شکل (۲) طول لازم سپر فولادی در خاکهای دانه‌ای و چسبنده
بارزنده = ۱/۵ T/m²

نمی‌تواند تغییر مکان دهد ولی دوران آن آزاد است. محل اتصال مهار به سپر می‌تواند در بالای سپر قرار داشته باشد، ولی بهتر است که مهار در عمق خاک قرار گیرد. این کار دو مزیت دارد اول آنکه لنگر خمشی در سپر فولادی کمتر شده و مدول مقطع کوچکتر مورد نیاز خواهد بود. (طرح اقتصادی تر می‌شود). دوم آنکه قراردادن بلوک بتونی در عمق موجب بسیج فشار پاسیو خاک شده و مهار کردن سپر را آسان خواهد کرد. از طرف دیگر نصب مهار در پایین تر از سطح آب مشکلات اجرایی به همراه دارد، لذا ابتدا چهار نوع مهار با چهار آب‌خور به صورت دستی حل گردید و محلهای مناسبتر مهار بررسی گردید. نتیجتاً محل سپر برای آب‌خور ۲/۵، ۳/۵، ۵ و ۶ متر به ترتیب ۱/۵، ۲/۵، ۳ و ۳ متر از سطح عرشه در نظر گرفته شد. برای تعیین عمق سپر در خاک ابتدا معادله تعادل لنگرها حول نقطه اثر مهار نوشته می‌شود.

$$\frac{\gamma h_1^2 \cdot k_a}{2} \left(\frac{2h_1}{3} - y \right) + \gamma h_1 \cdot k_a \cdot h_2 \left(\frac{h_2}{2} + h_1 - y \right) + \frac{\gamma' h_2^2 \cdot k'_a}{2} \left(\frac{2h_2}{3} + h_1 - y \right) - (2c - q) D \cdot \left(\frac{D}{2} + h_2 + h_1 - y \right) = 0$$

با تعیین D از این معادله و نوشتن تعادل نیروها در جهت افقی می‌توان نیروی مهار را بدست آورد.

$$F = \frac{\gamma h_1^2 k_a}{2} + \gamma \cdot h_1 \cdot k_a \cdot h_2 + \gamma' \cdot h_2^2 \cdot k_{a/2} - (2c - q) D + w k_a (h_1 + h_2) + (w - 2c) D$$

محل برش صفر (لنگر ماکزیمم) از این معادله بدست می‌آید:

$$F - \gamma h_1^2 k_{a/2} - w \cdot k_a \cdot h_1 - \gamma h_1 k_a \cdot x - \gamma' x^2 k'_{a/2} - w k'_a \cdot x = 0$$

با تعیین محل برش صفر می‌توان لنگر خمشی را جهت طراحی مقطع سپر از معادله زیر بدست آورد:

$$M = \frac{\gamma h_1^2 \cdot k_a}{2} \left(x + \frac{h_1}{3} \right) + \gamma h_1 k_a \frac{x^2}{2} + \gamma' x^3 \cdot k'_{a/6} + w k_a (h_1 + x^2) / 2 - F(x + h_1 - y)$$

برای اعمال ضریب اطمینان در تعیین عمق کلی سپر دو روش امکان‌پذیر است. اول از دیاد طول مدفون سپر با ضرب

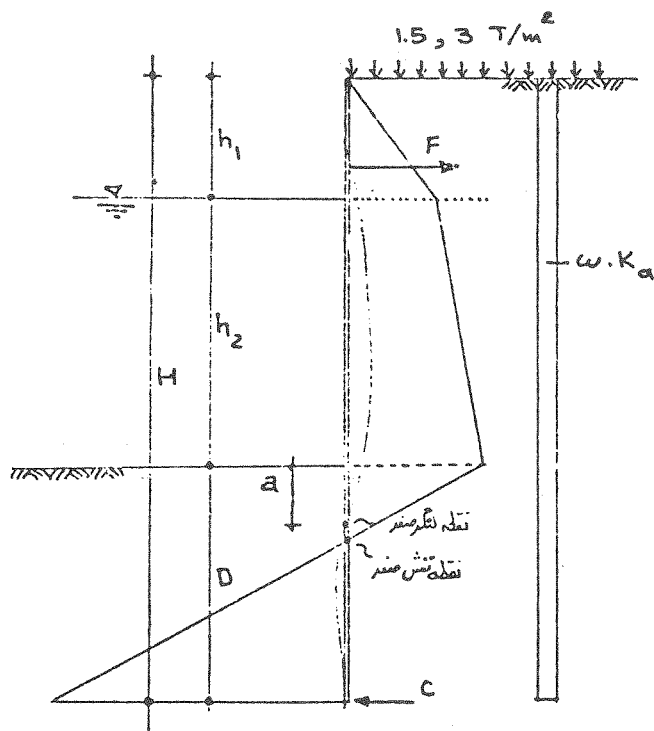
شدید K_p می‌گردد و با توجه به اینکه فشار پاسیو خاک عامل پایداری دیوار است، هرگونه افزایش در ضریب K_p باید با اطمینان کافی از وجود اصطکاک بین خاک و دیوار همراه باشد. تغییرات δ تاثیر شدیدی روی مقدار K_a ندارد.

از آنجا که در روش انتهای گیردار، سیستم نامعین است برای تعیین محل لنگر صفر و تبدیل آن به تیر ساده از فرضیات بلوم به شرح زیر استفاده شده است:

$$\phi = 25^\circ \longrightarrow a = 0.16 (h_1 + h_2)$$

$$\phi = 30^\circ \longrightarrow a = 0.08 (h_1 + h_2)$$

$$\phi = 35^\circ \longrightarrow a = 0.03 (h_1 + h_2)$$

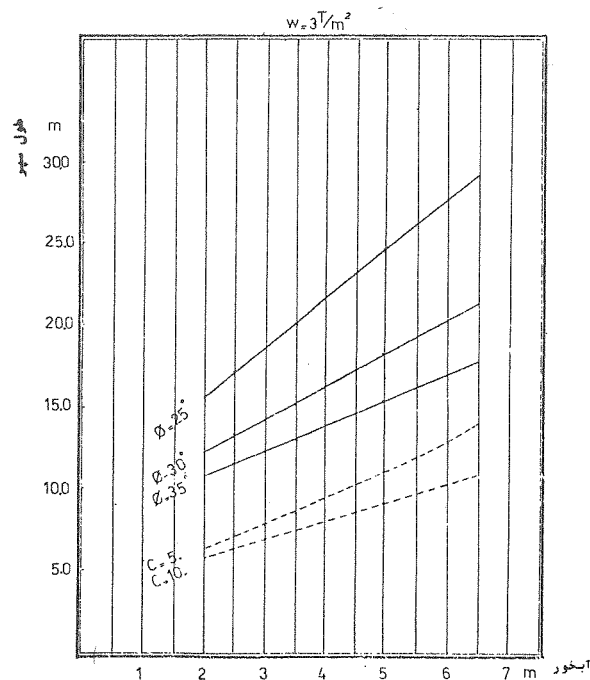


شکل (۴) سپر فلزی در خاک دانه‌ای

با داشتن a می‌توان ابتدا نیروی کشش مهار F را محاسبه نمود.

$$F = \left[\frac{\gamma h_1^2 k_a}{2} \left(\frac{h_1}{3} + h_2 + a \right) + \gamma h_1 k_a \left(\frac{h_2}{2} + a \right) h_2 + \frac{\gamma'}{2} h_2^2 k'_a \left(\frac{h_2}{3} + a \right) + \frac{x-a}{x} (\gamma h_1 k_a + \gamma' h_2 k'_a) \cdot \frac{a^2}{6} + (\gamma h_1 k_a + \gamma' h_2 k'_a) \frac{a^2}{3} + w(h_1 + h_2 + a)^2 k_{a2} \right] / Y$$

حال برای حل تیر تحتانی باید T را محاسبه نمود.



شکل (۳) طول لازم سپر فولادی در خاکهای دانه‌ای و چسبیده $w = 3 \text{ T/m}^2$ بارزنده

نتایج حاصل از محاسبات نشان داد که در هیچ یک از حالات سپر در خاک رس نرم $c = 2.5 \text{ T/m}^2$ پایدار نبوده و لذا توصیه می‌شود که از بکارگیری آن صرف‌نظر شود.

۳-۳- اسکله‌های سپری در خاک دانه‌ای

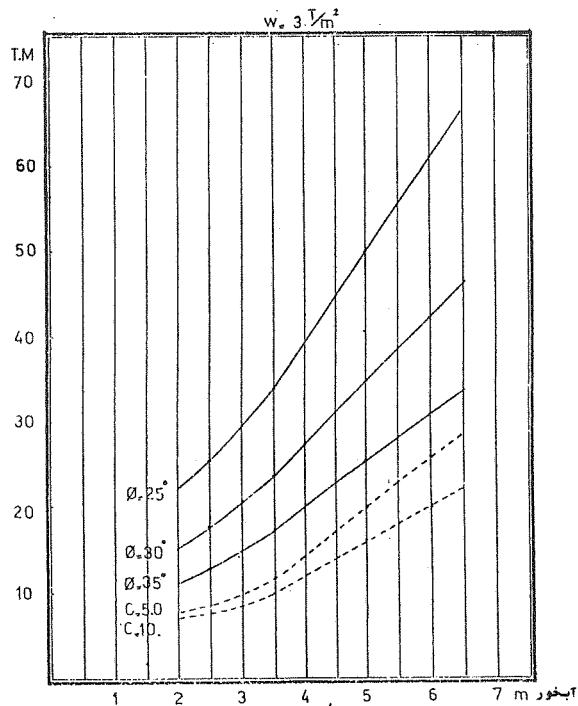
در تحلیل اسکله‌های سپر کوبی در خاک دانه‌ای از روش انتهای گیردار استفاده شده است. محل اتصال مهار به سپر مشابه خاک چسبیده در آبخورهای $2/5$ ، $3/5$ ، 5 و 6 متر به ترتیب $1/5$ ، 2 ، $2/5$ و 3 متر پایین تر از سطح عرشه در نظر گرفته شده است.

برای محاسبه K_a و K_p زاویه اصطکاک بین خاک و دیوار صفر در نظر گرفته شده است ($\delta = 0$). این فرض در جهت اطمینان است، زیرا تغییر کوچک در δ موجب افزایش

مشابه حالت خاک چسبیده، ضریب اطمینان به صورت اعمال ضریب ۱/۴ در طول مدفون سپر در نظر گرفته شده است. طول سپر در سه نوع خاک دانه‌ای و بار زنده T/m^2 ۱/۵ و T/m^2 ۳ محاسبه و به ترتیب در شکل‌های (۲ و ۳) نشان داده شده است. در حل سپرها از فرضیات زیر استفاده شده است:

$\phi = 25^\circ \rightarrow K_a = 0.406$ و $K_p = 2.46$ خاک دانه‌ای سست
 $\phi = 30^\circ \rightarrow K_a = 0.333$ و $K_p = 3.00$ خاک دانه‌ای متوسط
 $\phi = 35^\circ \rightarrow K_a = 0.271$ و $K_p = 3.69$ خاک دانه‌ای متراکم
 $\phi = \phi' \rightarrow K_a = K'_a$, $K_p = K'_p$
 $\gamma_{wet} = 1/8 T/m^3$, $\gamma_{sat} = 2 T/m^3$, $\gamma' = 1 T/m^3$

حداکثر لنگر در سپرها و سطح مقطع میله مهار در شرایط مختلف و با فرض $12000 \text{ kg/cm}^2 = \frac{1}{4} \times 24000$, $fa = \frac{1}{4} \times 24000 = 12000 \text{ kg/cm}^2$, $Py = 2400 \text{ Kg/cm}^2$ محاسبه و در شکل‌های ۵ تا ۸ نشان داده شده است:



شکل (۶) لنگر ماکزیمم سپر فولادی در خاک‌های دانه‌ای و چسبیده $T/m^2 = 3$ بارزنده

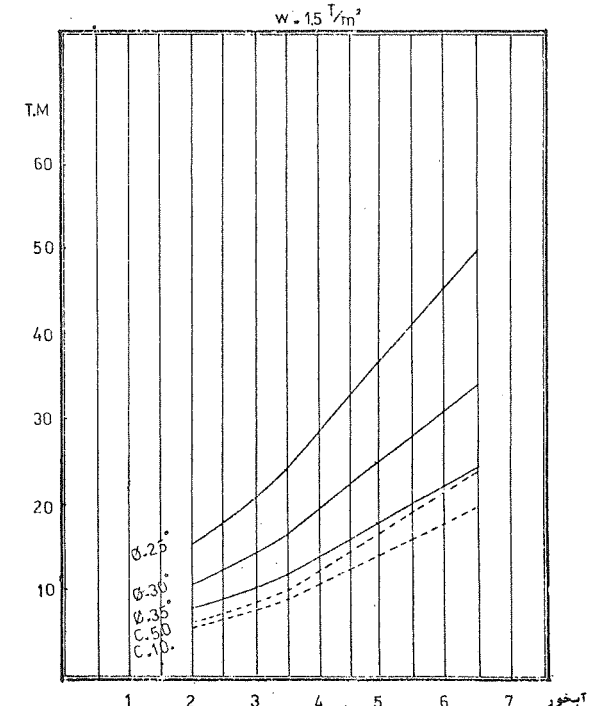
$T = [\frac{\gamma h_1^2 k_a}{2} + \gamma h_1 k_a h_2 + \gamma' h_2^2 k'_a + (\gamma h_1 k_a + \gamma' h_2 k'_a) (\frac{2x-a}{2} \cdot \frac{a}{2}) + w k_a (h_1 + h_2 + a)] - F$
 اگر نقطه گشتاور صفر را بر نقطه تنش صفر منطبق بدانیم، حل تیر تحتانی ساده‌تر می‌شود، زیرا توزیع تنشها مثلثی خواهد شد. علاوه بر این نیروی متمرکز C در پای سپر در این حالت مساوی 2T می‌شود که از اینجا می‌توان عمق گیرداری را تعیین نمود.

$$Z = \frac{6T}{(z+x) k_p - 6.3 k_a - h_2 k'_a - w k_a}$$

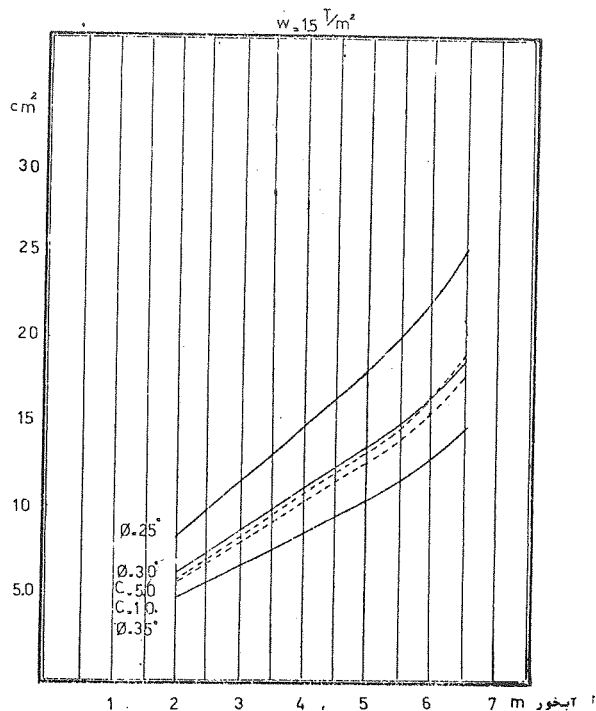
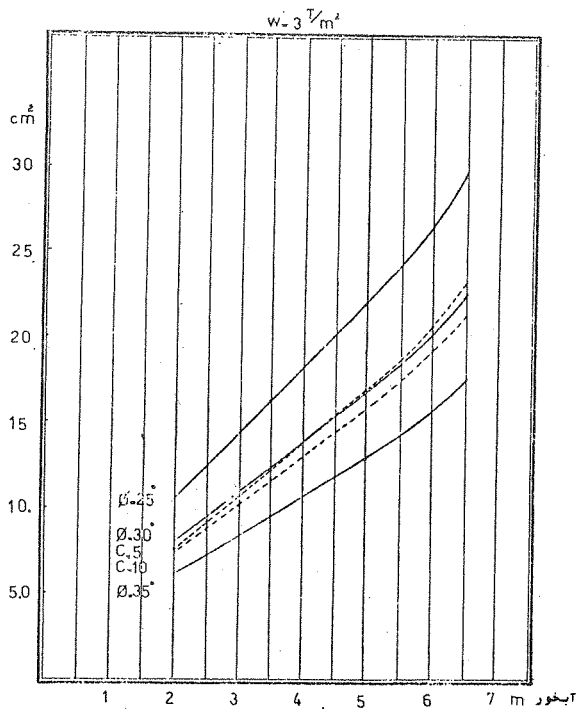
لنگر ماکزیمم در محل برش صفر در تیر فوقانی ایجاد می‌شود لذا ابتدا محل برش صفر و سپس لنگر خمشی ایجاد شده در سپر محاسبه می‌شود.

$$\gamma h_1 k_a \frac{h_1}{2} + \gamma h_1 k_a \cdot V + \gamma' \cdot V \cdot k'_a \frac{V}{2} + w \cdot k_a (h_1 + V) = F$$

$$M = \frac{\gamma h_1^2 k_a}{2} (V + \frac{h_1}{3}) + \gamma h_1 k_a \frac{V^2}{2} + \frac{\gamma' V^3 k'_a}{6} - F \cdot V + \frac{w k_a V^2}{2}$$



شکل (۵) لنگر ماکزیمم سپر فولادی در خاک‌های دانه‌ای و چسبیده $T/m^2 = 1.5$ بارزنده



شکل (۸) سطح مقطع میل مهار لازم در هر متر طول دیوار سپر فولادی 3 T/m^2 = بارزنده

شکل (۷) سطح مقطع میل مهار لازم در هر متر طول دیوار سپر فولادی $1/5 \text{ T/m}^2$ = بارزنده

متر استفاده نمود که این مقدار، آبخور غالب اسکله‌ها در بنادر صیادی را شامل می‌شود. اختلاف بین متوسط جزر و متوسط مد $2/5$ متر در نظر گرفته شده است. در سایر حالات که اختلاف جزر و مد بیشتر است، بازهم می‌توان از این منحینها استفاده کرد، ولی به همان میزان از آبخور مفید اسکله کاسته می‌شود.

براساس نتایج بدست آمده از شکل‌های فوق‌الذکر می‌توان گفت:

- ۱- سپر فولادی را نمی‌توان در خاک‌های چسبنده نرم با $C = 2/5 \text{ T/m}^2$ بکار برد، چون پایداری لازم را ندارد. کاربرد سپر فولادی در خاک‌های چسبنده با $C < 5 \text{ T/m}^2$ باید با احتیاط همراه باشد.
- ۲- در شرایط یکسان نوع خاک و میزان بار، طول لازم سپر با ازدیاد آبخور بصورت خطی افزایش می‌یابد.
- ۳- میزان کاهش طول سپر در اثر تراکم شدن خاک دانه‌ای

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از طراحی اسکله‌های سپر فولادی بصورت منحنی‌هائی در شکل‌های شماره ۲ تا ۷ آمده است. با مشخص شدن آبخور مورد نیاز در اسکله، طول کلی سپر، لنگر خمشی ماکزیمم و سطح مقطع میل مهار لازم را در خاک‌های دانه‌ای و چسبنده مختلف می‌توان از این منحینها بدست آورد.

در استفاده از منحینها باید به میزان بارزنده روی اسکله ($1/5$ یا 3 تن بر مترمربع) توجه داشت. در صورتی که بارزنده دیگری مد نظر است می‌توان از درون یابی interpolation خطی استفاده نمود.

محل اتصال میل مهار برای آبخورهای $2/5$ ، $3/5$ ، 5 و 6 متر به ترتیب $1/5$ ، 2 ، $2/5$ و 3 متر از سطح عرشه در نظر گرفته شده است. از اصطکاک بین خاک و سپر فلزی در جهت اطمینان صرف‌نظر شده است.

از نتایج حاصله می‌توان برای اسکله‌ها با آبخور 2 تا $6/5$

(افزایش ϕ) بیشتر از میزان کاهش طول سپر در اثر سفت تر شدن خاک چسبنده (افزایش C) است بعبارت دیگر طول سپر نسبت به نوع خاک دانه‌ای حساس تر از نوع خاک چسبنده می‌باشد.

۴- در یک نوع خاک دانه‌ای ثابت با افزایش بارزنده از ۱/۵ به ۳ تن بر مترمربع طول کلی سپر از ۱ تا ۵ درصد افزایش می‌یابد.

۵- در خاک چسبنده سفت طول سپر تقریباً مستقل از میزان بارزنده وارده است، ولی در خاک چسبنده متوسط یا ازدیاد بارزنده از ۱/۵ به ۳ تن بر مترمربع طول کلی سپر ۵ درصد افزایش می‌یابد.

۶- در شرایط یکسان بارزنده، هر ۵ درجه که به ϕ خاک دانه‌ای افزوده می‌شود بین ۳۶ تا ۴۶ درصد از لنگر ماکزیمم سپر کاسته می‌شود.

۷- در شرایط یکسان بارزنده، اگر چسبندگی خاک از $T/m^2 = 5C$ به ۱۰ افزایش یابد لنگر ماکزیمم سپر از ۱۳ تا ۲۸ درصد کاهش می‌یابد.

۸- در خاکهای دانه‌ای، افزایش بارزنده از ۱/۵ به ۳ تن بر مترمربع لنگر ماکزیمم را از ۳۴ تا ۴۳ درصد افزایش می‌دهد، ولی در خاکهای چسبنده افزایش لنگر در همین مورد از ۱۰ تا ۲۰ درصد تجاوز نمی‌نماید.

۹- در شرایط بارزنده ثابت، نوع خاک چسبنده تاثیر زیادی روی سطح مقطع لازم برای میل مهار ندارد و در اثر

کاهش چسبندگی از ۱۰ به ۵ تن بر مترمربع سطح مقطع میل مهار ۵ تا ۹ درصد افزایش پیدا می‌کند.

۱۰- در شرایط یکسان بارزنده، با کاهش هر ۵ درجه از مقدار ϕ ، سطح مقطع میل مهار لازم ۲۵ تا ۳۵ درصد افزایش پیدا می‌کند.

۱۱- افزایش بارزنده از ۱/۵ به ۳ تن بر مترمربع سطح مقطع میل مهار لازم را در خاکهای دانه و چسبنده ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش می‌دهد.

منابع

- [1] Adibi, Harris, Consulting, Engineers "Iran Ports Master Plan" Ports and Shipping Organization Vol. 5.1975.
- [2] Winterkorn and Fang "Foundation Engineering Handbook" Von Nostrand Roinhold 1975.
- [3] Parkinson S. "Soil Dynamics" McGrow- Hill 1981.
- [4] Port and Harbour Research Institute Ministry of transport "Technical Standards for Port and Harbour facilities in Japan" Bureau of Ports and Harbours 1983.

بررسی اثر پارامترهای مختلف در کیفیت پوشش آندایز سخت آلومینیوم

عبدالله افشار

استادیار دانشکده متالورژی، دانشگاه صنعتی شریف

چکیده:

در فرآیند آندایزینگ سخت، پوششهای اکسید آندی سخت و ضخیمی بدست می آید که آنها را در کاربردهائی نظیر پیستونها، سیلندرها و چرخ دنده ها و... مناسب می سازد. بدون این پوششها، آلومینیوم نمی تواند در این کاربردها مورد استفاده قرار گیرد. عواملی نظیر دانسیته جریان، غلظت اسید سولفوریک، درجه حرارت و زمان آندایزینگ بر روی کیفیت پوششهای اکسید آندی سخت اثر می گذارند، که در این مقاله سعی شده است تغییرات آنها مورد مطالعه قرار گیرد. نتایج نشان می دهند که افزایش دانسیته جریان و زمان آندایزینگ و کاهش درجه حرارت موجب افزایش ضخامت پوشش های آندی سخت می گردد. از طرف دیگر افزایش بیش از حد دانسیته جریان و زمان آندایزینگ و درجه حرارت موجب کاهش مقاومت سایشی و سختی این پوششها می شود. با وجود این سختی و مقاومت سایشی، این پوششها بسیار بالاتر از پوششهای ایجاد شده در آندایزینگ معمولی می باشد. همچنین نتایج حاصل نشان می دهند که ضخامت پوششها در غلظت اسید سولفوریک 200 g/l کمترین و مقاومت سایشی و سختی در محدوده غلظت 250 g/l - 200 g/l بالاترین مقدار را دارد.

The Effect of Various Parameters on Quality of Hard Anodized Aluminium

A. Afshar

Assistant Professor

Metalurgical Eng. Dept. Sharif Univ. of Tech.

ABSTRACT:

In hard anodizing process, thick and hard anodic oxide layer can be obtained, suitable for pistons, cylinders and gears, etc... Aluminium does not suit for above uses, without anodizing.

Parameters such as current density, acid concentration, solution temperature and anodizing period affects the quality of anodic oxide. These are considered in this work.

The results reveal the increase in current density, anodizing time and temperature decrease, leads to an increase in the thickness of hard anodic film. On the other hand further increase of current density, anodizing time and temperature results in decreasing wear resistance and hardness of the coating.

However, Hardness and wear resistance of these coatings are better than the normal anodic films. Also from the results it is evident that the coating thickness in electrolyte containing $200 \text{ g H}_2\text{SO}_4$ is minimum while the wear resistance and hardness in solution of $200\text{-}250 \text{ g H}_2\text{SO}_4$ is maximum.

مقدمه

در فرآیند آندایزینگ سخت، فیلمهای سخت و فشرده ای ایجاد می شود. بدین ترتیب آلومینیوم را با وجود این

پوششها می توان در کاربردهائی که نیاز به سختی و مقاومت سایشی بالا دارد مورد استفاده قرار داد. روشها و فرآیندهای مختلفی برای آندایزینگ سخت وجود دارد [۱]. برای ایجاد این پوششها می توان از جریان مستقیم یا همراه با جریان

متناوب و یا پالسی استفاده نمود [۲ و ۳]. مهمترین مشخصه پوششهای آندی سخت، سختی و مقاومت سایشی بالای آنهاست به طوری که مقاومت سایشی آنها می تواند معادل یا بهتر از پوشش کرم سخت یا فولاد ابزار باشد. [۴ و ۵].

برای ایجاد پوششهای آندی سخت می توان دانسیته جریان را افزایش و درجه حرارت را کاهش داد، همچنین غلظت اسید سولفوریک و زمان آندایزینگ را مناسب نمود. در این مقاله اثر این عوامل که در حقیقت در محدوده شرایط آندایزینگ سخت هستند، بر روی کیفیت پوششهای آندی بررسی خواهد شد.

روش آزمایش

نمونه های مورد آزمایش از آلومینیوم ۱۱۰۰ که ترکیب شیمیائی آن دارای حداقل ۹۹ درصد آلومینیوم است انتخاب گردیده اند. ابعاد نمونه ها ۲×۵×۴۰ میلی متر می باشد. جهت برقراری اتصال الکتریکی، یک گوشه نمونه ها سوراخ شده و سپس مفتولهای آلومینیومی از آنها عبور داده و به نمونه ها متصل گردیده اند. جهت پولیش سطوح نمونه ها از کاغذ سمباده شماره ۱۰۰ استفاده گردیده است. نمونه ها در محلول سود ۵ درصد در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۵ ثانیه چربی گیری و سپس در آب مقطر شستشو داده شده اند. مجموع تجهیزات آندایزینگ شامل: دستگاه سرد کننده، رکتیفایر، همزن مکانیکی و وان آبکاری فولاد ضد زنگ ۳۱۶ می باشد. جهت آندایزینگ سخت، از محلول اسید سولفوریک با غلظتهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ گرم بر لیتر در درجه حرارت های ۱۰، ۰، -۱۰ و ۱۰ درجه سانتیگراد استفاده گردیده است. زمان آندایزینگ ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۸۰ دقیقه و دانسیته جریان ۲، ۳، ۴، ۵، ۳/۵، ۴، ۴/۵ و ۵ آمپر بر دسی متر مربع انتخاب گردیده است. پس از انجام آندایزینگ سخت، نمونه ها با آب مقطر شستشو داده شده و سپس خشک گردیده اند. ضخامت پوششهای اکسید آندی توسط دستگاه پرماسکوپ و سختی آنها توسط میکروسختی سنج تحت نیروی ۱۰۰ گرم صورت گرفته است. مقاومت سایشی پوششهای ایجاد شده بر اساس سایش فلز به فلز اندازه گیری شده است. برای هر نمونه سه آزمایش سایش انجام شده که متوسط آنها محاسبه گردیده است.

نتایج

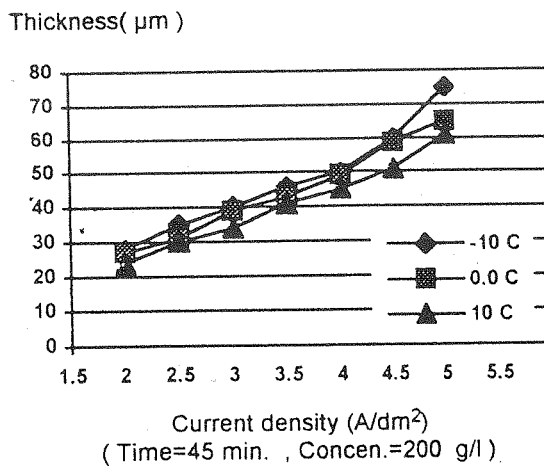
کیفیت پوششهای آندی سخت از نقطه نظر ضخامت، سختی و مقاومت سایشی مورد بررسی قرار گرفته اند.

الف - ضخامت

تغییرات ضخامت پوششهای اکسید آندی سخت با دانسیته جریان و زمان آندایزینگ به ترتیب در جدول (۱ و ۲) و شکل های (۱ و ۲) نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می شود، با افزایش دانسیته جریان و زمان آندایزینگ، ضخامت نیز افزایش می یابد. همچنین افزایش درجه حرارت سبب کاهش ضخامت گردیده است. همانگونه که ملاحظه می شود، ضخامت پوشش در محلول اسید سولفوریک ۲۰۰ گرم بر لیتر کمتر از سایر غلظتها می باشد.

جدول (۱) اثر دانسیته جریان در ضخامت پوششهای آندی سخت در درجه حرارت های مختلف (دقیقه = ۴۵، غلظت اسید سولفوریک = ۲۰۰ g/l)

درجه حرارت (°C)	ضخامت (M)			دانسیته جریان (A/dm ²)
	۱۰	۰	-۱۰	
۲۴	۲۷	۲۸	۲۸	۲
۳۰	۳۱	۳۵	۳۵	۲/۵
۳۴	۳۹	۴۰	۴۰	۳
۴۱	۴۳	۴۶	۴۶	۳/۵
۴۵	۴۹	۵۰	۵۰	۴
۵۱	۵۹	۶۰	۶۰	۴/۵
۶۱	۶۵	۷۵	۷۵	۵



شکل (۱) اثر دانسیته جریان در ضخامت پوششهای آندی سخت در درجه حرارت های مختلف

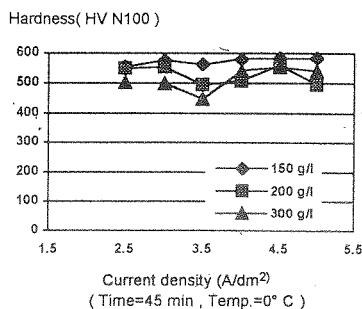
دانسیتة جریان و زمان آندایزینگ مختلف در جداول (۳ و ۴) و شکلهای (۴ و ۵) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، سختی با افزایش دانسیته جریان، افزایش می‌یابد. درحالی که افزایش غلظت اسید سولفوریک و درجه حرارت سبب کاهش نسبتاً کم سختی می‌گردد.

ج - سایش

جداول (۵ و ۶) تغییرات حجم سایش پوششهای آندی سخت را با غلظت و دانسیته جریان نشان می‌دهد. منحنیهای این تغییرات به ترتیب در شکلهای (۶ و ۷) نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود افزایش درجه حرارت و زمان آندایزینگ، موجب افزایش میزان سایش گردیده است. افزایش بیش از حد دانسیته جریان، سبب کاهش مقاومت سایشی می‌گردد. بهترین مقاومت سایشی در غلظتهای اسید سولفوریک ۲۰۰-۲۵۰ g/l است.

جدول (۳) اثر دانسیته جریان در سختی پوششهای آندی سخت در غلظتهای مختلف اسید سولفوریک.
($T = 0^{\circ}C$, $t = 45$ دقیقه)

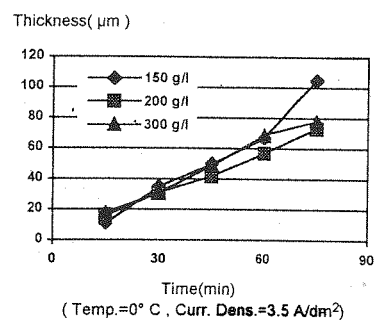
غلظت اسیدسولفوریک (g/l)			دانسیته جریان (A/dm ²)
۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	
۵۰۲	۵۴۹	۵۵۴	۲/۵
۵۰۰/۵	۵۵۴	۵۷۶/۶	۳
۴۸۸	۴۹۴/۵	۵۶۱/۲	۳/۵
۵۴۲	۵۰۹/۴	۵۸۱/۷	۴
۵۵۴	۵۶۰	۵۲/۳	۴/۵
۵۴۰	۴۹۵/۵	۵۸۳	۵



شکل (۴) اثر دانسیته جریان در سختی پوششهای آندی سخت در غلظتهای مختلف اسید سولفوریک.

جدول (۲) اثر زمان آندایزینگ در ضخامت پوششهای آندی سخت در غلظتهای مختلف اسید سولفوریک
($I = 3/5$ A/dm² , $T = 5^{\circ}C$)

غلظت اسیدسولفوریک (g/l)			زمان آندایزینگ (min)
۳۰۰	۲۰۰	۱۵۰	
۱۸	۱۶	۱۱	۱۵
۳۱	۳۱	۳۵	۳۰
۴۹	۴۲	۵۰	۴۵
۶۹	۵۷	۶۷	۶۰
۷۸	۷۳	۱۰۵	۸۰



شکل (۲) اثر زمان آندایزینگ در ضخامت پوششهای آندی سخت در غلظتهای مختلف

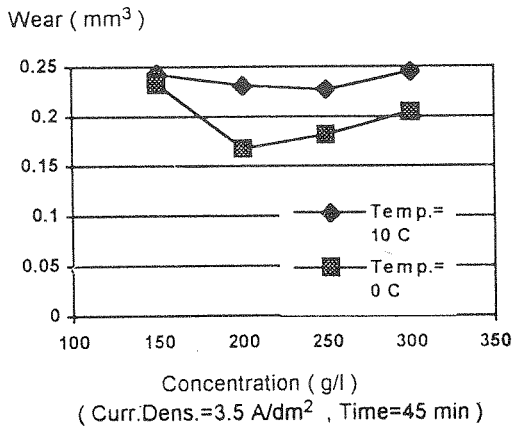
شکل (۳) مقطع میکروسکوپی پوشش آندی سخت بدست آمده در شرایط: دانسیته جریان ۳/۵ آمپر بر دسیمتر مربع، غلظت اسید سولفوریک، ۲۰۰ g/l، دما صفر درجه سانتیگراد و زمان ۱۵ دقیقه را نشان می‌دهد.



شکل (۳) مقطع میکروسکوپی پوشش آندی سخت

ب - سختی

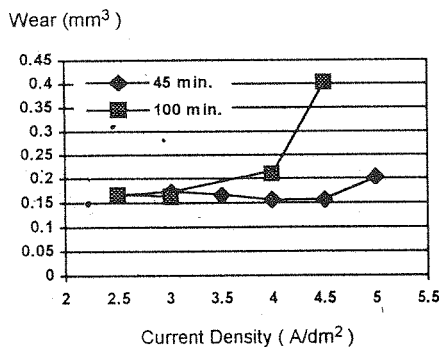
تغییرات سختی پوششهای اکسید آندی بدست آمده در



شکل (۶) تغییرات مقاومت سایشی پوششهای آندی سخت با غلظت اسید سولفوریک در درجه حرارت های مختلف

جدول (۶) اثر دانسیته جریان در مقاومت سایشی پوششهای آندی سخت در زمانهای مختلف (غلظت اسید سولفوریک: ۲۰۰ g/l, T=0°C)

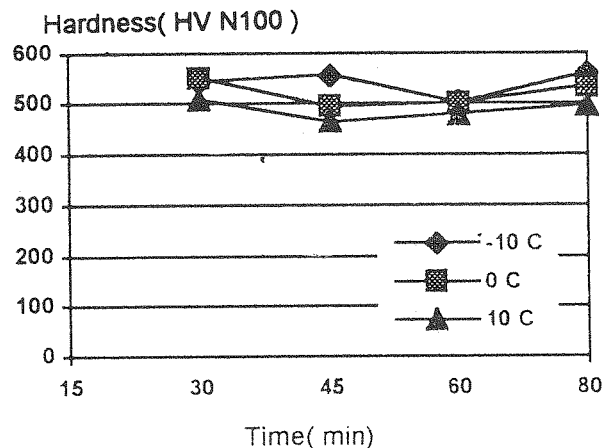
زمان آندایزینگ (min)		دانسیته جریان (A/dm ²)
حجم سایش (mm ³)		
۱۰۰	۴۵	۲/۵
۰/۱۶۷۰	۰/۱۶۶۳	۳
۰/۱۶۲۷	۰/۱۷۳۴	۳/۵
—	۰/۱۶۷۴	۴
۰/۲۱۱۷	۰/۱۵۵۱	۴/۵
۰/۴۰۱۷	۰/۱۵۷۲	۵
—	۰/۲۰۲۴	



شکل (۷) تغییرات مقاومت سایشی پوششهای آندی سخت با دانسیته جریان در زمانهای آندایزینگ مختلف.

جدول (۴) اثر زمان آندایزینگ در سختی پوششهای آندی در درجه حرارت های مختلف غلظت اسید سولفوریک: (I = ۳/۵ A/dm², ۲۰۰ g/l)

درجه حرارت (°C)			زمان آندایزینگ (min)
سختی (VHN)			
۱۰	۰	-۱۰	۳۰
۵۰۸	۵۴۹/۵	۵۴۴	۴۵
۴۶۴	۴۹۴/۵	۵۵۶	۶۰
۴۸۰	۵۰۱	۵۰۲	۸۰
۴۹۶/۵	۵۳۵	۵۶۰	



شکل (۵) اثر زمان آندایزینگ بر سختی پوششهای آندی سخت در درجه حرارت های مختلف (Conc.=200 g/l, Curr.Dens.=3.5 A/dm²)

جدول (۵) اثر غلظت اسید سولفوریک در میزان سایش پوششهای آندی در درجه حرارت های مختلف (I = ۳/۵ A/dm², t=۴۵ دقیقه)

درجه حرارت (°C)		غلظت اسید سولفوریک (g/l)
حجم سایش (mm ³)		
۱۰	۰	۱۵۰
۰/۲۴۲۷	۰/۲۳۳۱	۲۰۰
۰/۲۳۱۱	۰/۱۶۷۴	۲۵۰
۰/۲۲۷۲	۰/۱۸۱۹	۲۰۰
۰/۲۴۵۰	۰/۲۰۵۰	

هستند و دیده می شود که افزایش درجه حرارت، موجب کاهش سختی پوششهای آندی گشته است.

بیشترین سختی در غلظت اسید سولفوریک 150 g/l بدست آمده که با افزایش غلظت اسید سولفوریک سختی پوششهای آندی نیز کاهش پیدا کرده است. در بیشتر تحقیقات انجام گرفته نیز بهترین نتایج از نظر سختی در غلظت $150-200 \text{ g/l}$ بدست آمده است [۷].

منابع

- [1] S. Wernick, R. Pinner and P.G. Sheasby, "The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and its Alloys" Finishing Publication Ltd, Teddington, Middlessex, England 1971.
- [2] I.C. Colombini, Elca, "Anodizing with pulse current Finishing", 1991.
- [3] V.L. Narashimhan, S. Vincent and D. Kanagarag, "The Influence of Super imposing varying of pulse current over Direct current on the Hard Anodizing of Aluminium, B. Electrochem. 5(7) July 1989.
- [4] J.G. Hecker, "Aluminium Hard Coats", products Finishing, Dec. 1988.
- [5] F. Hoyduck and C. Durey "The case for Hard Anodizing", products Finishing, July 1988.
- [6] J. Pernick, "Problems in Hard coat Anodizing" Plating and surface Finishing, June 1988.
- [7] A.W. Brace and P.C. Sheasby "The Technology of Anodizing Aluminium", Technicopy Ltd, Stonehouse, Cloustershire, England, 1979.

افزایش دانسیته جریان و زمان آندایزینگ موجب افزایش سریع ضخامت پوششهای آندی سخت می شود و اگر دانسیته جریان و زمان آندایزینگ هر دو به طور همزمان عمل کنند، پوششهای آندی بسیار ضخیمی بدست می آید و چون درجه حرارت آندایزینگ در آندایزینگ سخت پائین است؛ عمل انحلال اکسید توسط اسید سولفوریک رخ می دهد و در نتیجه در زمانهای طولانی، کسب پوششهای ضخیم میسر می گردد.

کاهش درجه حرارت موجب کاهش انحلال اکسید، توسط اسید سولفوریک می گردد که در نهایت سبب افزایش پوششهای آندی سخت می شود.

در غلظت 200 گرم بر لیتر، ضخامت پوششهای آندی نسبت به سایر غلظتهای آزمایش شده کمتر گردیده که علت آن احتمالاً به خاطر سرعت بالای حل شدن اکسید توسط اسید سولفوریک در این غلظت است [۱].

کاهش درجه حرارت، موجب افزایش مقاومت سایشی پوششهای آندی سخت گشته است. افزایش دانسیته جریان بر روی مقاومت سایشی در ابتدا از قانون خاصی پیروی نمی کند؛ اما در دانسیته جریان بیش از 4 A/dm^2 مقاومت سایشی پوششهای آندی سخت بطور سریع کاهش پیدا کرده است. این پدیده می تواند به دلیل سوختن سطح این پوششها در دانسیته جریانهای بالا و در نتیجه نرم شدن آنها باشد [۱]. به همین دلیل عموماً دانسیته جریان در الکترولیت اسید سولفوریک $4 \text{ A/dm}^2 - 2/5$ در نظر گرفته می شود [۶].

بهترین مقاومت سایشی پوششهای آندی، در غلظت اسید سولفوریک $250-200 \text{ g/l}$ بدست آمده که مطابق با نتایج آزمایشات روسها و همچنین فرآیند «GS» در آلمان با غلظت اسمی اسید سولفوریک 230 g/l می باشد [۷].

بطور کلی افزایش دانسیته جریان، موجب افزایش سختی پوششهای آندی گشته است. در درجه حرارت بالا به دلیل حل شدن سریع اکسید توسط الکترولیت، پوششهای متخلخل تری بدست می آید که از سختی کمتری برخوردار

ارائه الگوریتم جدید در حل معادلات غیرخطی و کاربرد آن در حل معادلات دیود

منصور نیکخواه بهرامی
استاد دانشکده فنی
دانشگاه تهران

محمدجواد شریفی
دانشجوی دکترای
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

اکبر ادیبی
دانشیار دانشکده مهندسی برق
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

مطالب ارائه شده در این مقاله در سه بخش آورده می‌شود. در بخش اول فرمول جدیدی به جای فرمول معروف نیوتن رافسون ارائه می‌کنیم که به جای تقریب خطی از تابع، تقریب چند جمله‌ای با درجه دلخواه می‌باشد و بنابراین می‌تواند به جای استفاده در روشهای تکراری، بطور مستقیم نیز بکار گرفته شود. در بخش دوم از فرمول ارائه شده برای حل معادلات دیود اتصال $P-N$ استفاده می‌کنیم و کارائی آن را مورد بحث قرار می‌دهیم. در بخش سوم رابطه جدیدی برای معادلات دیود ارائه می‌کنیم که از آن برای به دست آوردن تخمین اولیه در روش تکراری نیوتن رافسون یا روش خودمان استفاده خواهیم کرد. با استفاده از این روش در نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مدار نظیر $SPICE$ می‌توان با حذف تکرار، قابلیت پردازش موازی را به میزان زیادی اضافه کرد.

A New Algorithm For Solving Nonlinear Algebraic Equations and Its Application To Diode Equations

A. Adibi

Associate Prof

EE. Dept. Amirkabir Univ. of Tech.

M.J. Sharifi

Ph.D. Student

Amirkabir Univ. of Tech.

M.Nikkhah Bahrami

Prof of Mech. Eng. Dept.

Tehran University

ABSTRACT:

This paper introduces 3 related subjects in the three sections. First of all a new formula for getting an approximate analytical solution for nonlinear algebraic equations is introduced. After that we solve the diode equations using the above formula. Finally in the third section a new approach for obtaining a first estimation of the solution of diode equations which can be used either in our proposed method or in the newton- raphson formula is introduced.

An important applican for our proposed approach is that since no iteration is necessary, one can get the benefit of real parallel processing ability in using simulation softwares such as SPICE.

روش ابتدا باید یک تخمین اولیه در مورد جواب داشته باشیم و سپس به شکل تکراری این تخمین اولیه را بهبود می‌بخشیم. روش $N-R$ با بسط تیلور معادلات غیرخطی حول تخمین اولیه و حذف جملات غیرخطی این رابطه را

مقدمه

روش نیوتن رافسون ($N-R$) برای حل معادلات غیرخطی یک روش عمومی است که تقریباً در همه رشته‌های مهندسی برای این منظور بکار می‌رود [1] در این

یک x از طرفین کم می‌کنیم

$$y - x = f(x) - x \quad (3)$$

با تعریف $g(x) = f(x) - x$ داریم

$$x = y - g(x) = h(x, y) \quad (4)$$

حال بسط تیلور این رابطه را حول نقطه y می‌نویسیم:

$$x = h(x, y)|_{y_0} + \frac{\partial h}{\partial y} |_{y_0} (y - y_0) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} |_{y_0} (y - y_0)^2 + (5)$$

$$\frac{1}{3!} \frac{\partial^3 h}{\partial y^3} |_{y_0} (y - y_0)^3 + \dots$$

$$\frac{\partial h}{\partial y} = 1 - \frac{\partial g(x)}{\partial y} = 1 - \frac{\partial g(x)}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial y} = 1 - \frac{\partial g(x)}{\partial x} \frac{\partial h}{\partial y}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial h}{\partial y} = \frac{1}{1 + \frac{\partial g}{\partial x}} \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial h}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{1}{1 + \frac{\partial g}{\partial x}} \right] = \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{1 + \frac{\partial g}{\partial x}} \right] \frac{\partial x}{\partial y}$$

$$= \frac{\partial x}{\partial y} \left[\frac{-\frac{\partial^2 g}{\partial x^2}}{\left(1 + \frac{\partial g}{\partial x}\right)^2} \right] = \frac{-\frac{\partial^2 g}{\partial x^2}}{\left(1 + \frac{\partial g}{\partial x}\right)^3} \quad (7)$$

و بطور مشابه می‌توان به دست آورد:

$$\frac{\partial^3 h}{\partial y^3} = \frac{3 \left(\frac{\partial^2 g}{\partial x^2} \right)^2 - \frac{\partial^3 g}{\partial x^3} \left(1 + \frac{\partial g}{\partial x}\right)}{\left(1 + \frac{\partial g}{\partial x}\right)^5} \quad (8)$$

اگر روابط ۶ و ۷ و ۸ را در رابطه ۵ قرار دهیم و به جای dg/dx نیز مقدار آن را بگذاریم داریم:

$$x = x_0 + \frac{1}{F'} |_{x_0} (y - y_0) + \frac{1}{2} \frac{-F''}{(F')^3} |_{x_0} (y - y_0)^2 +$$

$$\frac{1}{6} \frac{3(F'')^2 - F''' F'}{(F')^5} |_{x_0} (y - y_0)^3 \quad (8)$$

$$+ \frac{1}{24} \frac{10F''' F'' - 15(F'')^3 - F^{(4)} (F')^2}{(F')^7} |_{x_0} (y - y_0)^4 + \dots \quad (9)$$

تمام عناصر فرمول فوق با فرض معین بودن مشتقات متوالی f در نقطه تخمین اولیه، معین هستند بجز g که آن را از رابطه ۲ به دست می‌آوریم.

به دست می‌دهد. $X^{[K]}$ بردار جواب در مرحله K ام و F

تابع غیرخطی موردنظر است)

$$x^{[k+1]} = x^{[k]} - F(x^{[k]}) / \frac{dF}{dx} |_{x^{[k]}} \quad (1)$$

تاکنون گرچه اصلاحات متعددی در این روش انجام شده است اما استخوان‌بندی رابطه فوق ثابت مانده است. بعنوان مثال در مرجع [2] برای بهبود پایداری در نزدیکی جواب نهائی و حذف نوسانات، توصیه شده است که بعد از سه تکرار اول از رابطه ذیل استفاده شود.

$$x^{[k+1]} = \frac{x^{[k]} + x^{[k-1]}}{2} - F(x^{[k]}) / \frac{dF}{dx} |_{x^{[k]}}$$

یک اصلاح مهم و قابل توجه اخیراً مطرح شده است [3] ولی بطور غیرصریح و بدون ذکر ارتباط آن با روش $N-R$ در مورد یک معادله خاص یعنی معادله دیود این کار انجام شده است. ما با بسط موضوع و روشن کردن پایه‌های اصلی آن، آنرا بعنوان یک روش حل معادلات غیرخطی در حالت کلی مطرح می‌نماییم و دامنه همگرایی و محدودیتهای آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در بخش اول رابطه‌ای را که به جای رابطه $N-R$ می‌خواهیم بکار ببریم شرح می‌دهیم. در بخش دوم با این رابطه معادله یک دیود را بعنوان مثال حل می‌کنیم. در بخش سوم برای به دست آوردن تخمین اولیه جریان دیود یک رابطه ارائه خواهیم کرد و بالاخره در بخش چهارم با جمع‌بندی نتایج، روش به دست آوردن یک جواب تحلیلی تقریبی را برای معادلات غیرخطی در حالت کلی مطرح می‌نماییم.

بخش اول

همانطور که مطرح شد روش نیوتن رافسون برای حل معادلات غیرخطی به شکل $f(x) = 0$ می‌باشد، ولی ما معمولاً در مسائل مهندسی با مسائلی به شکل $y = f(x)$ برخورد داریم که لازماً صفر نیست.

$$y = f(x) \quad (2)$$

$$+ \frac{1}{6} \frac{3(F''(I_D))^2 - (F'''(I_D))(F'(I_D))}{(F'(I_D))^5} |_{I_{DO}} (V_d - V_{d0})^3 + \dots$$

خوشبختانه با حضور r_s در رابطه ۱۳ مطمئن هستیم که مقدار مشتق خیلی کوچک نخواهد بود بعنوان مثال اگر داشته باشیم $(V_d = 0.85, I_s = 1e - 13, nKT/q = 0.025)$ $(r_s = 1)$ آنگاه اگر بتوان حدس زد که I_d حدود 100 mA است از رابطه ۱۲ مقدار V_d برابر 0.7908 و از رابطه ۱۶ مقدار I_d برابر 0.14920 به دست می آید که با مقدار دقیق (0.1492182) بیش از چهار رقم اعشار تطابق دارد در حالی که خطای حدس اولیه I_d حدود 50% بوده است.

بخش سوم

در این بخش می خواهیم یک فرمول برای تخمین اولیه جریان دیود به دست آوریم. ابتدا معادله دیود را با تغییر متغیرهای مناسب نرمالیزه می کنیم.

$$V_d = r_s I_D + \frac{nKT}{q} \ln \left(\frac{I_D + I_s}{I_s} \right) \quad (12)$$

طرفین رابطه را بر nKT/q تقسیم می کنیم:

$$\frac{q}{nKT} V_d = \frac{q}{nKT} r_s I_D + \ln \left(\frac{I_D + I_s}{I_s} \right) \quad (17)$$

در ترم دوم طرف راست به جای I_d عبارت داخل لگاریتم را می سازیم:

$$\frac{q}{nKT} (V_d + r_s I_s) = \frac{q}{nKT} r_s I_s \left(\frac{I_D + I_s}{I_s} \right) + \quad (18)$$

$$\ln \left(\frac{I_D + I_s}{I_s} \right)$$

حالا ترم دوم سمت راست را در داخل لگاریتم می سازیم:

$$\frac{q}{nKT} (V_d + r_s I_s) + \ln \left(\frac{q}{nKT} r_s I_s \right) = \quad (19)$$

$$\frac{q}{nKT} r_s (I_D + I_s) + \ln \left[\frac{q}{nKT} r_s (I_D + I_s) \right]$$

با یک تغییر تناسیون به سادگی می توان نوشت:

$$U = I + \ln(I) \quad (20)$$

نکته ای که باید مورد توجه قرار گیرد آنست که با داشتن

در به دست آوردن فرمول ۹ از این واقعیت استفاده شد که وقتی تابع $y = f(x)$ نسبت به محور x ها پیوسته و هموار بوده و دارای بسط تیلور باشد اگر جای دو محور را هم عوض کنیم نسبت به محور y ها نیز دارای بسط تیلور است و جالب است که دو جمله اول فرمول ۹ همان جملات فرمول N-R می باشد.

دامنه همگرایی این فرمول به دامنه همگرایی بسط تیلور مربوط می شود و به علاوه از آنجا که در مخرج توانهای مشتق $f(x)$ ظاهر می شود، تخمین اولیه بایستی در فاصله ای از جواب باشد که در آن فاصله مشتق صفر نشود. اگر در نقطه جواب مشتق صفر شده باشد (دو یا چند ریشه مضاعف داشته باشیم) یا مشتق خیلی کوچک شود (دو یا چند جواب خیلی نزدیک به یکدیگر) در آن صورت همگرایی این روش هم مثل روش N-R خوب نیست.

بخش دوم

معادله دیود در حالت ساده معمولاً به شکل زیر داده می شود:

$$I_D = I_s (e^{qV_D/nKT} - 1) \quad (10)$$

زمانی که اثر مقاومت های پارازیتی هم به حساب آید این معادله به شکل زیر درمی آید.

$$I_D = I_s (e^{q(V_d - r_s I_D)/nKT} - 1) \quad (11)$$

$$V_d = r_s I_D + \frac{nKT}{q} \ln \left(\frac{I_D + I_s}{I_s} \right) \quad (12)$$

رابطه ۱۲ به فرم رابطه ۲ می باشد و با محاسبه مشتقات آن و قرار دادن در فرمول ۹ می توان آن را حل کرد.

$$F'(I_D) = r_s + \frac{nKT}{q} (I_D + I_s)^{-1} \quad (13)$$

$$F''(I_D) = -\frac{nKT}{q} (I_D + I_s)^{-2} \quad (14)$$

$$F'''(I_D) = 2 \frac{nKT}{q} (I_D + I_s)^{-3} \quad (15)$$

$$I_D = I_{DO} + \frac{1}{F'(I_D)} |_{I_{DO}} (V_d - V_{d0}) +$$

$$\frac{1}{2} \frac{-F''(I_D)}{(F'(I_D))^3} I_{DO} (V_d - V_{d0})^2 \quad (16)$$

می‌کنیم:

$$(22) \text{ مقیاس جدید محور } X = S_i \frac{\text{کل فاصله مورد نظر روی محور } X}{\sum \left(\frac{1}{E_i}\right)^{1/2}}$$

فاصله هر تکه از سمت چپ با توجه به مقیاس جدید

این طور می‌شود:

$$d_i = \frac{S_i}{(E_i)^{1/2}} \quad (23)$$

به این ترتیب می‌توان امیدوار بود که محور x طوری تکه‌تکه شود که در تمام تکه‌ها ماکزیمم خطاهای نسبی در یک حدود باشد. در این مسأله خاص تاکید زیاد روی خطای نسبی خوب نیست و با مصالحه‌ای با خطای مطلق تکه‌ها را این طور انتخاب کرده‌ایم:

2.1 تا -5

0.1 تا -2.1

0.1 تا 4.1

20 تا 4.1

در این حال با یک نرم‌افزار تطبیق منحنی [4] مقادیر پارامترهای تقریب خطی در هر ناحیه این طور به دست می‌آید (مشتق اول و دوم و سوم نیز در شکل (۱) رسم شده است)

$$I = 0.04187 * U + 0.17865 * U + 0.53218 \quad (24)$$

$$0.6094 * U + 0.3943$$

$$0.8978 * U - 0.9523$$

نکته جالبی که مطرح است آنست که لازم نیست تکه خطاهای ما حتی پیوسته باشند همانطور که در این مثال هم پیوسته نیستند. مقدار خطای نسبی برای این تقریب در شکل (۲) آمده است و در همان شکل میزان خطای نسبی وقتی از دو یا سه یا چهار جمله از فرمول ۱۶ استفاده شود نیز رسم شده است و ملاحظه می‌شود به راحتی می‌توان جواب را تا

Vd و پارامترهای دیود ($I_s, r_s, n, KT/q$) می‌توان U را به دست آورد و با داشتن U معادله ۲۰ را حل می‌کنیم تا مقدار I را بیابیم و با داشتن I به راحتی I_d به دست می‌آید. بنابراین در این روش به جای حل معادله ۱۲ که پارامترهای زیادی در آن هست معادله ۲۰ را حل می‌کنیم که فاقد پارامتر است و برای هر دیود به شکل یکسان می‌باشد و نیز به علت نرمالیزه بودن ضرایب خطای محاسبات عددی کمتر خواهد بود.

در معادله ۲۰ برای مقادیر خیلی کم (U) های منفی و بزرگ (I) نیز خیلی کم خواهد بود (البته I همیشه مثبت باقی می‌ماند) و ترم دوم سمت راست تعیین کننده است و برای مقادیر بزرگ U مقدار I نیز بزرگ خواهد بود و ترم اول سمت راست مهمتر می‌شود.

با یک بحث در فیزیک قطعه می‌توان نشان داد که U از منفی بینهایت (متناظر با $I = 0$ یعنی $I_d = -I_s$) تا $U = 20$ تغییر می‌کند معذالک به دلیل عنوان شده، در مقادیر کوچک U ، رابطه ۲۰ می‌تواند به شکل $I = \text{EXP}(U)$ نوشته شود که جواب آن مشخص است و بنابراین ما جواب را فقط در محدوده $U = (-5, 20)$ مورد بررسی قرار می‌دهیم که در شکل (۱) رسم شده است.

تقریب این منحنی با فرمولهای تحلیلی مختلفی ممکن است ولی از آنجا که ما می‌خواهیم یک روش عمومی ارائه دهیم و معادله دیود را فقط بعنوان یک مثال انتخاب کرده‌ایم، از تقریب خطی تکه‌ای استفاده می‌کنیم. برای انتخاب نقاط انفصال می‌توان به این شکل استدلال کرد، اگر هر تکه را بسط تیلور بدسیم دو جمله اول همان جملاتی هستند که در تقریب خطی خودمان استفاده می‌کنیم و جمله سوم تخمینی از خطا را به دست می‌دهد و اگر به خطای نسبی علاقمند باشیم داریم:

ماکزیمم خطای نسبی هر تکه

$$\frac{1}{f(x)} \frac{d^2 f(x)}{dx^2} \Big|_{x_i + \Delta x_i} \Delta x_i^2 = E_i \Delta x_i^2 \quad (21)$$

x_i مرکز بسط و Δx_i فاصله حداکثر از مرکز بسط در هر تکه می‌باشد) اگر بخواهیم یک تقریب n تکه‌ای داشته باشیم محور x ها را به n قسمت مساوی تقسیم کرده و خطای نسبی فوق را روی تمام حدود سمت راست قسمتهای فوق محاسبه کرده و سپس محور x ها را توسط آنها مقیاس

هر دقتی که بخواهیم به دست آوریم.

بخش چهارم

جمع بندی و نتیجه گیری با توجه به مثال ارائه شده برای به دست آوردن یک جواب تحلیلی تقریبی برای مسائل مهندسی می توان به روش زیر عمل کرد:

الف - سعی می کنیم با نرمالیزاسیونهای مناسب صورت مسئله را که غالباً به شکل $y = f(x, p)$ داده می شود به شکل $y = f(x)$ درآوریم.

ب - با تعیین حدود مورد نظر برای x و استفاده از اطلاعات مشتق دوم می توان محور x را در بازه مورد نظر به تکه هایی تقسیم کرد که در آنها ماکزیمم خطای نسبی در تقریب خطی تقریباً یکسان باشد.

ج - در هر تکه با استفاده از تکنیکهای تطبیق منحنی یک منحنی خطی تطبیق می نمایم.

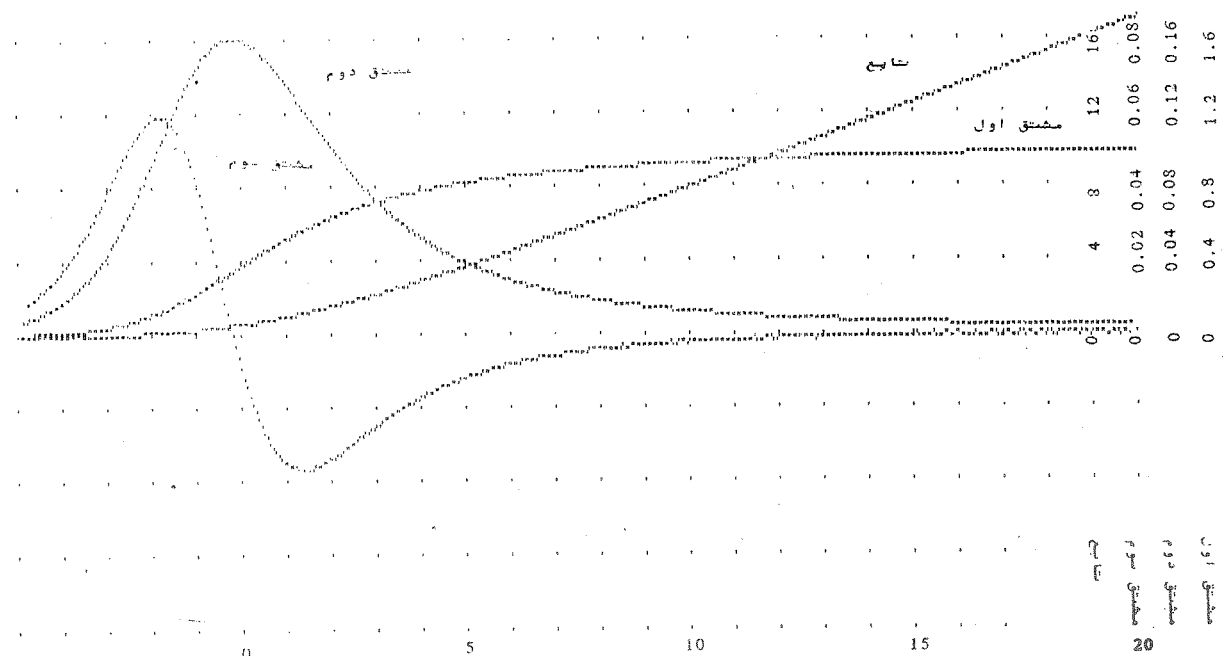
د - با استفاده از مشتقهای مرتبه بالاتر و فرمول ۹ می توان دقت جواب را تا هر میزان بخواهیم افزایش داد.

این روش بدون دشواری به حالاتی که تابعی از بیش از

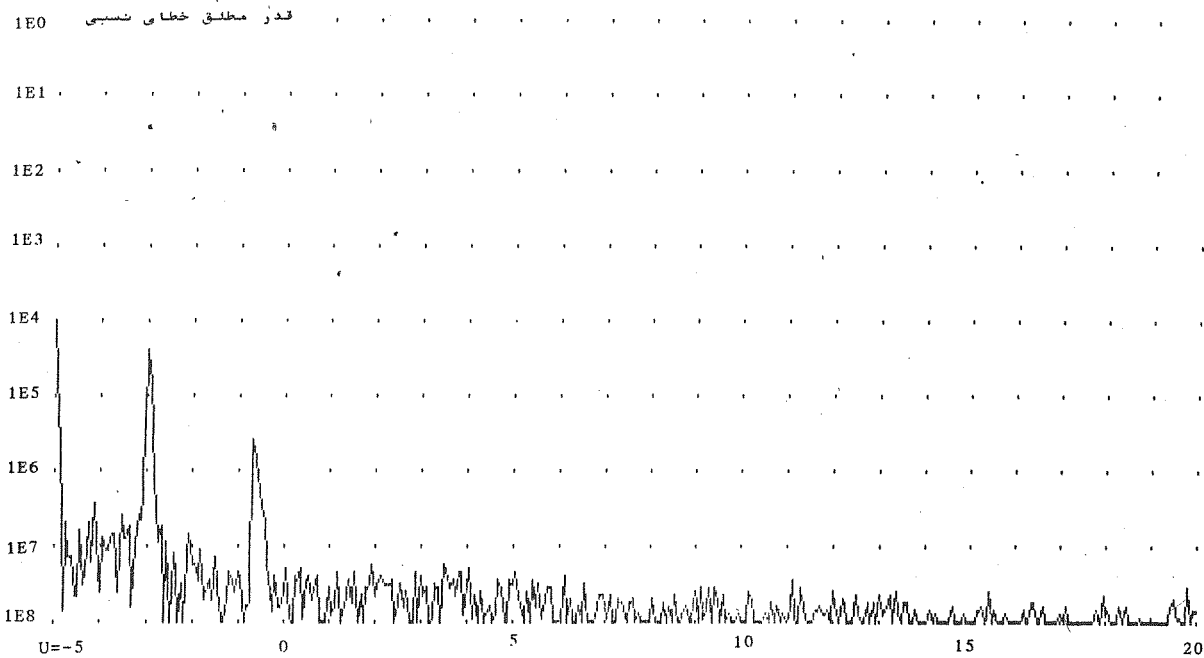
یک متغیر داشته باشیم یا نتوان پارامترها را تماماً حذف کرد تعمیم داده می شود و به این ترتیب فرمولی برای حل مسأله مورد نظر بدون استفاده از روشهای تکراری به دست می آید.

منابع

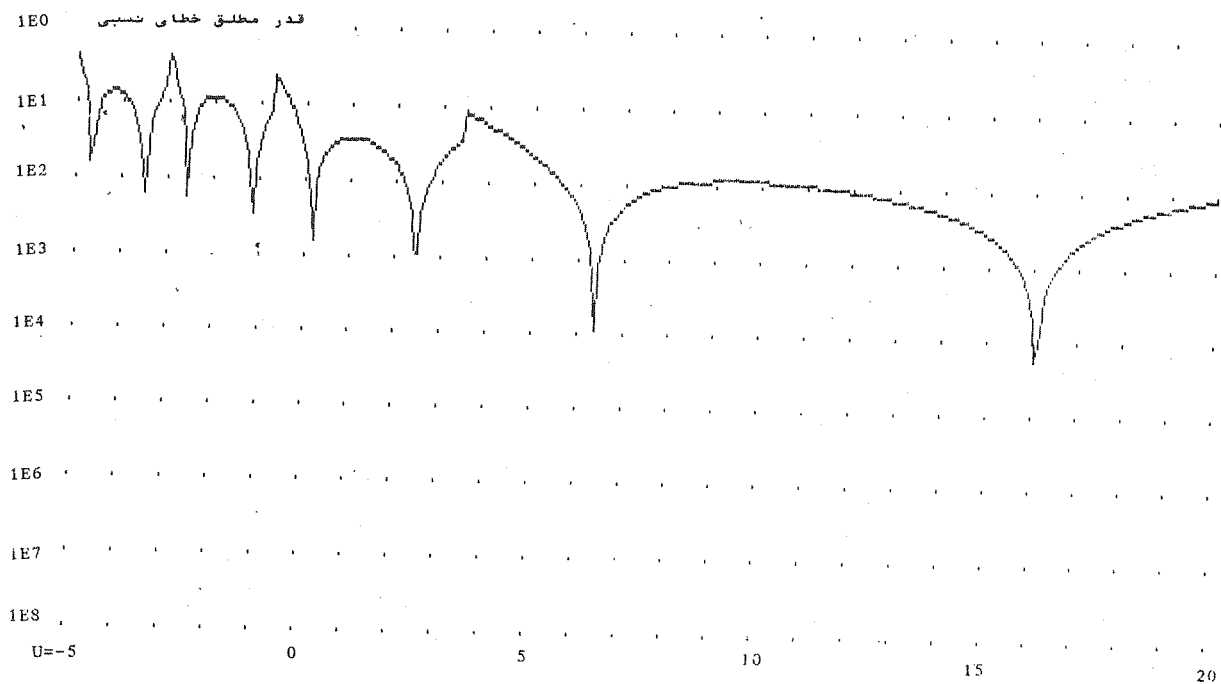
- [1] Pres-W.H, Flannery-B.P "Numerical Recipes" Cambridge University Press pp 254-259, 1986.
- [2] Don-W., Carl. J "Hydraulic Network Analysis Using Linear Theory" ASCE 98 [HY7] pp 1157-1170, 1972.
- [3] Feldy-T.A., Moon-B.J., Shur-M. "Approximate Analytical Solution of Generalized Diode Equation" IEEE Trans. on Electron Devices August 1991.
- [۴] شریفی - محمد جواد «استخراج پارامترهای عناصر نیمه هادی به کمک کامپیوتر» پایان نامه فوق لیسانس - دانشکده فنی دانشگاه تهران ۱۳۷۰.



شکل (۱) منحنی تابع $U = I + \ln(I)$ و مشتقات متوالی آن

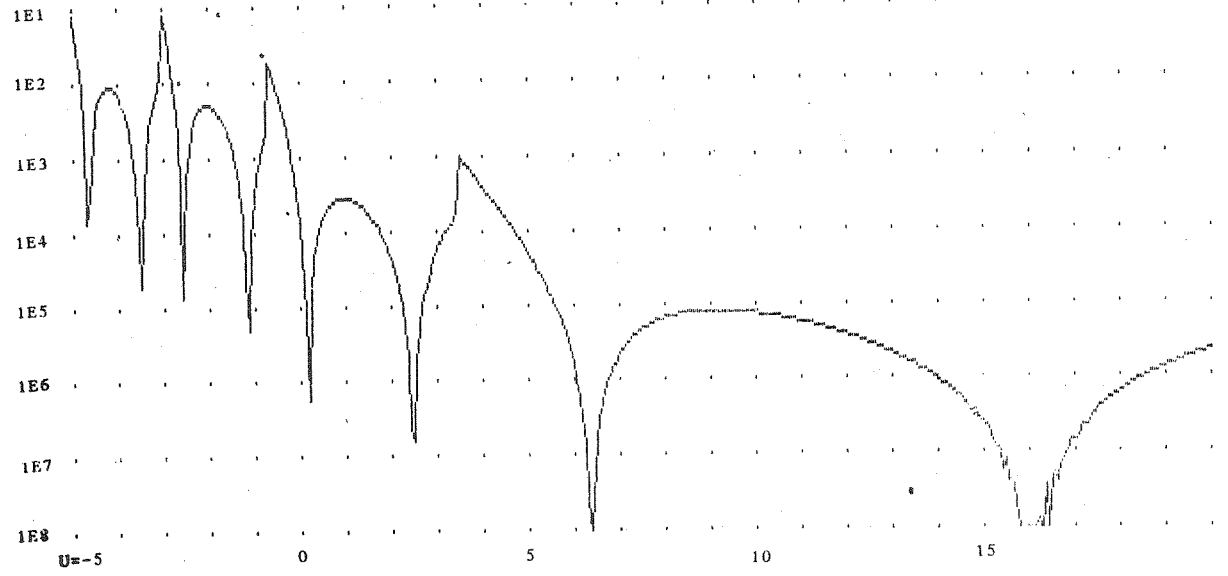


شکل (۲) تقریب خطی تکه‌ای با پنج جمله از فرمول ۱۶



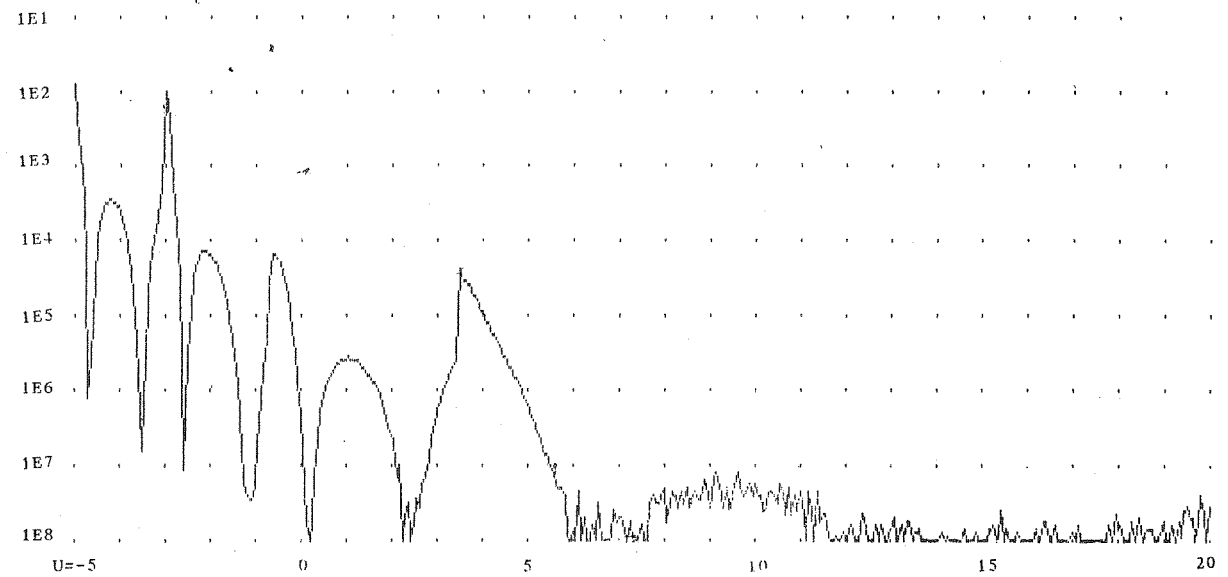
شکل (الف - ۲) قدر مطلق خطای نسبی برای تقریب خطی تکه‌ای (فرمول ۲۴)

قدر مطلق خطای نسبی

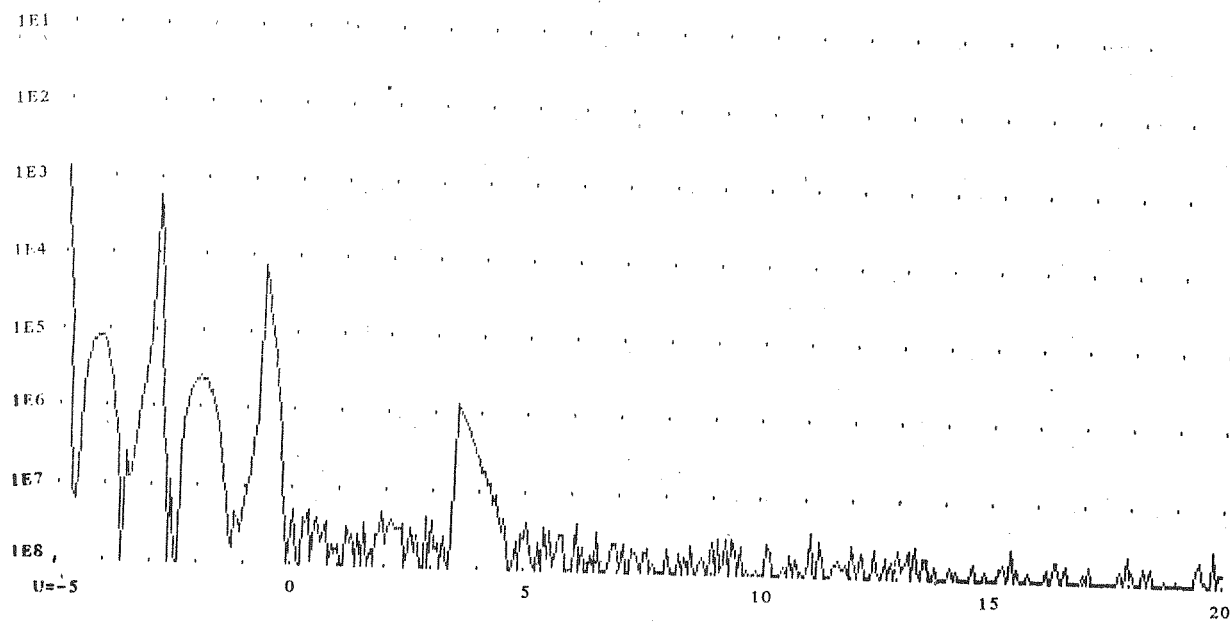


شکل (ب - ۲) تقریب خطی تکه‌ای با پنج جمله از فرمول ۱۶

قدر مطلق خطای نسبی



شکل (ج - ۲) تقریب خطی تکه‌ای با سه جمله از فرمول ۱۶



شکل (د - ۲) تقریب خطی تکه‌ای با چهار جمله از فرمول ۱۶

بررسی رفتار دینامیکی صفحات تحت اثر نیروهای جانبی و درون صفحه‌ای بر روی بستر ارتجاعی

محسن تهرانی زاده

استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

رفتار صفحات درمقابل بارهای دینامیکی تحت اثر نیروهای جانبی به علت کاربرد آن در بدنه کشتی و هواپیما از یک سو و مصارف آن در صنعت، برای ساخت ماشین‌آلات سنگین و نیز ایزوله کردن ارتعاشات این نوع صفحات از سوی دیگر از اهمیت خاصی برخوردار است. بدین منظور تعیین نیروهای داخلی، تنش‌های نقاط بحرانی برای طراحی جهت مصارف صنعتی یکی از نکاتی است که لزوم تحقیق در این زمینه را ضروری می‌سازد. در این مقاله ابتدا خلاصه‌ای از کاربرد روش المانهای محدود برای مسائل دینامیکی توضیح داده شده، سپس بر این اساس یک برنامه کامپیوتری برای صفحات تحت بارهای دینامیکی تهیه گردیده که قادر است نیروهای میان صفحه‌ای بحرانی و نیز تغییر مکان، تنش در نقاط مختلف صفحات مستطیل و دایره‌ای شکل را بر روی بستر ارتجاعی تعیین نماید.

Dynamic Behavior of Inplane Plates with Elastic Foundation Under Dynamic Forces

Mohsen Tehrani - Zadeh

Assist. Prof. Civil. Eng. Dept.

Amirkabir Univ. of Tech.

ABSTRACT:

Motivation for analysis of the response of elastic plates subjected to dynamic forces has arisen due to the development of large jet engines and rocket motors which produce dynamic pressure field of high intensity. Since the level of dynamic excitation generated by just aircraft provide a severe environment with respect to fatigue failure of structures. The investigation for the response of structure to dynamic excitation plays an important role in the fields of aircraft design.

In this paper, the amplitude vibration of thin elastic rectangular as well as circular flat plates subjected to uniform stresses normal to the plane edges in the plane of the plate with elastic foundation, and then subjected to lateral load are investigated.

In the present study, the procedure for obtaining a solution for the maximum deflection as well as maximum stress at the critical point of elastic thin plate with arbitrary dynamic force by taking into account the influence of the various modes represented in the deflection function is presented. The two dimensional finite element model has been used for this purpose. As an illustration of this procedure, the dynamic response of (1) rectangular flat plates (2) rectangular flat plates under uniform stresses parallel to the edges with elastic foundation subjected to lateral dynamic force are solved by finite element method.

۲- روابط تئوری الاستیسته و انرژی در صفحات

در صفحات نازک اگر بردار تغییرشکل‌های نسبی با ϵ_f و بردار تنش‌ها با σ_f نشان داده شود انرژی الاستیک ناشی از آنها U_f ، برای تمام حجم صفحه برابر است با:

$$U_f = \int_V \frac{1}{2} \sigma_f^T \epsilon_f dv \quad (1)$$

که در آن:

$$\epsilon_f^T = [\epsilon_x \quad \epsilon_y \quad \gamma_{xy}] \quad (2)$$

$$\sigma_f^T = [\sigma_x \quad \sigma_y \quad \sigma_{xy}] \quad (3)$$

و نیز V حجم صفحه می‌باشد.

اگر انرژی پتانسیل بار خارجی را با V نمایش داده و q شدت در واحد سطح بار قائم و $W(x, y)$ تغییر مکان قائم صفحه باشد در این صورت خواهیم داشت:

$$V = - \int_A q W dA \quad (4)$$

در این حالت انرژی پتانسیل کل سیستم (π_p) برابر است با:

$$(\pi_p) = U_f + V \quad (5)$$

معادلات تعادل استاتیکی حاکم بر صفحه با می‌نیم‌کردن تابع انرژی پتانسیل کل بدست خواهد آمد یعنی:

$$\delta \pi_p = 0 \quad (6)$$

۱-۲- تعیین معادله تعادل استاتیکی در صفحه با استفاده از روش المانهای محدود

در روش المان محدود، سیستم به اجزاء مختلفی تقسیم

صفحات، کاربرد وسیعی در صنایع مختلف دارند. بدین لحاظ طراحی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. یکی از نمونه‌های مهم در این مورد رفتار بدنه هواپیماهایی است که سرعت زیادی دارند و سرعت بالای آنها موجب تنش‌های حرارتی فشاری در نقاطی از بدنه گشته که در بعضی از حالات این تنش‌ها خود می‌توانند باعث ~~کنند~~ تنش پوسته خارجی گردند.

چون در یک محیط پیوسته تعداد درجات آزادی واقعی نامحدود است، آنالیز دقیق، مشکل و در بسیاری از حالات غیرممکن می‌باشد. لیکن پیشرفت سریع روشهای عددی و ابزار جدید آزمایش و نیز تکنولوژی پیشرفته کامپیوترها عواملی هستند که بررسی رفتار دینامیکی سازه‌های پیوسته را ممکن می‌سازند.

در این راستا روش المانهای محدود هم‌اکنون به عنوان قوی‌ترین وسیله برای حل معادلات دیفرانسیل و حل پاره‌ای از مسائل مختلف مهندسی درآمده است. کاربرد آن محدوده وسیعی از تحلیل تنشها در سازه‌ها، حل مسائل دینامیک سیالات و انتقال حرارت را دربرمی‌گیرد. این روش در محدوده رفتارهای خطی، بطور وسیعی کاربرد داشته و نتایج مطلوبی از آن حاصل شده است.

در این مقاله برای تعیین تغییر مکان، تنش‌های نقاط مختلف سازه، تعیین نیروی بحرانی از این روش استفاده شده و ضمن تشریح جزئیات کاربرد روش المانهای محدود در مسائل دینامیکی، مسأله خاص صفحات تحت بارهای میان‌صفحه‌ای مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. در این روش تقریبی درجات آزادی محیط مورد نظر را محدود نموده و با این فرض ساده‌کننده، مسأله مزبور مورد تحلیل و آنالیز قرار گرفته و کاربرد این روش برای صفحات خمشی و روابط حاکم بر رفتار دینامیکی آن تشریح شده است.

می‌شود که این اجزاء در نقاطی موسوم به گره به یکدیگر متصل می‌شوند. درجات آزادی در این نقاط (گره) مورد بررسی قرار می‌گیرند. در حالت کلی در فضای سه‌بعدی هر گره می‌تواند ۶ درجه آزادی (تغییر مکان و چرخش حول سه محور) داشته باشد. در یک صفحه تحت خمش با در نظر گرفتن فرضیات مربوط به صفحات نازک سه درجه آزادی یعنی W تغییر مکان در جهت قائم و دو چرخش θ_x ، θ_y وجود خواهد داشت.

بنابراین بردار تغییر مکان در گره i را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$u_i^T = [W_i \ \theta_{x_i} \ \theta_{y_i}] \quad (7)$$

رابطه (۱) را می‌توان بر حسب مشتقات $W(x, y)$ به صورت ماتریسی بیان نمود:

$$U_f = \int_A \frac{1}{2} K_f^T D_f K_f dA \quad (8)$$

که در آن ماتریس‌های K_f ، D_f به ترتیب برابر خواهند بود:

$$K_f^T = \left[-\frac{\partial \theta_x}{\partial x} - \frac{\partial \theta_y}{\partial y} - \left(\frac{\partial \theta_x}{\partial y} - \frac{\partial \theta_y}{\partial x} \right) \right] \quad (9)$$

$$D_f = D \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{\nu}{2} & 0 \\ \frac{\nu}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}, \quad D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \quad (10)$$

پارامتر E مدول الاستیسیته، ν ضریب پواسون، t ضخامت و A مساحت صفحه می‌باشد.

تابع W در روش المان محدود با استفاده از توابع شکلی برابر خواهد بود با:

$$W = \sum_{i=1}^n N_i W_i$$

$$K_f = \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} 0 & -\frac{\partial N_i}{\partial x} & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{\partial N_i}{\partial y} \\ 0 & -\frac{\partial N_i}{\partial y} & -\frac{\partial N_i}{\partial x} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} W_i \\ \theta_{x_i} \\ \theta_{y_i} \end{Bmatrix} = \sum_{i=1}^n B_i u_i = B_f u \quad (11)$$

با جایگزین کردن رابطه (۱۱) در رابطه (۸) انرژی الاستیک بصورت زیر ظاهر می‌گردد:

$$U_f = \int \frac{1}{2} u^T B_f^T u B_f u dA \quad (12)$$

به همین روش، انرژی پتانسیل نیروهای خارجی برای یک المان به صورت ماتریسی برابر است با:

$$V = - \int u^T N^T F_a dA \quad (13)$$

در صورتی که علاوه بر نیروهای سطحی (F_a)، نیروهای حجمی F_b و نیروهای متمرکز F_c بر صفحه اعمال شود، مجموع انرژی پتانسیل نیروهای خارجی به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$V = - \int u^T N^T F_a dA - \int u^T N^T F_b dv - u^T F_c \quad (14)$$

پس از می‌نیم کردن تابع انرژی پتانسیل π_p نسبت به بردار تغییر مکان u خواهیم داشت:

$$Ku = R \quad (15)$$

که در آن K ماتریس سختی و R بردار کل نیروهای وارده به یک المان می‌باشند.

$$K = \int B_f^T D_f B_f dA \quad (16)$$

$$R = \int N^T F_a dA + \int N^T F_b dv + F_c \quad (17)$$

$$V_N = \int \left(\frac{1}{2} N_x \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{1}{2} N_y \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + N_{xy} \frac{\partial W}{\partial y} \frac{\partial W}{\partial x} \right) dA$$

و یا:

$$V_N = \frac{1}{2} \int \left(\frac{\partial W}{\partial x} \right)^T \begin{bmatrix} N_x & N_{xy} \\ N_{xy} & N_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial W}{\partial x} \\ \frac{\partial W}{\partial y} \end{bmatrix} dA \quad (24)$$

پس از بکاربردن روابط مربوط به روش المان‌های محدود و می‌نیم‌کردن رابطه فوق خواهیم داشت:

$$K_N u = \left(\int B_N^T \begin{bmatrix} N_x & N_{xy} \\ N_{xy} & N_y \end{bmatrix} B_N dA \right) u \quad (25)$$

که در آن ماتریس B_N از رابطه زیر مشخص می‌شود:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial W}{\partial x} \\ \frac{\partial W}{\partial y} \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^n \begin{bmatrix} \frac{\partial N_i}{\partial x} & 0 & 0 \\ \frac{\partial N_i}{\partial y} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_i \\ \theta_{xi}^i \\ \theta_{yi}^i \end{Bmatrix} = B_N u \quad (26)$$

بنابراین اثرات نیروهای میان‌صفحه‌ای در معادلات تعادل دینامیکی با وجود ماتریس K_N در معادله اصلی ظاهر می‌شود و در نتیجه در این حالت معادله کلی تعادل از رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + (K + K_N)u = R \quad (27)$$

اگر نیروهای میان‌صفحه‌ای کششی باشند، علامت K_N مثبت خواهد بود و بالتیجه بر سختی سازه افزوده و تغییر مکانها را کاهش خواهد داد و بالعکس در صورتی که نیروهای میان‌صفحه‌ای فشاری باشند، سختی سازه کاهش یافته و سازه‌ای سست‌تر را ارائه می‌دهد.

۲-۴- صفحه بر روی بستر الاستیک

اگر صفحه بر روی بستر الاستیک قرار گیرد، مشخص است که ارتعاش دینامیکی آن به اندازه سیستم مشابهی که چنین وضعیتی را ندارد، آزادی عمل نخواهد داشت. به علت

$$R = R_a + R_b + R_c \quad (18)$$

۲-۲- تعیین معادله تعادل دینامیکی صفحه

بر اساس اصل دالامبر، یک سیستم در حال ارتعاش را با اعمال نیروهای ناشی از حرکت، هنگامی می‌توان به صورت تعادل استاتیکی در نظر گرفت که این نیروها در جهت مخالف حرکت به آن سیستم اعمال گردد. در این صورت عبارت مربوط به نیروی حجمی المانی که در حال حرکت می‌باشد را باید به صورت زیر اصلاح نمود:

$$R = \int N^T (F_b - \rho N\ddot{u} - \xi Nu) dv \quad (19)$$

که در آن ρ وزن حجمی صفحه، ξ نسبت ضریب استهلاک بحرانی، \ddot{u} و \dot{u} به ترتیب شتاب و سرعت المان مورد نظر خواهند بود. با جایگزین کردن رابطه (۱۹) در رابطه (۱۸)، رابطه (۱۵) به صورت زیر درخواهد آمد:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + K u = R \quad (20)$$

$$M = \int \rho N^T N dv \quad (21)$$

که در آن:

$$C = \int \xi N^T N dv \quad (22)$$

و

۲-۳- معادله تعادل دینامیکی صفحه تحت اثر نیروهای میان‌صفحه‌ای

در بعضی از سازه‌ها، سیستم در معرض نیروهای میان‌صفحه‌ای توأم با نیروهای جانبی قرار می‌گیرد. این نیروها می‌توانند به دو صورت کششی و یا فشاری اعمال گردند، در صورتی که صفحه تحت نیروهای میان‌صفحه‌ای فشاری باشد، کمانش صفحه باید مورد توجه قرار گیرد.

در این حالت اگر صفحه‌ای علاوه بر نیروهای جانبی، نیروهای میان‌صفحه‌ای N_x و N_{xy} ، N_y نیز بر آن اثر کند، کار انجام‌شده توسط این نیروها برابر خواهد بود با:

$$(23)$$

وجود نیروهای حاصل از بستر ارتجاعی که با فترهای فرضی معادل می‌شوند، نیروهائی به سیستم اعمال می‌گردد که دامنه نوسانات صفحه را کاهش خواهند داد. میزان این نیروها به سختی فترهای معادل و میزان تغییر مکانهای نقاطی که فترها با آن نقاط اتصال دارند ارتباط دارد. در صورتی که K_s شدت سختی فترها باشد نیروی اعمال شده از سوی فترها برابر است با:

$$R_s = -K_s u \quad (28)$$

که در آن U تغییر مکان نقاط اتصال فترهای فرضی می‌باشد. در این صورت معادله تعادل دینامیکی در صورتی که نیروهای صفحه‌ای نیز همزمان اعمال گردد، برابر خواهد بود با:

$$M\ddot{u} + C\dot{u} + (K + K_N + K_s) u = R \quad (29)$$

بنابراین در صورت قرارگرفتن صفحه بر روی بستر ارتجاعی، ماتریس سختی سیستم تغییر کرده و سیستم سخت تر می‌گردد.

۳- تعیین فرکانس های طبیعی صفحه خمشی و صفحه تحت اثر نیروهای میان صفحه‌ای

۱- ۳- صفحه خمشی:

در تعیین فرکانسهای طبیعی صفحه خمشی، رفتار دینامیکی مربوط به درجات آزادی اصلی که کمتر از تعداد درجات آزادی استاتیکی است، مورد مطالعه قرار می‌گیرند و تغییرشکلهای نظیر این درجات آزادی در توابع شکلی اهمیت دارند. در یک صفحه خمشی هر گره، سه درجه آزادی دارد که عبارتند از تغییر مکان قائم و چرخشهای آنها در جهات y و x که در تحلیل دینامیکی فقط تغییر مکان قائم این گره‌ها مدنظر می‌باشند، فرکانس های طبیعی صفحه و مدهای نظیر آنها با استفاده از روشهای مختلفی قابل حصول خواهد بود که در این مقاله با توجه به مزیت روش زیر فضا نسبت به سایر روشها، از این روش استفاده شده است.

برای تعیین فرکانسها بوسیله کامپیوتر باید رابطه ذیل:

$$K\Phi = M\Phi\Omega \quad (30)$$

حل گردد و این عمل با استفاده از روش زیر فضا و به دو صورت قابل انجام خواهد بود. در اولین حالت ماتریس جرم به صورت Consistent Mass و در دومین حالت ماتریس جرم به شکل Lumped Mass در نظر گرفته شده است.

۲- ۳- صفحه تحت اثر نیروهای میان صفحه‌ای

در تعیین فرکانسهای طبیعی یک سیستم، اولین گام حذف هرگونه بارگذاری برای انجام ارتعاش آزاد سیستم می‌باشد. درحالتی که صفحه تحت تأثیر نیروهای میان صفحه‌ای قرار گیرد، تغییر مکان درجهت اعمال بار به عنوان یکی از تغییر مکانهای گره‌ای محسوب نشده و نیروهای میان صفحه‌ای به عنوان بارگذاری خارجی در نظر گرفته نمی‌شود و در این حالت فرکانسهای طبیعی صفحه و توابع شکلی نظیر آنها از رابطه زیر بدست خواهند آمد.

$$[(K + K_N) - \lambda M] D = 0 \quad (31)$$

که در آن K_N ماتریس ناشی از وجود نیروی میان صفحه‌ای واحد، λ شدت نیروی میان صفحه‌ای و D بردار تغییر مکان می‌باشد.

همان طور که رابطه (۳۱) نشان می‌دهد نیروی میان صفحه‌ای فشاری باعث افزایش دامنه ارتعاش و بالتجیه کاهش فرکانس سیستم می‌شود، بطوری که هنگامی که نیروی میان صفحه‌ای به حد بحرانی برسد، اولین فرکانس طبیعی سیستم صفر می‌گردد. شکل (۱) این ادعا را ثابت کرده و بخوبی سیر نزولی فرکانس سیستم که مقارن با افزایش شدت نیروی میان صفحه‌ای می‌باشد را نمایش می‌دهد.

شکل (۲) تغییر مکان قائم صفحه‌ای با تکیه‌گاه مفصلی که تحت بار متمرکزی در وسط قرار دارد و نیروی میان صفحه‌ای آن به تناوب افزایش می‌یابد را نشان می‌دهد. در این شکل

۴- نتایج عددی رفتار دینامیکی صفحات تحت بارگذاریهای مختلف

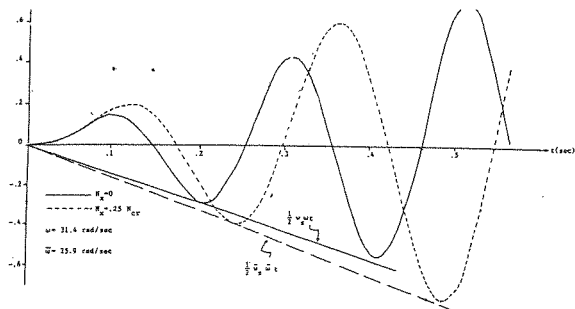
۴-۱- صفحه تحت اثر بارهای تناوبی

از انواع بارهای تناوبی می توان بار سینوسی را که به صورت کلی زیر تعریف می شود در نظر گرفت.

$$f(t) = f_0 (a_0 + b_0 \sin \Omega t) \quad (32)$$

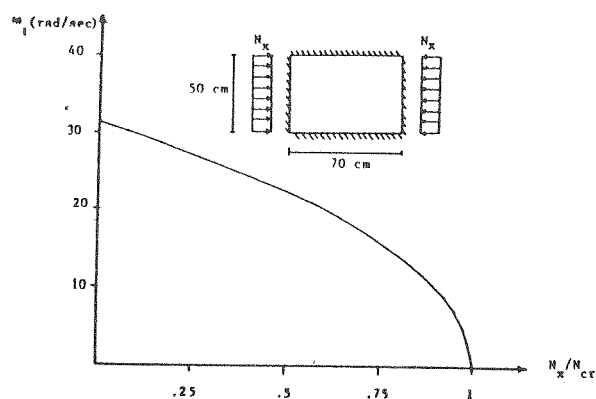
که f_0 شدت بار گسترده و یا بار متمرکز و Ω فرکانس بار تناوبی می باشد. صفحه در دو حالت بارگذاری مورد ملاحظه قرار می گیرد. در اولین حالت، صفحه تحت اثر بار تناوبی خالصی قرار می گیرد، که فرکانس بار متناوب با فرکانس طبیعی سیستم یکی می باشد، در این حالت پدیده تشدید همان طوری که در شکل (۳) نشان داده شده به وقوع می پیوندد.

در حالت دوم، صفحه تحت تاثیر نیروی میان صفحه ای و بار تناوبی همزمان قرار می گیرد، در این حالت برای بررسی پدیده تشدید ابتدا باید فرکانس طبیعی سیستم که از فرکانس حالت اول کمتر می باشد، محاسبه گردد تا فرکانس بار متناوب مساوی آن اختیار شود. نتیجه این آنالیز نیز در شکل (۳) مشاهده می گردد. در هر دو حالت با گذشت زمان تغییر مکان قائم صفحه افزایش یافته تا آن حد که دیگر صفحه قادر به تحمل آن نبوده و سیستم در اثر این تغییر مکان منهدم می شود.

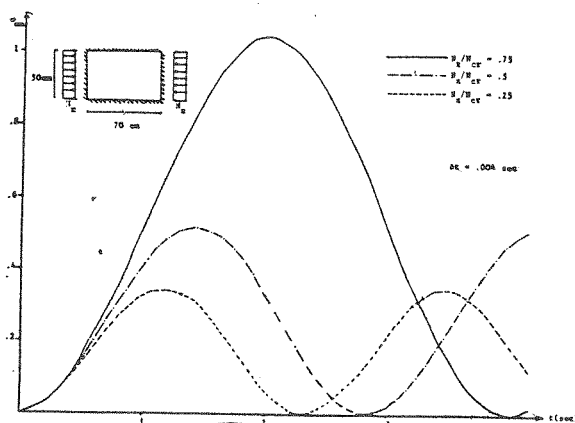


شکل (۳) حالت تشدید برای صفحه ای با تکیه گاه مفصلی

مشخص است که تعداد نوسانات در واحد زمان به تدریج کاهش می یابد، به نحوی که با رسیدن نیروی میان صفحه ای به حد بحرانی N_{cr} تغییر مکان قائم به سمت بی نهایت میل خواهد نمود. آنالیز دینامیکی این صفحه با استفاده از روش نیومارک انجام شده و ماتریس جرمی آن به طریقه (Consistent Mass) محاسبه شده است.



شکل (۱) فرکانسهای صفحه ای تحت اثر نیروی محوری

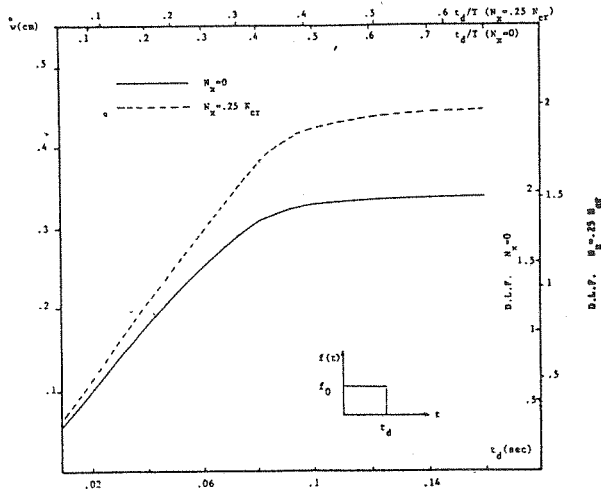


شکل (۲) تغییر مکان وسط صفحه ای با تکیه گاه مفصلی تحت اثر بار متمرکز

شایان ذکر است که اگر در سیستم مستهلک‌کننده وجود داشته باشد، تغییر مکان حداکثر به سمت خط مستقیمی که معادله آن از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$W(t) = W_s \frac{1}{2\xi} \quad (33)$$

میل خواهد کرد. بدیهی است در صورتی که سیستم قادر باشد این چنین تغییر مکانی را تحمل کند پدیده تشدید زبانی به صفحه وارد نخواهد ساخت. شکل (۴) منحنی تغییر مکان حداکثر را برای حالاتی که استهلاک وجود دارد نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشاهده می‌گردد منحنیها در نهایت به سمت خط رابطه (۳۳) میل خواهند کرد.



شکل (۵) تعیین بار دینامیکی دو صفحه‌ای با تکیه‌گاه مفصلی تحت بارگذاری پله‌ای

همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌گردد این حد تقریباً برای هر دو حالت یکسان بوده و حدود ۵ T می‌باشد (اولین پرورد ارتعاشی سیستم است) یعنی اگر $t_d > 5 T$ باشد، قطع نیرو تأثیر در ایجاد حداکثر تغییر مکان نداشته و ضریب بار دینامیکی برای هر دو حالت ۲ می‌باشد.

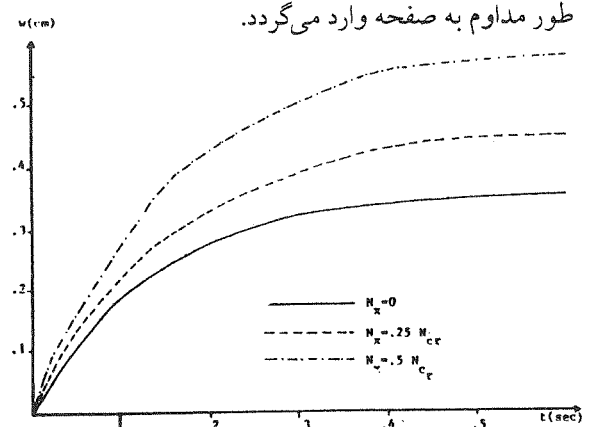
۳-۴- ارتعاش صفحه بر روی بستر ارتجاعی

به علت وجود بستر ارتجاعی، نیروهای درجهت خلاف حرکت به سیستم اعمال خواهند شد که موجب کاهش نوسانات صفحه می‌گردند. میزان این نیروها به سختی فنرهای معادل و میزان تغییر مکانهای نقاطی که فنرها در آن نقاط به سیستم متصل شده‌اند ارتباط دارد. در این حالت علاوه بر نیروهای خارجی R نیروی $K_s W - K_s$ سختی فنرها و W تغییر مکان نقاط اتصال فنرهای فرضی می‌باشد نیز بر سیستم وارد می‌شود.

شکل (۶) رفتار دینامیکی صفحه دایره‌ای شکل را در سه حالت بار گسترده دینامیکی، بار گسترده دینامیکی بر روی بستر ارتجاعی با سختی $K_s = 200 \text{ kg/cm}$ و بار گسترده

۲-۴- صفحه تحت اثر بارگذاری پله‌ای

بارهای دینامیکی در اکثر مواقع پایدار نبوده و پس از مدت زمانی قطع می‌گردند. با این وجود اثراتی که آنها بر سیستم خواهند گذاشت، پس از قطع نیرو همچنان باقی خواهد ماند. شکل (۵) رفتار دینامیکی صفحه‌ای تحت بار متمرکز پله‌ای را در دو حالت بدون نیروی میان صفحه‌ای و با نیروی میان صفحه‌ای $N_x = 0.25 N_{cr}$ نشان می‌دهد، همان‌طور که از شکل مشهود است اگر مدت زمان اعمال نیرو از حد خاصی تجاوز نموده و سپس منقطع گردد، اثراتی که بر سیستم خواهد گذاشت مانند آن خواهد بود که آن نیرو به طور مداوم به صفحه وارد می‌گردد.



شکل (۴) پوشش منحنی حداکثر تغییر مکان صفحه‌ای در حالت تشدید

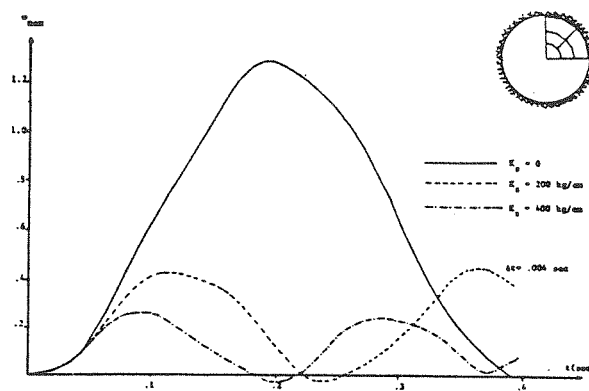
نسبت مزبور از حد مورد نظر تجاوز نماید قطع نیرو تأثیری در ضریب بار دینامیکی نخواهد داشت. در مورد صفحه بر روی بستر ارتجاعی همان طور که از نتایج بدست آمده مشخص است وجود فترها در کاهش ارتعاش کاملاً موثر بوده و بستگی به ضریب سختی فترها دارد.

منابع:

- [1] Bathe. K.J., "FINITE ELEMENT PROCEDURES IN ENGINEERING ANALYSIS", Prentice- Hall, 1982.
- [2] Clough. R.W. and Penzien. J., "DYNAMICS OF STRUCTURES", McGraw- Hill, 1975.
- [3] Cook. R.D., "CONCEPTS AND APPLICATIONS OF FINITE ELEMENT ANALYSIS", John Wiley and Sons, 1981.
- [4] Owen. D.R.J., Hinton.E., "FINITE ELEMENTS IN PLASTICITY", Pinerdge Press, 1980.
- [5] Owen. D.R.J., Hinton.E., "FINITE ELEMENTS PROGRAMMING", Academic Press, 1989.
- [6] Timoshenko. S., Woinowdsky- Krieger. S., "THEORY OF PLATES AND SHELLS", McGraw-Hill, 1970.
- [7] Timoshenko. S., Goodier. J.N., "THEORY OF ELASTICITY", McGraw-Hill, 1982.
- [8] Zienkiewicz, O.C., "THE FINITE ELEMENT METHOD IN ENGINEERING SCIENCE", McGraw-Hill, 1971.
- [9] Iuma. j.j and Cheng. P., "DYNAMIC STRUCTURAL ANALYSIS "McGraw-Hill,

دینامیکی بر روی بستر ارتجاعی با سختی $K_s=400\text{kg/cm}$ نشان می دهد.

همان طور که انتظار می رفت وجود یک بستر ارتجاعی، دامنه ارتعاشات را کاهش داده و هرچه سختی بستر افزایش یابد، این کاهش بیشتر مشهود خواهد شد.



شکل (۶) آنالیز دینامیکی صفحه‌ای دایره شکل واقع بر بستر ارتجاعی

۵- نتیجه گیری

وجود نیروی میان صفحه‌ای در کاهش یا افزایش تغییر مکان صفحه‌ای که تحت بارگذاری جانبی قرار دارد نقش عمده‌ای ایفاء می نماید. بطوری که اگر نیروی میان صفحه‌ای به صورت فشاری اعمال گردد در رفتار دینامیکی و یا استاتیکی باعث افزایش تغییر مکان شده و بالعکس نیروی میان صفحه‌ای کششی موجب کاهش تغییر مکان صفحه می گردد. فرکانسهای طبیعی صفحه با وجود نیروهای میان صفحه‌ای فشاری کاهش می یابد به نحوی که با نزدیک شدن نیروی میان صفحه‌ای به حد بحرانی، اولین فرکانس طبیعی به سمت صفر میل می کند.

وجود نیروی میان صفحه‌ای تغییری در حدود مربوط به $\frac{t}{T}$ که در بارگذاری پله‌ای مورد بحث قرار می گیرد نداشته و اگر

1983.
[10] Lin. y.k., "PROBABLISTIC THEORY OF
STRUCTURAL DYNAMICS" McGraw-Hill,
1967.

[11] Kolousek. v, "DYNAMICS IN
ENGINEERING STRUCTURES", Butterworth
Group, 1973.

رنگرزی با رنگهای راکتیو

نقی سعادتجو (دانشیار)

مختار آرامی (استادیار)

ماندانا ویسه (دانشجو)

دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده:

در مقاله حاضر بعد از بررسی تمایز بین رنگینه‌ها و پیگمنت‌ها به عنوان مقدمه، نیروهای موثر در سیستم رنگینه - لیف مطالعه شده، پیوندهای کووالانسی به عنوان قویترین این نیروها در سیستم رنگهای راکتیو-الیاف و لذا مهمترین ویژگی این نوع رنگها می باشد. بعد از ذکر تاریخچه‌ای از پیدایش، ساختمان شیمیائی رنگهای راکتیو به طبقه بندی آنها از نظر رنگرزی و مکانیسمهای مربوطه پرداخته شده است. واکنش رنگرزی با رنگهای راکتیو براساس گروههای راکتیو به چهار نوع واکنش استخلافی نکتوفیلیک دو مولکولی، افزایشی نکتوفیلیک، واکنشهای چند مرحله‌ای افزایشی و حذفی و تشکیل استر با گروه فسفونیک اسید طبقه بندی می شوند و نهایتاً ظهور نسل جدیدی از رنگهای راکتیو به نام رنگهای راکتیو دو عاملی در مقایسه با رنگهای راکتیو معمولی مورد بررسی قرار گرفته و ارجحیت آنها توضیح داده شده است.

Dyeing with Reactive Dyes

N. Saadatjou
Associate Prof.,

M.Arami
Assistant Prof.,

M. Veisheh
Student

Textile Eng. Dept Amirkabir University

ABSTRACT:

In this paper differences between dyes and pigments discussed as a introduction and effective forces in dye- fibre system were studied. The covalent bonds as a powerful forces in reactive dye-fibre system is a major especification of this dyes. The chemical constitution of reactive dyes, classification according to dyeing mechanism were explained. According to type of reactive groups, dyeing reaction with reactive dyes classified to: (a) bimolecular nucleophilic reaction, (b) nucleophilic addition, (c) several addition and elimination reactions and, (d) ester formation with phosphonic acid group. Finally development of new generation of reactive dyes (i.e. bifunctional reactive dyes) in contrast with common reactive dyes investigated and their advantages were explained.

Electrophilic reactive group, Bridge link,
Nucleophilic leaving group, Chromogen,
Exhaustion, Affinity, Fixation rate.

کلمات کلیدی

رنگرزی، رنگهای راکتیو دو عاملی، الیاف، گروه راکتیو
الکترون دوست، اتصال پل دار، گروه ترک کننده هسته
دوست، کروموژن، رمق کشی، میل ترکیبی، سرعت تثبیت.

مقدمه

علوم و تکنولوژی رنگ در برگیرنده فیزیک رنگ، شیمی

Dyeing, Bifunctional reactive dyes, Fibres,

رنگ، رنگرزی در صنایع نساجی و رنگ آمیزی در دیگر صنایع بوده و از این دیدگاه مواد رنگی یا رنگزا به دو نوع رنگینه‌ها (Dyes) و رنگدانه‌ها (Pigments) طبقه‌بندی می‌شوند. این دو نوع از نظر مکانیسم و نحوه کاربردشان با همدیگر تفاوت دارند. بدین صورت که، پیگمنت‌ها در محیطی که بکار برده می‌شوند نامحلول بوده و معمولاً بوسیله ترکیبات کمکی به سوبسترا اتصال پیدا می‌کنند. مثلاً اتصال یا چسبندگی در رنگهای ساختمانی و صنعتی و پلاستیکها توسط رزین انجام می‌گیرد. مهمترین کاربرد آنها در تهیه رنگهای پوشش سطح است. اما رنگها در شکل مایع (به صورت کاملاً محلول و یا نیمه محلول) با سوبستراهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و عمده‌ترین کاربردها در رنگرزی منسوجات است. دیگر سوبستراهای بکار رفته چرم، کاغذ، مو و غیره می‌باشند [۱].

در سیستم رنگدانه - سوبسترا، سوبسترا وارد واکنش شیمیایی نمی‌شود و حال آنکه در سیستمهایی که در آنها از رنگینه استفاده می‌شود، میل ترکیبی شیمیایی ویژگی مهم به حساب می‌آید. چون بحث در مورد سیستمهای اول از حوصله این مقاله خارج است آنرا کنار گذاشته و به سیستمهای رنگینه - سوبسترا که کاربردهای عمده مواد رنگی را شامل می‌گردد، می‌پردازیم.

از مهمترین سیستمهای رنگینه-سوبسترا، سیستم رنگینه-لیف بوده که با فرآیند و یا واکنش رنگرزی از آن یاد می‌شود. نیروهای مؤثر در رنگرزی و به عبارتی کشش بین لیف و رنگینه با مکانیسمهای گوناگونی قابل توضیح می‌باشند. اهم این مکانیسمها عبارتند از [۲]:

الف - جذب سطحی فیزیکی: رنگرزی سلولز با رنگهای مستقیم توسط پیوندهای هیدروژنی و نیروهای واندروالس.
ب - محلول حامد: رنگرزی پلی استر با رنگهای دیسپرس.

ج - تجمع نامحلول در لیف: رنگرزی پنبه با رنگهای خمی.
د - پیوندهای یونی یا نیروهای الکترواستاتیک: رنگرزی الیاف پلی آمیدی با رنگهای آنیونی و آکرلیک با رنگهای

کاتیونی.

ه - پیوندهای کووالانسی: رنگرزی با رنگهای راکتیو پیوندهای کووالانسی به عنوان قویترین اتصال و کشش بین رنگینه‌ها و الیاف، ویژگی اصلی نوعی از رنگینه‌هاست که بنام رنگینه‌های راکتیو معروف می‌باشند.

رنگینه‌های راکتیو

این رنگینه‌ها ترکیباتی هستند که در آنها گروههای مناسب برای تشکیل پیوند کووالانسی بین اتم کربن، یون یا مولکول رنگینه با اکسیژن و نیتروژن گروه هیدروکسی و آمینوی الیاف وجود دارند. پیوند کووالانسی به عنوان قویترین اتصال باعث ثبات این رنگینه‌ها در مقابل شستشو می‌شوند [۳].

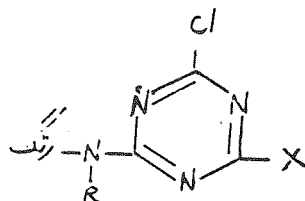
رنگینه‌های راکتیو برای اولین بار در سالهای ۵۶-۱۹۵۴ توسط راتی و استفان در ICI تحت عنوان «پروسیون‌ها» مورد استفاده عملی پیدا کردند [۴] و تقریباً در همین سالها شرکت CIBA، رنگینه‌های راکتیو دیگری با نام سیباکرون به بازار عرضه نمود. رنگینه‌های پروسیون دارای گروههای راکتیو ۲ و ۴- دی کلرو تری آزینیل آمینو هستند و اغلب دارای دو اتم کلر بوده که توسط خاصیت الکترون گیرندگی اتمهای نیتروژن فعال می‌شوند و از این طریق به تشکیل پیوند کووالانسی کمک می‌کنند. رنگینه‌های راکتیو اولیه برای رنگرزی الیاف سلولزی مورد استفاده قرار گرفتند. فرمول ساختمانی و کلی این رنگینه‌ها عبارتند از [۵]:

پروسیون (ICI):

سیباکرون پرونت (CGY):

پروسیون H (ICI):

سیباکرون پرونت (CGY):



جدول (۱) مجموعه‌ای از رنگینه‌های راکتیو را برحسب نوع شیمیایی سال عرضه به بازار و کاربرد برای الیاف مختلف را نشان می‌دهد [۶].

جدول (۱) مروری بر رنگهای راکتیو

سال	تولیدکننده	نام رنگ	نوع شیمیائی	مکانیسم	الیاف
۱۹۳۲	آی گ	سوپرآمین- اورانژ R	ω - کلرواستیل آمینو	استخلافی	پشم
۱۹۵۲	هوخت	ریمالان	وینیل سولفون، β - سولفاتو استیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۵۴	سیبا	سیبالان برلیانت	ω - کلرو استیل آمینو	استخلافی	پشم
۱۹۵۶	آی سی آی	پروسیون M	دی کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	آی سی آی	پروسیون M	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	سیبا	سیباکرون	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۵۷	هوخت	ریمازول	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	سلولز
۱۹۵۸	هوخت	ریمالان- فست E	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۰	ساندوز	دریمان	تری کلرو پیریمیدین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۰	گایگی	راکتون	تری کلرو پیریمیدین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۰	بایر	لوفیکس	سولفاتو اتیل سولفون آمید	افزایشی	سلولز
۱۹۶۱	بایر	لوفیکس	۲ و ۳- دی کلرو کینوکسالین	استخلافی	سلولز
۱۹۶۱	سیبا	سیباکرولان	مونو کلرو تری آزین	استخلافی	پشم
۱۹۶۱	بی آس اف	پریمازین	کلرو پروپیل آمید، سولفاتو پروپیل آمید	افزایشی	سلولز
۱۹۶۲	ساندوز	لانازین آبی FBL	α - کلرو آکریل آمیدو	افزایشی و استخلافی	پشم
۱۹۶۲	ساندوز	دریمالان	ω - کلرو استیل آمیدو	استخلافی	پشم
۱۹۶۳	هوخت	ریمازولون	β - سولفاتو اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۳	فران کالر	ریتکس الیسیان بعدی	دی کلرو فتالازین، بنز کلرو تiazول	استخلافی	سلولز
۱۹۶۴	آی سی آی	پروسیلان	آکریل آمیدو، ω - کلرو استیل آمینو	افزایشی و استخلافی	پشم
۱۹۶۴	بی آس اف	پریمازین P	دی کلرو پیریدازون	استخلافی	سلولز
۱۹۶۶	سیبا	لانازول	β - برومو آکریل آمید	افزایشی	پشم

ادامه جدول (۱)

سال	تولیدکننده	نام رنگ	نوع شیمیائی	مکانیسم	الیاف
۱۹۶۷	سومیتومو	لانافیکس	سولفاتو اتیل سولفون آکریل آمید	افزایشی	پشم
۱۹۶۷	کاسلا	سولیدازول N	وینیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۶۷	بایر	لانافیکس P	متیل سولفونیل کلرومتیل پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	بایر	لوفیکس E-A وروفیکس	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	ساندوز	دریمالان F دریمارن K و R	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	گایگی	راکتولان	مونو کلرودی فلورو پیریمیدین	استخلافی	پشم و سلولز
۱۹۷۰	هوخست	هوستالان	متیل تورین اتیل سولفون	افزایشی	پشم
۱۹۷۱	سیبا	سیباکرون - پرونت	۲-کلرو -۴- متوکسی تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	آی سی آی	پروسیون H-E	بیس - مونوکلرو تری آزین	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	سیانامید	کالکوباند	N - متیلول	استخلافی	سلولز
۱۹۷۱	هوخست	ریمازول H و D	β - سولفو اتیل سولفونامید، دی آلکیل آمینو اتیل سولفون	افزایشی	سلولز
۱۹۷۷	آی سی آی	پروسیون T	فسفونیک اسید	استخلافی	سلولز
۱۹۷۸	سیبا-گایگی	سیباکرون F	مونو فلورو - ۴ - تری آزین	استخلافی	سلولز

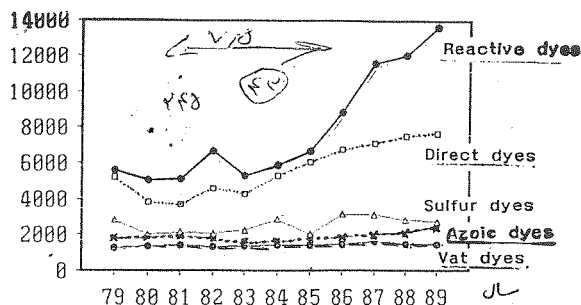
از آنجائی که مهمترین مورد استفاده رنگینه‌های راکتیو در رنگری الیاف سلولزی بوده و هست لذا بهتر است این رنگینه‌ها را با دیگر رنگهائی که در رنگری الیاف سلولزی مورد استفاده قرار می‌گیرند مقایسه کنیم. جدول (۲) جمع‌بندی این مقایسه را ارائه می‌کند.

جدول (۲) مقایسه رنگینه‌های الیاف سلولزی

رنگینه‌ها	شروع	کیفیت		
		شفافیت	رمق‌کشی	خواص ثباتی
رنگینه‌های گوگردی	۱۸۸۳	×	Δ	×
رنگینه‌های مستقیم	۱۸۸۴	Δ	○	×
رنگینه‌های خمی	۱۹۰۱	Δ	○	⊙
رنگینه‌های آزوئیک	۱۹۱۲	○	Δ	○
رنگینه‌های راکتیو	۱۹۵۶	⊙	Δ	○

⊙: عالی ○: خوب Δ: مناسب ×: نامناسب

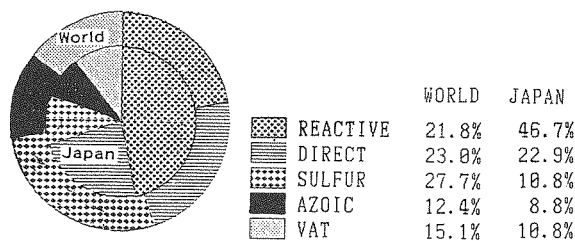
افزایش استفاده از رنگینه‌های راکتیو مخصوصاً در کشور ژاپن بارز بوده و شکل (۲) آنرا نشان می‌دهد [۸]:



شکل (۲) مقایسه مصرف مهمترین رنگینه‌های الیاف سلولزی در ژاپن

به مرور زمان بر مصرف رنگینه‌های راکتیو افزوده شده و مخصوصاً این موضوع در کشور ژاپن که بیشترین پژوهش را در مورد رنگینه‌های راکتیو انجام داده مشخص تر است.

شکل (۱) مقایسه‌ای از نظر کاربرد بر پنج نوع رنگینه مهم در جهان برای الیاف سلولزی را در مقایسه با ژاپن نشان می‌دهد [۷].



شکل (۱) مصرف رنگینه‌های مهم الیاف سلولزی در جهان

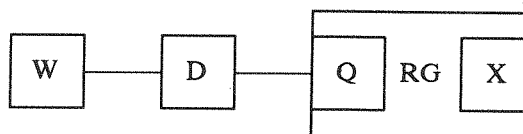
رنگینه‌های راکتیو را از دیدگاهی به سه نسل می‌توان تقسیم بندی کرد توسعه این رنگینه‌ها را با خصوصیات و مثال نمونه برای هر کدام می‌توان به صورت جدول ۳ نشان داد.

جدول ۳: توسعه رنگینه‌ها

خصوصیات	مثال نمونه	۱۹۸۰ ۱۹۷۰ ۱۹۵۶		
		←	←	←
برای رنگرزی پشم و چاپ الیاف سلولزی	پروسیون H (ICI) ریمازول (HOE)			نسل اول
برای رنگرزی رمق کشی	لوافیکس E-A (BAY) پروسیون HE (ICI)			نسل دوم
رمق کشی و ثبات بالا	سیباکرون C,F (CGY) سومیفیکس سوپرا (Sum)			نسل سوم

ساختمان کلی رنگینه‌های راکتیو را می‌توان به صورت زیر

نشان داد: [۹]



که در آن:

RG: گروه یا گروه‌های راکتیو الکتروفیلیک

Q: اتصال پل دار

X: گروه ترک کننده نوکلئوفیلیک

D: کروموژن

W: گروه یا گروه‌های حل کننده در آب

طبقه‌بندی رنگهای راکتیو و مکانیسم رنگری راکتیو

از دیدگاههای مختلف می‌توان رنگهای راکتیو را طبقه‌بندی کرد، اما شاید مهمترین بررسی این رنگها از نقطه نظر مکانیسم واکنش رنگری براساس گروههای راکتیو باشد. بر این اساس چهار نوع رنگ راکتیو وجود خواهد داشت [۱۰]:

۱- گروههایی که توسط استخلاف نکلئوفیلیک دو مولکولی وارد واکنش می‌شوند. واکنش به صورت فرمول (۱) در ضمیمه می‌باشد.

HY گروه عاملی سوبسترای نساجی (مثلاً در سلولز به صورت $\bar{O}R$ و در آب مثل $\bar{O}H$) است.

مهمترین مثالهای واقعی رنگهای راکتیو در این طبقه‌بندی قرار داشته و شامل انواع شیمیائی مونوکلروتری آزینیل (MCT)، دی کلروتری آزینیل (DCT)، مونوفلوروتری آزینیل (MFT)، وینیل سولفون (VS) و غیره می‌باشد.

تعدادی از مثالهای بعنوان نمونه با ذکر ساختمان شیمیائی آنها در زیر آورده می‌شود:

از نوع دی کلروتری آزینیل (DCT) مثل پروسیون MX

(به فرمول (۲) در ضمیمه رجوع کنید)

از نوع مونو کلروتری آزینیل (MCT)،

مونوفلوروتری آزینیل (MFT) و

وینیل سولفون (VS)

(به فرمول (۳) در ضمیمه رجوع کنید)

مثالها:

سیباکرون و پروسیون H

(X=C1, Z=NHR, NHAr, NR₁R₂, NRAr)

F سیباکرون: (X=F, Z=NR₁R₂, NRAr)

سیباکرون پرونت: (X=C1, Z=OR)

پروسیون SP: (X=C1, Z=SO₃H)

: سومیفیکس سوپرا*

(X=C1, Z=NH-C₆H₄ - m - SO₂

CH₂CH₂OSO₃H)

ریمازول:

(X=C1, Z=NH-C₆H₄ - p - SO₂

CH₂CH₂OSO₃H)

*سیباکرون C:

(X=F, Z=NH- alkylene- SO₂ CH=CH₂)

پروسیون سوپرا*:

(به فرمول (۴) در ضمیمه رجوع کنید)

مونو - (متا - کربوکسی پیریدینیم) - تری آزینها:

(فرمول (۵) ضمیمه) : کایاسلون راکت

۲ و ۴ و ۵- تری هالوژنو پیریمیدینها:

دریمارن X, Z: (X=CL)

(X=F): دریمارن K, R, دریمالان F, لوافیکس P-A,

وروفیکس ۲ و ۳- دی کلروکینواکسالین:

(فرمول ۶ در ضمیمه) : لوافیکس E

* رنگهای راکتیو دو عاملی

فعالیت شیمیائی این گروههای راکتیو به صورت زیر و

براساس اصول شیمی فیزیک آلی می‌باشد:

دریمارن X و Z > سیباکرون و پروسیون H > سیباکرون

پرونت > سیباکرون mF لوافیکس E > پروسیون MX

۲- گروههایی که براساس مکانیسم افزایشی نکلئوفیلیک

وارد واکنش می‌شوند. واکنش کلی (فرمول ۷ در ضمیمه

آمده است)

رنگهای راکتیو دیسپرس (رنگهای پروسینیل)

۳- گروههایی که با چندین مرحله، واکنش افزایشی و

حذفی با گروههای نکلئوفیلیک لیف انجام می‌دهند. مثال

نمونه در این مورد رنگهای لانازول یا رنگهای راکتیو از نوع

α - برمواکریل - آمید هستند که در رنگری الیاف پشمی

مورد استفاده قرار می‌گیرند مکانیسم رنگری این رنگها با

پشم به صورت فرمول ۸ ضمیمه است [۱۱] :

۴- گروههای راکتیوی که با تشکیل استر توسط گروه فسفونیک اسید وارد واکنش می شوند. واکنش کلی به صورت فرمول ۹ ضمیمه است:

مثال واقعی: پروسیون T که بعداً به رنگینه‌های پروسیلین معروف شدند. این رنگینه‌ها بوسیله شیمییدانهائی کشف شده‌اند که در صنایع نساجی مشغول کار بودند [۱۲].

در رنگرزی با رنگینه‌های راکتیو غیر از گروههای راکتیو، دیگر اجزاء ساختمانی آنها نیز تاثیر می گذارند. مثلاً با تغییر گروه ترک کننده نوکلئوفیلیک (X) می توان رنگهای متنوعی را سنتز نمود [۱۳]، به فرمول ۱۰ ضمیمه رجوع شود.

Sumifix Supra Brilliant Red 2BF:
(A=o-SO₃H, B=m-SO₂ CH₂CH₂OSO₃H)
(C. I. Reactive Red 194)

Remazol Red RB: (A= p-SO₂CH₂CH₂OSO₃H,
B=m-SO₃H)
(C. I. Reactive Red 198)

Remazol Red FG: (A=o-SO₃H, B=p-SO₂
CH₂CH₂OSO₃H)
(C. I. Reactive Red 227)

اتصال پل دار (Q) نیز موجب تاثیراتی در چهار عامل فعالیت شیمیائی سیستم راکتیو، سرعت تثبیت، پایداری رنگرزی راکتیو و بالاخره میل ترکیبی سلولز می گردد. قسمت کروموژن رنگ (D) نیز تامین کننده فام رنگینه‌های راکتیو بوده و برای تهیه رنگهای زرد، نارنجی و قرمز از کروموژن مونوآزو، برای رنگهای بنفش و آبی از کمپلکس - فلزی، مونو دی آزو و برای رنگهای آبی روشن از کروموژنهای آنتراکینونی، فتالوسیانین، کمپلکس مس فورمازان و تری فنودی اکسازین [۱۴]، استفاده می شود. نهایتاً برای رنگرزی سلولز و الیاف پروتئین، وجود ۱ تا ۴ گروه سولفونیک اسید (W) در رنگینه‌های راکتیو ضروری است.

رنگینه‌های راکتیو جدید (رنگینه‌های راکتیو دو عاملی)

با همه اینکه رنگینه‌های راکتیو بعنوان یکی از مهمترین رنگینه‌ها برای رنگرزی الیاف مختلف مخصوصاً الیاف سلولزی مورد استفاده قرار می گیرند اما هنوز هم از نظر خواص رنگرزی دارای اشکالاتی است که آنها را می توان به صورت جمع بندی شده توسط جدول (۴) نشان داد.

جدول ۴- مسائل موجود در رنگرزی الیاف سلولزی با رنگینه‌های راکتیو

مشکل و نتیجه	خواص رنگرزی
رنگرزی خیلی گران، رنگی شدن بالای پساب	درجه پائین رمق کشی و تثبیت
تکرارپذیری و یکنواختی ضعیف	حساسیت به شرایط رنگرزی
تغییر رنگ	اکسیداسیون / احیاء با عرق و نور
تغییر رنگ	اکسیداسیون با کلر فعال موجود در آب
لکه دار شدن و رنگ پس دادن	هیدرولیز توسط گازهای اسیدی آتمسفر

اولین بار توسط گروه Abeta در شرکت Sumitomo ژاپن در دهه ۱۹۷۰ تحت عنوان Sumifix Supra سنتز و مورد مطالعه قرار گرفتند [۱۵]. این رنگینه‌ها براساس مطالعات مقدماتی روی ساختمان شیمیائی، خواص رنگرزی و

برای فائق آمدن به اشکالات بالا، نسل جدیدی از رنگینه‌های راکتیو به نام رنگینه‌های دو عاملی مخصوصاً با گروههای عاملی مختلف (گروه مونوکلروتری آزینیل و وینیل سولفون) تهیه و به بازار عرضه شده‌اند. این رنگها

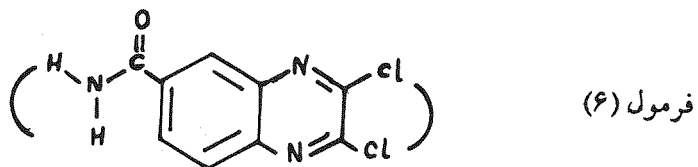
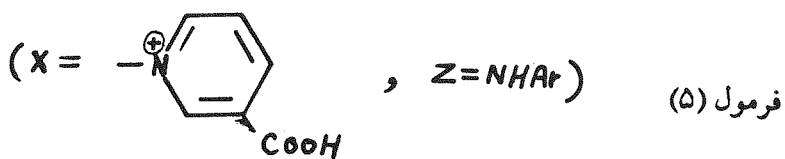
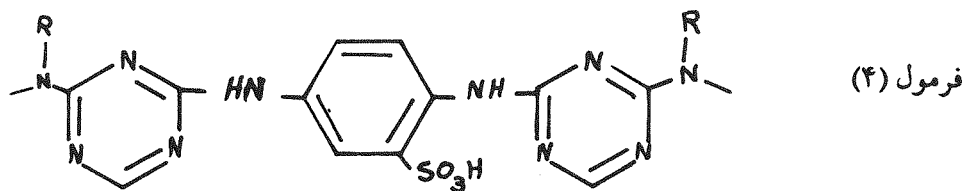
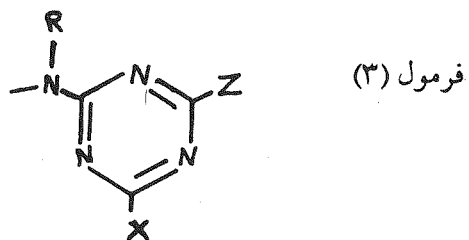
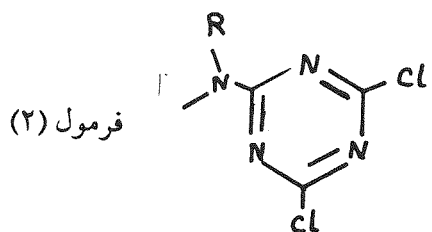
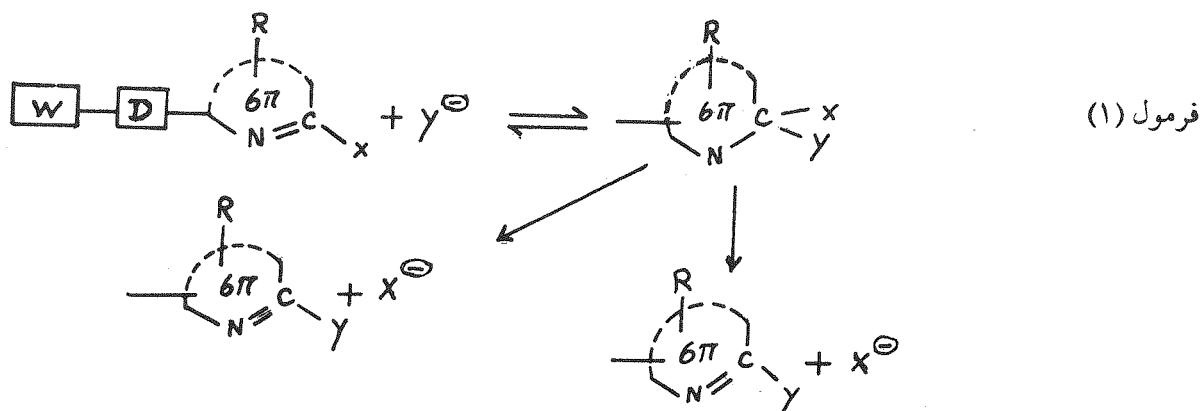
- Res. J., 56 (1986) 447.
- [12] B.L.Mc Connell, L.A. Graham & R.A. Swidler, Text. Res. J. 49 (1979) 458.
- [13] S.Abeta, K. Akahon, U. Meyer & H. Zollinger, JSDC, 107 (1991) 12.
- [14] A.H.M. Renfrew, Rev. Prog. Coloration, 15 (1985) 15.
- [15] S.Fujioka & S.Abeta, Dyes and Pigments, 3 (1982) 281.
- [16] J.P. Luttringer & A. Tzikas, Textilveredlung, 25 (1990) 311.

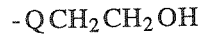
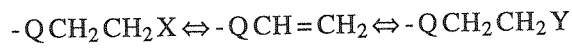
خواص ثباتی تهیه شده و تکرارپذیری رنگرزی آنها به مقدار خیلی زیاد تصحیح گردیده است. این رنگها خواص ثباتی و یکنواختی را نیز تقویت کرده و به دلیل رمقکشی بالا، پساب رنگرزی را کمتر رنگی می نمایند.

نوع دیگری از رنگینه های راکتیو دو عاملی، رنگهائی هستند که دارای دو گروه دو عاملی مشابه هستند و شرکت ICI آنها را تحت عنوان «پروسیون سوپرا» به بازار عرضه کرده است. بعد از سال ۱۹۸۸ نیز سیباگایگی نوع دیگری از این رنگینه های راکتیو دو عاملی را با گروههای مونوفلورو و وینیل سولفون تحت نام سیباکرون C معرفی نموده است [۱۶].

منابع

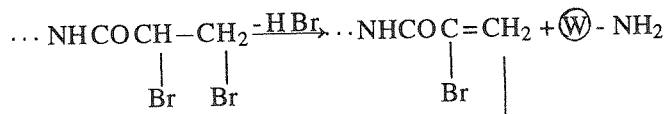
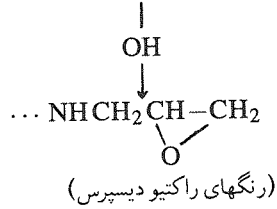
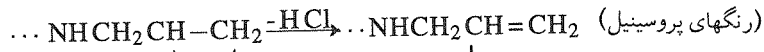
- [۱] نقی سعادتجو، «شیمی و تکنولوژی رنگ»، انتشارات نیما، تبریز، سال ۱۳۶۴، ص ۳۱.
- [2] I.D. Rattee, "The Physical Chemistry of Dye Adsorption" Academic Press, 1976, p.244.
- [۳] منبع ۱، ص ۱۷۰.
- [4] I.D. Rattee & Stephen, BP 772030. BP 774 925, BP, 781 930
- [5] D.R. Waring & G. Halles "The Chemistry and Application of Synthetic Dyes", Plenum Bess, London, 1990, p.51.
- [6] D.M. Lewis, JSDC, 98 (1982) 165.
- [7] Sumitomo Chemical Co., Technical Information, 1993, p.3.
- [8] S.Abeta & K. Imada, Rev. Prog. Coloration 20 (1990) 19.
- [9] H. Zollinger, Color Chemistry, VCH, Weinheim, 1991, p. 168.
- [10] C.L Bird Ed., "Theory of Coloration of Textile", SDC Publ., Bradford, 1988, p.330.
- [11] P.Ball, U. Meyer & H. Zollinger, Text.



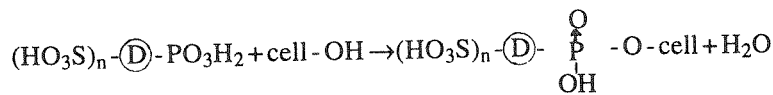
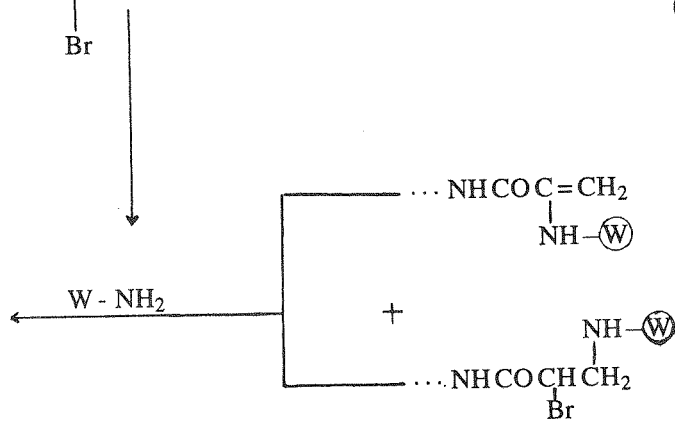
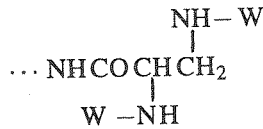


(v) فرمول

۴ مثال ... SO₂CH₂CH₂OSO₃H (ریمازول)

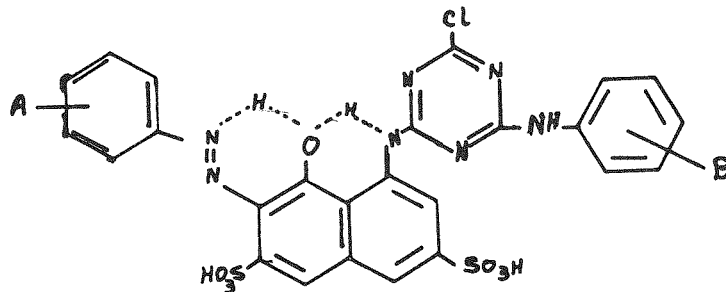


(۸) فرمول



(۹) فرمول

(n = 1,2)



(۱۰) فرمول


کتاب شناسی


مرضیه بعیدفر


اشاره

نشریه علمی پژوهشی امیرکبیر در هر شماره تعدادی از جدیدترین کتابهای رسیده را معرفی می نماید. از کلیه استادان، پژوهشگران، نویسندگان، مترجمان و ناشرانی که مایلند کتب علمی و فنی آنها به خوانندگان معرفی شود، دعوت می نماید یک نسخه از کتب خود را به دفتر نشریه ارسال فرمایند.


مجله علمی و فنی امیرکبیر

 ویلفرید. ج. میچل، ج. س. اسلاتر. زیست شیمی و زیست شناسی برای شیمییدانها و مهندسان شیمی. ترجمه: سهرابی. مرتضی، کاغذچی. طاهره. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۱۳۷۳. ۱۹۶ ص.
مطالب: درآمد. مبنای شیمیایی زندگی. یاخته واحد زندگی. آنزیمها. سوخت و ساز. رشد ریز جانداران در محیط کشت. کاربردهای صنعتی. نکاتی در مورد طبقه بندی و نامگذاری در زیست شناسی.


 طباطبا و کیلی. وحید. سیستم های مخابراتی (جلد اول - آنالوگ). انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران. ۱۳۷۳. ۶۴۰ ص. ۹۰۰۰ ریال.
مطالب: مقدمه. سیگنالها و طیف فرکانسی آنها. سیستمها و فیلترها. احتمالات و متغیرهای تصادفی. فرآیندهای تصادفی و نویز. مدوله سازی خطی. مدوله سازی نمایی. سیستمهای حامل آنالوگ. نویز در سیستمهای مدوله CW پیوسته.

 بادامچی. کریم. طرح و محاسبه سازه های فولادی. انتشارات دانشگاه تربیت معلم تبریز. ۱۳۷۳. ۲۷۳ ص. ۴۹۵۰ ریال.


مطالب: مقدمه. مقدمه ای برای محاسبه سازه های فولادی: اتصالات و ادوات اتصال. قطعات کششی. قطعات فشاری. سیستم های خریائی. عضوهای خمشی. اتصال گره تابها. صفحات زیرسری ستونها. اتصالات ستونها به همدیگر توسط وصله ها. طرز اتصالات تیرها و ستونها به همدیگر.

 کاوه. علی، کلات جاری. وحیدرضا. نظریه قابلیت اعتماد و کاربرد آن در مهندسی سازه. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران. ۱۳۷۳. ۳۲۵ ص. ۴۵۰۰ ریال.

مطالب: عدم قطعیت در مهندسی سازه: مفاهیم اساسی. عدم قطعیتها در تحلیل سازه. ایمنی سازهها. تئوری قابلیت اعتماد سازهها. ارزیابی قابلیت اعتماد سازهها. بهینه یابی سازهها براساس نظریه قابلیت اعتماد.

 الکساندر. بسورنیه. بال ریشک داران (تریپسها) زیست شناسی و اهمیت آنها در کشاورزی. ترجمه: حسن زاده سلماسی. منصور. انتشارات دانشگاه تبریز. ۱۳۷۳. ۱۸۳ ص. ۲۰۰۰ ریال.

مطالب: کلیاتی از شکل شناسی بیرونی و درونی. رفتارشناسی. اکولوژی. دینامیک جمعیتها. بال ریشک داران زیان آور گیاهان زراعی. روشهای عمومی مبارزه. ضمیمه.

 ژ. هایمن. طرح و تحلیل پلاستیک سازه ها: کاربردها. ترجمه: کاوه. علی، مختارزاده. عباس. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران. ۱۳۷۳. ۳۳۵ ص. ۴۹۵۰ ریال.

مطالب: سطح تسلیم. قابهای فضایی مقدماتی. سازه های بتن آرمه و بنایی. تحلیل الاستیک - پلاستیک. بارگذاری تکراری. طراحی وزن کمینه. تحلیل عددی. قابهای چندطبقه. یک مثال طراحی.

۴. سیستم واحدها

○ ۱- سیستم آحاد قابل قبول، سیستم بین‌المللی (SI) است و در مواقع ضروری معادل آن در سیستم واحدهای دیگر در داخل پراکنش بکار رود.

۵. معادلات

○ ۱- تمامی معادلات می‌بایست با دقت کافی تایپ شود. از نوشتن علائم با دست خودداری فرموده و برای حروف یونانی از حروف برگردان استفاده فرمائید.

○ ۲- معادلات باید به ترتیب از ابتدا تا انتها با عدد شماره‌گذاری شود مانند (۱)، (۲)، (۳)..... شماره معادلات باید در انتهای سمت راست خط حاشیه و در امتداد خط حاوی معادلات در پراکنش قید شود.

۶. جدولها، شکلها، دیاگرام و عکسها

○ ۱- اعداد، حروف، علائم، منحنی‌ها و شکلها همانند متن اصلی باید خوانا و قابل رؤیت باشند. جداول برای مقالات فارسی باید به زبان فارسی و به صورت قسمتی از متن با همان حروف متن تایپ شود.

○ ۲- کلیه جدولها و شکلها باید به ترتیب با عدد شماره‌گذاری شوند. شکلها باید زیرنویس و جدولها بالانویس داشته باشند.

○ ۳- در صورت داشتن عکس، عکسها باید سیاه و سفید برقی یا چاپ شفاف و دارای نمای خوب باشد.

۷. مراجع

○ ۱- منابع مورد استفاده در متن باید توسط شماره‌هائی در داخل کروش نشان داده شود. به عنوان مثال، [۱]. بدیهی است مشخصات کامل مقاله در بخش مراجع ذکر می‌شود.

○ ۲- ترتیب قرار گرفتن مقالات در بخش مراجع همانند ترتیب رجوع به آن مقالات در متن مقاله می‌باشد.

○ ۳- بجز مراجع نامبرده شده در متن، مرجع دیگری در بخش مراجع گذاشته نشود.

○ ۴- منابع برحسب اینکه در مجله [۱] کتاب [۲] و یا در

از نویسندگان محترم تقاضا می‌شود که به هنگام تهیه مقاله اصلی دستورالعمل زیر را دقیقاً رعایت نمایند. اطمینان داریم که جنابعالی هم این دقت‌ها را در راستای بالا بردن کیفیت مجله لازم می‌دانید. به این منظور، در کنار هر بخش دایره‌ای مشخص شده است که تقاضا می‌شود بعد از رعایت آن علامت ✓ را در محل دایره مورد نظر وارد کنید. لطفاً این برگ را پس از امضاء به همراه مقاله ارسال فرمائید.

نام و امضاء نویسنده

۱. بخشهای هر مقاله به ترتیب زیر می‌باشد

○ ۱- عنوان مقاله ○ ۲- اسم یا اسمی نویسندگان و عناوین علمی آنها ○ ۳- آدرس نویسندگان ○ ۴- چکیده ○ ۵- فهرست علائم ○ ۶- مقدمه ○ ۷- بدنه اصلی مقاله ○ ۸- نتیجه‌گیری ○ ۹- تشکر و قدردانی در صورت نیاز ○ ۱۰- مراجع ○ ۱۱- چکیده انگلیسی برای مقالات فارسی و چکیده فارسی برای مقالات انگلیسی

۲. آماده‌سازی مقاله

○ ۱- مقالات به زبان فارسی (و یا انگلیسی) تهیه شود.
○ ۲- تایپ مقاله به وسیله ماشین IBM و یا با استفاده از ویرایشگرهای کامپیوتری متداول صورت پذیرد.
○ ۳- اطمینان حاصل فرمائید که مطالب چاپ شده واضح و خوانا یا چاپ مشکی باشد.
○ ۴- عناوین اصلی مقاله مطابق با ترتیب ذکر شده در بند یک باشد و هر عنوان با شماره خود مشخص شود. شماره ۱ را برای مقدمه به کار برید.

۳. فهرست علائم و لغات کلیدی

○ ۱- محل فهرست علائم بعد از چکیده است. ابتدا علائم انگلیسی و سپس علائم یونانی به ترتیب الفبا تایپ شود. در بالای حروف یونانی نوشته شود «فهرست علائم یونانی»
○ ۲- محل فهرست لغات کلیدی بعد از فهرست علائم

Particles, Vol. 1, pp. 50-63. Institute of chemical Engineers (1962).

- [۱] حسن اصفهانی، مخازن تحت فشار، نشریه علمی - پژوهشی امیرکبیر، سال دوم، شماره ۵، پائیز ۱۳۶۵.
- [۲] حسن اصفهانی، استاتیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی چاپ اول ۱۳۷۰.
- [۳] حسن اصفهانی، طراحی گیربکس، دومین کنفرانس انجمن مهندسی مکانیک ایران دانشگاه صنعتی شریف، اردیبهشت ۱۳۷۳.

مجموعه مقالات کنفرانسها [۳] چاپ شده باشد به ترتیب زیر تنظیم می شود.

- [1] W. J. Minkowycz, N.J. Roblach and D.M. France, Dynamic of inert gas bubbles in Force con vective systems, Int. J. Heat Mass transfer, Vol. 24, 1433-1441 (1981).
- [2] S.P. Timoshenko, Theory of elastic stability, Mc Graw Hill, New York, (1985).
- [3] S.L. Soo, Boundary layer motion of a gas-solid suspension, Proceeding of the symposium on Interaction Between Fluids and

توجه:

۱- آیین نامه نگارش مقاله در دفتر مجله موجود است علاقمندان می توانند با این دفتر مکاتبه نمایند.

۲- منابع فوق الذکر تنها به عنوان مثال آمده اند از تشابه اسمی پوزش می طلبیم.

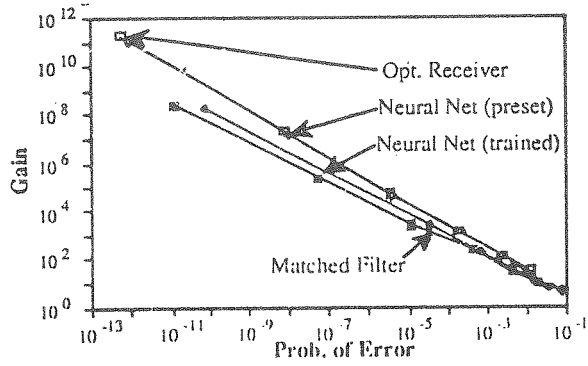


Figure 3. Importance Sampling Gain versus Error Rate for 2-user Example.

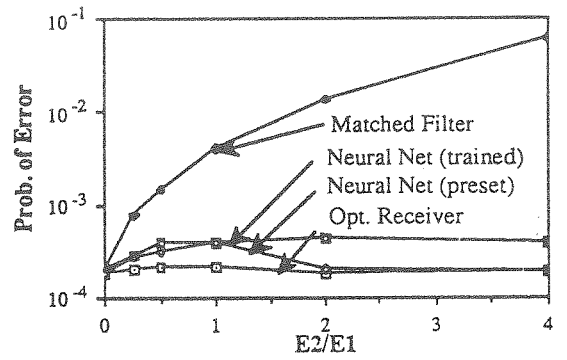


Figure 5. Influence of MA-Interference (SNR= 8 dB).

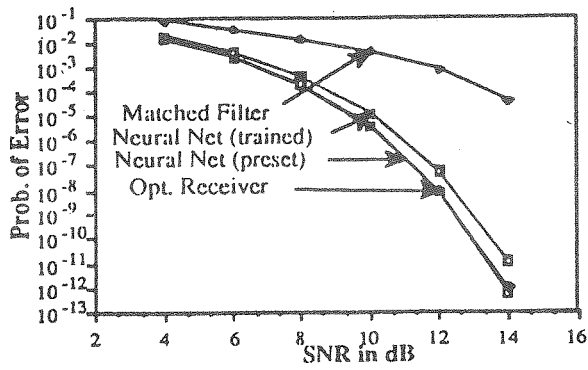


Figure 4. Prob. of Error as a Function of the SNR ($E_2/E_1=4$).

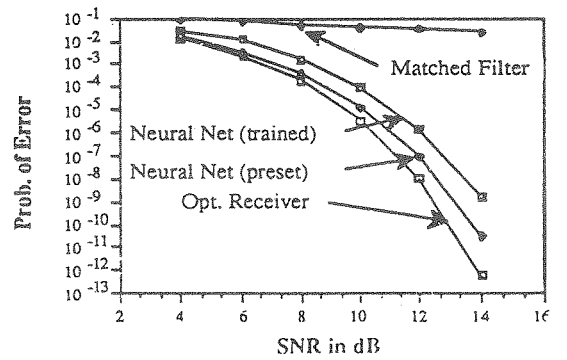


Figure 6. Error curves for the 3-User Example.

Error Propagation. In D.E. Rumelhart and J. L. McClelland, editors, *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of cognition. Vol. I: Foundations*, pages 318-362, MIT Press, 1986.

[8] M.K. Varanasi and B. Aazhang. Multistage

Detection in Asynchronous Code-Division Multiple- Access communications. *IEEE Trans. Commun.*, COM-37, 1989.

[9] S. Verdú. Optimum Multi-user Asymptotic Efficiency. *IEEE Trans. Commun.*, COM-34 (9): 890-897, September 1986.

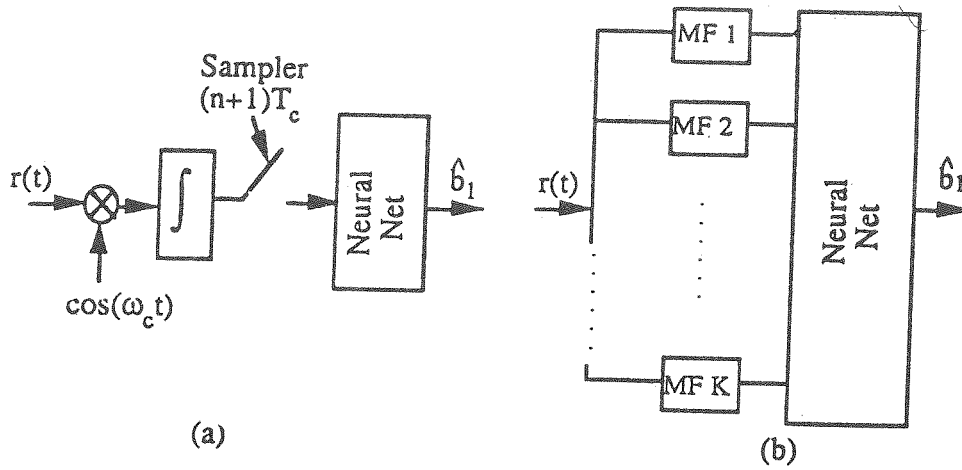


Figure 1. Two Neural Net Receiver Structures.

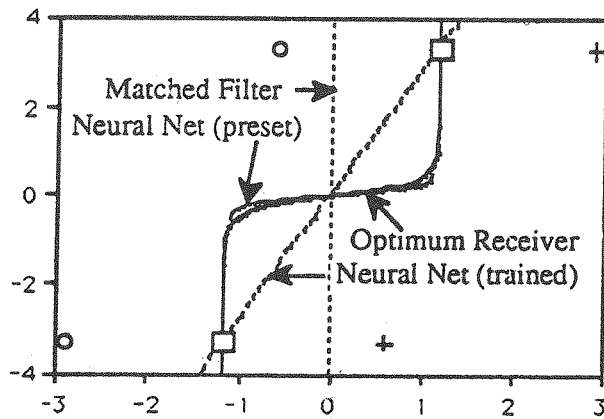


Figure 2. Decision Boundaries of the Various Receivers.

SNR_1 are depicted in Figure 6. The neural net receivers maintained their near optimum performance even in this three user example with a spread factor of 3 corresponding to a bandwidth efficiency of 1.

Conclusion

This paper considers the problem of demodulating a signal in a multiple-access Gaussian channel. The error probability of different neural net receivers were compared with the conventional and optimum receivers in a symbol-synchronous system. As expected the performance of the conventional receiver (matched filter) is very sensitive to the strength of the interfering users. However, the error probability of the neural net receiver is independent of the strength of the other users and is at least one order of magnitude better than the conventional receiver. Except for a difference in length of training periods, the two configurations in Figure 1 result in similar average bit-error probabilities. However, the training strategies, "preset" and "trained", resulted in slightly different error rates and decision regions.

The multi-layer perceptron was very successful in the classification problem in the presence of interfering signals. In all the examples that were considered, two layers of perceptrons proved to be sufficient to closely approximate the decision boundary of the optimum receiver. It

will be anticipated that this application of neural networks will shed more light on the potentials of neural nets in digital communications.

References

- [1] B. Aazhang and H. V. Poor. Performance of DS/SSMA Communications in Impulsive Channels- Part I: Linear Correlation Receivers. IEEE Trans. Commun., COM-35 (11): 1179- 1188, November 1987.
- [2] A. B. Gschwendtner. DARPA Neural Network Study. AFCEA International Press, 1988.
- [3] R. P. Lippman and B. Gold. Neural- Net Classifier Useful for Speech Recognition. IEEE First Conference on Neural Networks, pages 417-425, San Diego, CA, June 21-24, 1987.
- [4] R. Lupas and S. Verdu. Linear Multi- user Detectors for Synchronous Code- Division Multiple- Access Channels. IEEE Trans. Info. Theory, IT-34, 1989.
- [5] G. Orask and B. Aazhang. On the Theory of Importance Sampling Applied to the Analysis of Detection System. IEEE Trans. Commun., COM-37, April 1989.
- [6] H. V. Poor and S. Verdu. Single- User Detectors for Multi- user Channels. IEEE Trans. Commun., COM-36(1): 50-60, January 1988.
- [7] D. E. Rumelhart, G.E. Hinton, and R.J. Willams. Learning Internal Representation by

occurs if the statistics fall on the left side of decision boundary. It can be shown that the most efficient biasing scheme corresponds to a shift of the mean of the Gaussian noise and the multiple-access interference such that the mean of the statistics are placed on the decision boundary (the shifted signals are marked by " \square " in Figure 2). Since this strategy generates much more errors than the standard Monte Carlo, errors are weighted to obtain an unbiased estimate of the error rate. The importance sampling technique substantially reduces the number of simulation trials compared to standard Monte Carlo for a given accuracy. In Figure 3 the gain which is defined as the ratio of the number of trials required for a fixed variance using Monte Carlo to that using the importance sampling method, is plotted versus the bit- error probability. In this example, the spreading sequence length, N is equal to 3 and relative energies of the two user, $E_2/E_1 = 6\text{dB}$. The gain in this example of severe near-far problem is inversely proportional to the error rate. Furthermore, results from extensive analysis indicated that the proposed importance sampling technique is well suited for problems in multi- user communications and less than 100 trials is sufficient for an accurate error probability estimate.

Numerical Results

The performance of the conventional, optimum [6] and the neural net receivers are

compared via Monte Carlo simulations employing the importance sampling method. Except for a difference in length of training periods, the two configurations in Figure 1 result in similar average bit error probabilities. Results presented here correspond to the neural net receivers in Figure 1.a.

A two- user Gaussian channel is considered with severe near- far problem where $E_2/E_1 = 6\text{dB}$ and spreading sequence length $N = 3$. In Figure 4, the average bit- error probabilities of the four receivers (conventional, optimum, neural nets for the "trained" and "preset" examples) are plotted versus the signal to noise ratio of the first user (SNR_1). It is clear from this figure that the two neural net receivers outperform the matched filter receiver over the range of SNR_1 . Figure 5 depicts these average error probabilities versus the relative energies of the two users (i.e., E_2/E_1) for a fixed $\text{SNR}_1 = 8\text{ dB}$ and $N = 3$. As expected the conventional receiver becomes multiple-access limited as E_2 increases, however the performance of the neural net receivers closely track that of the optimum receiver for all values of E_2 .

We also considered a three- user Gaussian example with a high bandwidth efficiency and severe near- far problem where spreading sequence length $N = 3$ and first and third users have equal energy second user has four times more energy (i.e., $E_2/E_1 = 6\text{dB}$). The average error probabilities of the four receivers versus

is preset as Gaussian classifiers and the other layers are trained using the back propagation algorithm [2].

Since we are interested in understanding the internal representation of knowledge by the weights of the net, a signal space method is developed to illustrate decision regions. In a K-user system where the spreading sequences are not orthogonal, the signals can be represented by orthogonal bases using the Gram-Schmidt procedure. The optimum decision regions in the signal space for the demodulation of b_1 are known [6] and can be directly compared to ones for the neural net. Figure 2 illustrates decision regions for the optimum receiver and for "preset" and "trained" neural net receivers. In this example, two users are sharing a channel with $N=3$, signal to noise ratio of user 1 (SNR_1) equal to 8 dB and relative energies of the two users, $E_2/E_1 = 6$ dB. As it is seen in this figure the decision region of the "preset" example is almost identical to the optimum boundary, however, the decision boundary for the "trained" example is quite conservative. Such comparisons are instrumental not only in identifying the pattern by which decisions are made by the neural networks but also in understanding the characteristics of the training algorithms.

Performance Analysis

This paper motivates the application of neural nets to single-user detection in multi-user

channels by comparing the performance of the receivers in Figure 1 to that of the conventional and optimum [6]. Since exact analysis of the bit error probabilities for the neural net receivers are analytically intractable, we consider Monte Carlo simulations. This method can produce very accurate estimates of bit-error probability if the number of simulations is sufficiently large to ensure occurrence of several erroneous decisions. The fact that these multi-user receivers operate with near optimum error rates puts a tremendous computational burden on the computer system. The new variance reduction scheme, developed by Orsak and Aazhang in [5], first shifts the simulated channel noise to bias the simulations and then scales the error rate to obtain an unbiased estimate with a reduced variance. This importance sampling technique, which proved to be extremely effective in single-user detection [5], is applied to the analysis of the multi-user systems:

As discussed in [5], the fundamental issue is to generate more errors by biasing the simulations in cases where the error rate is very small. This strategy is better described by the two-user Gaussian example in Figure 2. In this example the simulation is carried out by generating zero-mean Gaussian noise vectors η , random phase θ_2 and random values of the interfering bit b_2 . Considering $b_1=1$ (corresponding to signals $+a_1 + a_2$ or $+a_1 - a_2$ which are marked by " + " in Figure 2) error

where H is the $K \times K$ matrix of signal cross-correlation such that the $(k,l)^{th}$ element is $h_{k,l} = \langle S_k(t), S_l(t) \rangle$. The vector of sufficient statistics \underline{y} consists of the outputs of a bank of K filters each matched to one of the signals

$$y_k = \int_0^T r(t) S_k(t) dt, \quad \text{for } k=1,2,\dots,K. \quad (4)$$

The maximization in (3) has been shown to be NP-complete, i.e., no algorithm is known that can solve the maximization problem in polynomial time in K . This computational intensity is unacceptable in many applications. In the next section, we consider a suboptimum receiver that employs artificial neural networks for finding a solution to a maximization problem similar to (3).

Neural Networks

Until now the application of neural networks to multiple-access communications has not drawn much attention. In this study we employ neural networks for classifying different signals in synchronous additive Gaussian channels. We assume that the information bits of the first of the K signals is of interest, therefore, the phase angle of the desired signal is assumed to be zero (i.e., $\theta_1 = 0$). Two configurations with multi-layer perceptrons and sigmoid nonlinearity are considered for multi-user detection of direct-sequence spread-spectrum signals.

One structure is depicted in Figure 1.b where

a layered network of perceptrons processes the sufficient statistics (4) of the multi-user Gaussian channel. In this structure the first layer of net (referred to as the hidden layer) processes $[y_1, y_2, \dots, y_K]$. The output layer may only have one node since there is only one signal that is being demodulated. This feed-forward structure is then trained using the back-propagation algorithm [7].

In an alternate configuration, the continuous-time received signal is converted to an N -dimensional vector by sampling the output of the front-end filter at the chip rate T_c^{-1} as illustrated in Figure 1.a. The input vector to the net can be written so that the demodulation of the first signal is viewed as a classification problem:

$$+ A'_1 \underline{a}^{(1)} + \underline{\eta} + \underline{I} \quad \text{or} \quad -A'_1 \underline{a}^{(1)} + \underline{\eta} + \underline{I}, \quad (5)$$

where $\underline{a}^{(1)}$ is the spreading code vector of the first user, $\underline{\eta}$ is a length- N vector of filtered Gaussian noise samples and $\underline{I} = \sum_{k=2}^K b_k A'_k \cos(\theta_k) \underline{a}^{(k)}$ is the multiple-access interference vector with $A'_k = A_k T_c/2$, $\forall k = 1,2,\dots,K$. The layered neural net is then trained to process the input vector for demodulation of the first user's information bits via the back-propagation algorithm. For this configuration we consider two training methods, first the multi-layer receiver is trained via the back-propagation algorithm, to classify the parity of the desired signal (referred to as "trained" example) [3]. In another attempt (referred to as the "preset" example), the input layer of the net

In this system, spectrum efficiency is measured as the ratio of the number of channel users to the spread factor, K/N .

In the next two sections, we first consider optimum synchronous demodulation of the multi-user spread-spectrum signal. Then, we introduce the application of neural networks to the multi-user detection problem.

Optimum Receiver

Multi-user detection is an active research area with the objective of developing strategies for demodulation of information sent by several transmitters sharing a channel [4, 6, 8, 9]. In these situations with two or more users of multiple-access Gaussian channel, one filter matched to the desired signal is no longer optimum since the decision statistics are affected by the other signals (e.g., the statistics are disturbed by cross-correlations with the interfering signals). Employing conventional matched filters, because of its structural simplicity, may still be justified if the system is operating at low bandwidth efficiency. However, as the number of users in the system with fixed bandwidth grows or as the relative received powers of the interfering signals become large, severe performance degradation of the conventional matched filter is observed [1]. For direct-sequence spread-spectrum systems, optimum receivers obtained by Verdu and Poor require an extremely high degree of software

complexity and storage, which may be unacceptable for most multiple-access systems [4, 9]. Despite implementation problems, studies on optimum demodulation illustrate that the effects of interfering signals in a CDMA system, in principle, can be neutralized.

A complete study of the suboptimum neural net receiver requires a review of the maximum likelihood sequence detection formulation. Assuming that all possible information sequences are independent and equally likely, and defining $\mathbf{b}^{(i)} = [b_1^{(i)}, b_2^{(i)}, \dots, b_k^{(i)}]^T$, it is easy to see that an optimum decision on $\mathbf{b}^{(i)}$ is a one-shot decision in that it requires the observation of the received signal only in the i^{th} time interval. Without loss of generality, we will therefore focus our attention on $i = 0$ and drop the time superscript and consider the demodulation of the vector of bits \mathbf{b} with the observation of the received signal in the interval $[0, T]$.

In a K -user Gaussian channel, the most likely information vector is chosen as that which maximizes the log of the likelihood function [4]

$$\mathbf{b}_{\text{opt}} = \arg_{\mathbf{b} \in \{-1, +1\}^k} \max \left\{ 2 \sum_k \int_0^T b_k S_k(t) r(t) dt - \int_0^T \left[\sum_k b_k S_k(t) \right]^2 dt \right\}, \quad (2)$$

where $S_k(t) = A_k a_k(t) \cos(\omega_c t + \theta_k)$ is the modulating signal of the k^{th} user. The optimum decision can also be written as

$$\mathbf{b}_{\text{opt}} = \arg_{\mathbf{b} \in \{-1, +1\}^k} \max \left\{ 2 \mathbf{y}' \mathbf{b} - \mathbf{b}' \mathbf{H} \mathbf{b} \right\}, \quad (3)$$

hence a need for near optimum receivers that are robust to near- far effects with a reasonable computational complexity to ensure their practical implementation.

In this study, a class of neural net receivers are introduced that are based on multilayer perceptrons and are trained via the back-propagation algorithm. Neural net receivers are very attractive alternatives to the optimum and conventional receivers due to their highly parallel structures. As it will be observed, the performance of the neural net receivers closely track that of the optimum receiver in all examples considered.

System Description

In the multiple- access network of interest, transmitters are assumed to share a radio band in a combination of the time and code domain. One way of multiple accessing in the code domain is spread spectrum, which is a signaling scheme that uses a much wider bandwidth than necessary for a given data rate. Let us assume that in a given time interval there are K active transmitters in the network. In a simple setting, the k^{th} active user, in a symbol interval, transmits a signal from a binary signal set derived from the set of code waveforms assigned to the corresponding user. The signal is time limited to the interval $[0, T]$, where T is the symbol duration.

In this paper we will concentrate on symbol-synchronous CDMA systems. Synchronous systems find applications in time slotted channels

with the central (base) station transmitting to remote (mobile) terminals and also in relays between central stations. The synchronous problem will also be constructed as providing us with a manageable setting to better understand the issues in the more difficult asynchronous situation. In a synchronous CDMA system, the users maintain time synchronism so that the relative time delays associated with all users are assumed to be zero. To illustrate the potentials of the proposed multi- user detector, we present the application to binary PSK direct- sequence signals in coherent systems. Therefore, the signal at a given receiver is the superposition of the K transmitted signals in additive channel noise [1,4]

$$r(t) = \sum_{i=1}^P \sum_{k=1}^K b_k^{(i)} A_k a_k(t-iT) \cos(\omega_c [t-iT] + \theta_k) + n_k, t \in \mathfrak{R}, \quad (1)$$

where P is the packet length, A_k is the signal amplitude, ω_c is the carrier frequency, θ_k is the phase angle. The symbol $b_k^{(i)} \in \{-1, +1\}$ denotes the bit that the k^{th} user is transmitting in the i^{th} time interval. In this model, n_i is the additive channel noise which is assumed to be a white Gaussian random process. The time-limited code waveform, denoted by $a_k(t)$, is derived from the spreading sequence assigned to the k^{th} user. That is, $a_k(t) = \sum_{j=0}^{N-1} a_j^{(k)} p(t-jT_c)$ where $p(t)$ is the unit rectangular pulse of duration T_c and N is the length of the spreading sequence. One code period $\mathbf{a}^{(k)} = [a_0^{(k)}, a_1^{(k)}, \dots, a_{N-1}^{(k)}]$ is used for spreading the signal per symbol so that $T = NT_c$.

Artificial Neural Networks in Multiple - Access Communication

Ramin Mowla

EE Dept; California state

Univ. Northridge, U.S.A

ABSTRACT:

The application of neural networks to the demodulation of spread - spectrum signals in a multiple- access environment is considered. This study is motivated in large part by the fact that, in a multi- user system, the conventional (matched filter) receiver suffers severe performance degradation as the relative powers of the interfering signals become large (the "near- far" problem). Furthermore, the optimum receiver, which alleviates the near- far problem, is too complex to be of practical use. Receivers based on multi- layer perceptrons are considered as a simple and robust alternative to the optimum solution. The optimum receiver is used to benchmark the performance of the neural net receiver; in particular, it is proven to be instrumental in identifying the decision regions of the neural networks. The back- propagation algorithm and a modified version of it are used to train the neural net. An importance sampling technique is introduced to reduce the number of simulations necessary to evaluate the performance of neural nets. In all examples considered the proposed neural net receiver significantly outperforms the conventional receiver.

Introduction

This paper considers the problem of demodulating signals in a code-division multiple-access (CDMA) Gaussian channel. Multiple accessing in code domain is achieved by spreading the spectrum of the transmitted signals using preassigned code waveforms. The conventional method of demodulating a spread-spectrum signal in a multi- user environment employs one filter matched to the desired signal. Since the conventional receiver ignores the presence of interfering signals, it is reliable only when there are few simultaneous transmissions. Furthermore, when the relative received power of

the interfering signals become large (the "near-far" problem), severe performance degradation of the system is observed even in situations with relatively low bandwidth efficiencies (defined as the ratio of the number of channel subscribers to the spread of the bandwidth) [1]. For this reason there has been an interest in designing optimum receivers for multi- user communication systems [4, 5, 9]. The resulting optimum demodulators, however, have a variable decoding delay with computational and storage complexity that depend exponentially on the number of active users. Unfortunately, this computational intensity is unacceptable in many applications. There is