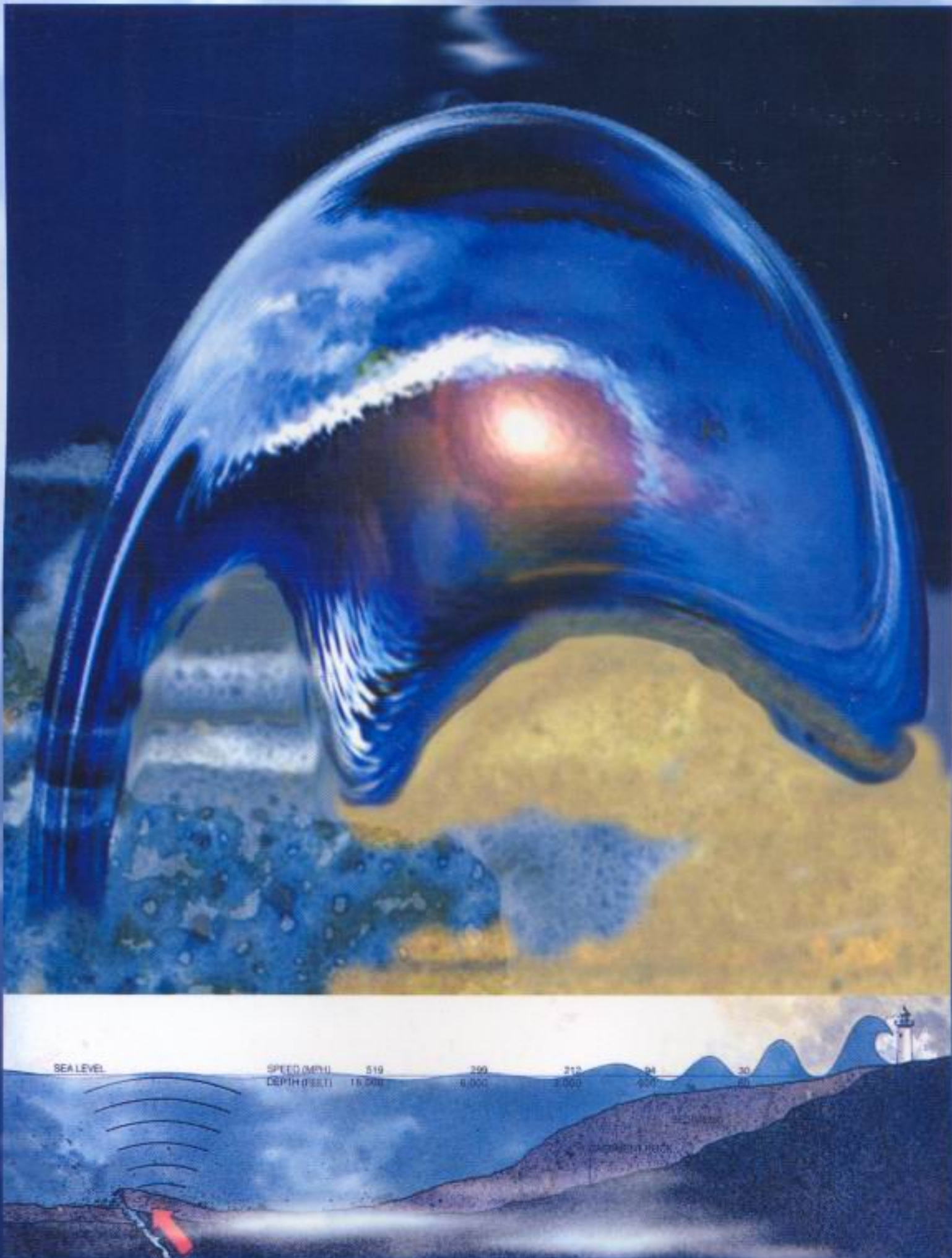


# قرنیزو

نشریه فنی تخصصی  
شماره ۱۲ - زمستان ۱۳۸۳





مدیر مسئول: مهندس احمد شکوری راد  
 سردبیر : مهندس فتانه دوستدار  
 طراحی : واحد طراحی و تبلیغات قدس نیرو

با تشکر از همکاری آقایان:

- مهندس احمد اهرابی
- مهندس حسین بختیاری زاده
- مهندس احمد فریدون درافشان
- مهندس علی شاه حسینی
- دکتر همایون صحیحی
- مهندس منصور قزوینی
- مسعود نجمی

از مدیر و همکاران محترم امور پشتیبانی سپاسگزاریم.

### فهرست مقالات

- |    |  |
|----|--|
| ۲  | سرمقاله<br>برآورد سویی رودخانه مارون و رسوب ورودی به مخزن<br>سد مارون با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی -                                     |
| ۳  | مهندس حسن ترابی پوده، مهندس اسیر ابراهیم یوسف پور<br>توسعه قابلیت‌های سازمان از طریق بکارگیری برنامه‌های<br>مدیریت دانش - مهندس بهروز نوری |
| ۱۱ | مقایسه با امواج مخرب دریا - مهندس نرگس علیرمائی  |
| ۲۰ | معرفی تکنولوژی بلوتوث - مهندس سمیرا موزری  |
| ۳۴ | مدیریت تغییر - مهندس راحله نعمتی   |
| ۳۹ | ضربه قوچ آب و اصول پیشگیری و مقابله با این<br>پدیده - مهندس بهادر بابایی بناب  |
| ۴۵ |  |

### هیأت تحریریه:

مهندس پورنگ پاینده، مهندس حسن  
 تفرشی، مهندس مسعود حبیب‌آبادی...زاده،  
 مهندس فتانه دوستدار، مهندس محمد  
 حسن زرگر شوشتری، مهندس فرهاد  
 شاهمنصوریان، مهرداد صارمی، دکتر  
 همایون صحیحی، مهندس غلامرضا  
 صفاریپور، دکتر جعفر عسگری، مهندس  
 امیرهمایون فتحی، مهندس شادان کیوان،  
 مهندس وحیدمرتضوی، مهندس محمدیحیی  
 نصرالهی، مهندس محمدرضا نصرالهی،  
 مهندس بهروز هنری.

این نشریه از طریق اینترنت قدس نیرو نیز در دسترس  
 علاقمندان می‌باشد.

ارتباط مستقیم با مقاله‌دهندگان از طریق آدرس Email یا  
 فاکس آنان در انتهای هر مقاله امکان پذیر می‌باشد. نظرات و  
 پیشنهادات و سؤالات احتمالی خوانندگان گرامی از طریق  
 اینترنت شرکت با فعال نمودن آی‌کون مربوطه در انتهای  
 مطالب نشریه قابل ارائه و انعکاس می‌باشد.

از خوانندگان محترمی که مایل به ارسال مقاله برای نشریه می‌باشند تقاضا می‌شود موارد ذیل را رعایت فرمایند:

- موضوع مقاله در چارچوب اهداف نشریه و در ارتباط با صنعت آب و برق باشد.
- مقاله‌های تألیفی یا تحقیقی مستند به منابع علمی معتبر و مقاله‌های ترجمه شده منضم به تصویر اصل مقاله باشد.
- مقاله ارسالی بر روی یک کاغذ A4 و با خط خوانا و یا تایپ شده و شکل‌ها، عکس‌ها، نمودارها و جداول کاملاً واضح و قابل استفاده باشند.
- توضیحات و زیرنویس‌ها به صورت مسلسل شماره‌گذاری شده و در پایان هر مقاله ذکر شوند.
- نشریه در تلخیص، تکمیل، ادغام و ویرایش مطالب مقالات آزاد است.
- مقاله دارای چکیده، مقدمه، نتیجه‌گیری و لیست مراجع بوده به همراه رزومه مختصری از صاحب مقاله ارائه گردد.
- مقاله ارسالی قبلاً در نشریه دیگری چاپ نشده باشد.

## سرمقاله

### بنام خدا

دیدگاه‌های مدیریتی در جهان امروز به کلی دگرگون شده‌است. امروزه دیگر حتی تأمین نیازهای نیروی انسانی که به اشکال مختلف توسط نظریه‌پردازان عنوان می‌گردید تا مدیران با توجه به آنها و استفاده از سیستم‌ها و روشهای مدرن برای دستیابی به اهداف و در نهایت افزایش بهره‌وری و سوددهی برنامه‌ریزی و اقدام نمایند پاسخگو نمی‌باشد. امروز عوامل انسانی به دنبال چیزی فراتر از تأمین نیازهایشان توسط دیگران هستند. آنها دیگر تمایل ندارند تا موضوع تحت مطالعه صاحبان صنعت و سرمایه باشند بلکه می‌خواهند خود به حد وسعشان صاحب صنعت و سرمایه گردند تا رغبت و علاقه آنها برای حضور تمام عیار و با تمام قوا در صحنه فعالیت برانگیخته شود. اینگونه است که به درستی دنیای امروز به خصوصی‌سازی متمایل گردیده و این جریان با سرعت پیش می‌رود.

در حال حاضر موج این حرکت به شرکت ما رسیده‌است و انتظار می‌رود تا پایان سال جاری از طریق واگذاری بخشی از سهام شرکت قدمهای اولیه در این مسیر برداشته شود. طراحان قانون خصوصی‌سازی ظاهراً به کسب درآمد و مضافاً رشد و توسعه مدیریتی در مقیاس سازمان و کلان آن توجه نموده‌اند ولیکن از عوامل مؤثر در ارتقای تولید و افزایش بهره‌وری که از طریق اصل ایجاد انگیزه‌ها در افراد یک سازمان به دست می‌آید غافل مانده‌اند. واگذاری سهام دولتی شرکتها از طریق مزایده دقیقاً نادیده گرفتن این اصل می‌باشد.

به هر حال علیرغم این شرایط می‌بایست تمام سعی و تلاش خود را در راستای تحقق اصل مذکور بکار گیریم.

مدیریت شرکت تمامی ابزار لازم برای رسیدن به این هدف را تدارک نموده تا کارکنان شرکت بتوانند در عرصه رقابت برای تصاحب سهام شرکت‌مان حضور یابند.

ما تلاشمان را خواهیم نمود تا کاستی موجود در قوانین خصوصی‌سازی فرصت ارتقای انگیزه را از ما نگیرد.



## برآورد رسوبی رودخانه مارون و رسوب ورودی به مخزن سد مارون با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

حسن ترابی پوده - نماینده مجری سد و شبکه تالوگ  
سازمان آب و برق خوزستان  
امیرابراهیم یوسف پور - مدیر پروژه سد و شبکه تالوگ  
معاونت مهندسی سازه‌های آبی

### چکیده:

تخمین صحیح بار رسوبی رودخانه‌ها از جمله پارامترهای مهم در علم مهندسی رودخانه و رشته‌های وابسته از قبیل هیدرولوژی و هیدرولیک است، زیرا در مطالعات پایه، زیست‌محیطی و سدسازی دبی رسوب نقش مهمی را دارا می‌باشد. مقدار دبی رسوب که در رودخانه‌ها جریان می‌یابد بستگی به شرایط اقلیمی منطقه، مانند بارش، درجه حرارت و شرایط هیدرولوژیکی و زمین‌شناسی آن منطقه مانند پوشش گیاهی، نوع خاک و بسیاری از عوامل دیگر دارد. از آنجاییکه در بعضی از رودخانه‌ها به علت عدم وجود ایستگاههای هیدرومتری و لذا عدم برداشت اطلاعات دبی رسوب و یا عدم وجود آمار روزانه دبی رسوب در ایستگاههای هیدرومتری نیاز به برآورد دبی رسوب روزانه با استفاده از آمار روزانه دبی می‌باشد، در این مقاله ابتدا دبی رسوب ایستگاه ایدنک واقع در بالای دست سد مارون با استفاده از رابطه نمایی دبی - دبی رسوب محاسبه شده و سپس دبی رسوب ایستگاه مذکور با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی مورد محاسبه قرار می‌گیرد. شبکه عصبی مصنوعی نوعی پردازشگر اطلاعات است که بصورت غیرالگوریتمی موازی بوده و در آن سعی می‌شود که با معرفی داده‌های ورودی به آن، مدل آموزش دیده و نحوه عملکرد سیستم در حافظه ذخیره شده و سپس از آن برای مواردی که مدل قبلاً با آن مواجه نشده است استفاده می‌گردد. لذا در این مطالعه از یک نرم‌افزار شبکه عصبی (Qnet 2000) که یک پرسترون چندلایه می‌باشد استفاده گردید. نتایج اجرای مدل نشان می‌دهد که شبکه بدست آمده نسبت به رابطه نمایی دبی - دبی رسوب از دقت بالاتری جهت برآورد دبی رسوب برخوردار می‌باشد. واژه‌های کلیدی: دبی رسوب - شبکه عصبی - نرم‌افزار Qnet 2000

### مقدمه:

برآورد صحیح بار رسوبی در طرحهای آبی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. رسوبگذاری در مخازن سدها و کاهش حجم مفید آنها، تغییر مسیر رودخانه‌ها بدلیل رسوبگذاری در بستر آنها، کاهش ظرفیت آگذری کانالها و تأسیسات انتقال آب و تغییر کیفیت آب به لحاظ مصارف شرب و کشاورزی از

جمله مشکلات ناشی از این پدیده‌هاست. برای برآورد بار معلق رودخانه‌ها اصولاً دو رویکرد وجود دارد. رویکرد اول استفاده از مدل‌های ریاضی است که با توجه به مفاهیم فیزیکی و حل معادلات هیدرودینامیک رسوب به همراه حل میدان جریان صورت می‌گیرد. این مدل‌ها معمولاً به داده‌های متنوعی از قبیل دانه‌بندی مصالح، دمای آب، وزن



مخصوص و لزجت آن، سرعت جریان، شکل مقطع رودخانه، جنس جداره و شیب رودخانه نیازمندند. در اکثر قریب به اتفاق موارد هرگز چنین داده‌هایی به اندازه کافی یافت نمی‌شود و عمدتاً کل داده‌ها به دبی آب و دبی رسوب خلاصه می‌شود. اینجاست که مهندسان به رویکرد دوم روی می‌آورند. اصل حاکم بر این روشها، برآزش یک یا چند منحنی بر داده‌هاست. رایجترین این روشها، برآزش منحنی توانی به فرم  $Q_s = aQ_w^b$  می‌باشد که در آن  $Q_s$  دبی رسوب،  $Q_w$  دبی آب و  $a$  و  $b$  ضرایب ثابت می‌باشند. در زمینه کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد رسوب رودخانه‌ها اخیراً تحقیقاتی صورت گرفته‌است. از جمله تخمین بار معلق رودخانه با توجه به دبی آب و اشل می‌باشد که توسط کومار [۱] در دو نقطه از رودخانه میسی‌سی‌پی صورت گرفته است. همچنین تخمین خیره میزان رسوب رودخانه بازفت به کمک شبکه عصبی مصنوعی مطابق مرجع [۲] انجام و نتیجه‌گیری خوبی از شبکه عصبی بدست آمد. تحقیق دیگری که بر روی داده‌های دبی آب و دبی رسوب رودخانه جاجرود صورت گرفته که نتایج حاصله نشان داد که شبکه عصبی MLP عملکرد رضایتبخشی از خود نشان داده‌است [۳]. در مقاله حاضر دبی رسوب رودخانه مارون در محل ایستگاه ایدنک به کمک عصبی مصنوعی و رابطه نمایی دبی - دبی رسوب انجام شده و سپس دقت این دو روش مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد.

#### ۱- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی در حقیقت یک شبیه‌سازی از دستگاه عصبی طبیعی است و شامل مجموعه‌ای از واحدهای عصبی به نام نرون می‌باشد که این

نرون‌ها توسط ارتباطاتی موسوم به آکسون به هم متصل شده‌اند. در واقع شبکه عصبی مصنوعی مدل ساده شده‌ای از مغز انسان بوده که یک ساختار ریاضی غیرخطی برای نشان دادن فرآیندها و ترکیبات دلخواه غیرخطی بین ورودی‌ها و خروجی‌های هر سیستمی می‌باشد. در این شبکه‌ها هدف آن است که با معرفی تاریخچه عملکرد یک سیستم دینامیکی (اطلاعات ورودی)، مدل آموزش یافته و نحوه عملکرد سیستم در حافظه ذخیره شده و در مواردی که مدل قبلاً با آن مواجه نشده‌است، مورد استفاده قرار گیرد [۴].

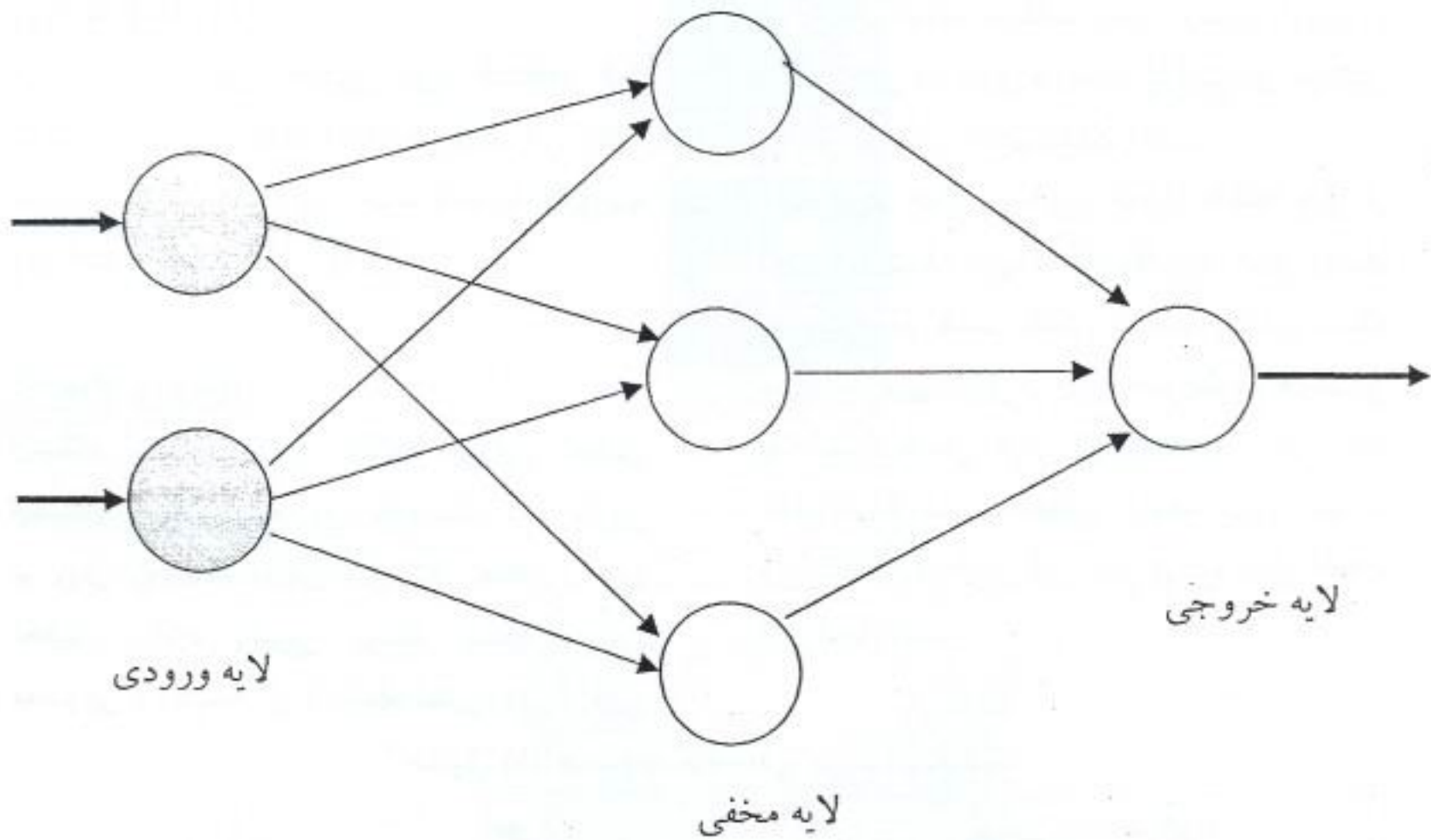
مدل پایه شبکه عصبی مصنوعی برای اولین بار توسط مک کولاج و پیترس در سال ۱۹۴۳ میلادی ارائه گردید [۵]. در مدل مذکور نرون به صورت یک جمع‌کننده خطی وزن‌دار و خروجی به شکل یک تابع غیرخطی از این مجموع  $f(z_i)$  در نظر گرفته شد که  $f$  تابع آستانه نرون نام می‌باشد و در اغلب اوقات آن را به شکل تابع باینری، تابع سیگموئید، تابع تانژانت هیپربولیک خطی یا گوسی در نظر می‌گیرند، که از میان آنها تابع سیگموئید بیشترین کاربرد را در مسائل مهندسی دارد و بصورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$f(z) = \frac{1}{1 + \exp(-z)}$$

در شبکه‌های عصبی مصنوعی، هر نرون زمانی فعال می‌شود که مجموع سیگنالهای رسیده به آن از حد آستانه مشخص تجاوز نماید. هر نرون تعداد ورودی را از داده‌های اصلی و یا از خروجی‌های نرونهای دیگر دریافت می‌کند. هر اتصال دارای وزن خاصی میان دو نرون می‌باشد. عملکرد هر نرون بدین ترتیب است که هر سلول، مجموع وزندار سیگنالهای ورودی را یافته و سپس آن را با

حد آستانه تابع تحریک مقایسه می‌کند و بدین ترتیب خروجی هر نرون محاسبه می‌شود. براساس ترکیب مختلف نرونها و اعمال قوانین مختلف یادگیری، شبکه‌های مختلفی تشکیل می‌شود که از کاربردی‌ترین آنها می‌توان به شبکه‌های پرستپرون چند لایه (MLP) و شبکه‌های توابع پایه شعاعی (RBF) اشاره نمود [۶].

تفاوت عمده این شبکه با شبکه‌های پرستپرون چند لایه در این است که دارای یک لایه میانی بوده و توابع تحریک نرونها به صورت توابع شعاعی (مثلاً به صورت توابع گوسی) همراه با مرکز و عرض خاصی می‌باشند. علاوه بر آن، برخلاف شبکه پرستپرون چند لایه، که مجموع وزندار نرونها رسیده به نرون لایه میانی به عنوان ورودی توابع



شکل (۱): شبکه سه لایه‌ای

تحریک در نظر گرفته می‌شود، در اینجا فاصله هرالگو با بردار مرکز هر نرون در لایه میانی به عنوان ورودی تابع تحریک شعاعی محاسبه می‌شود.

شبکه‌های توابع پایه شعاعی از جمله شبکه‌های رو به جلو همراه با سه لایه می‌باشند (شکل ۱). این شبکه‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ میلادی توسط برو مهود و لاو عنوان شد [۷].



تفاوت دیگر این شبکه با شبکه پرسپترون چند لایه این است که توابع تحریک نرونهای خروجی این شبکه، توابع خطی ساده است و به همین دلیل نیز می‌توان از الگوریتمهای بهینه‌سازی خطی استفاده نمود که هم سرعت پردازش را بالا خواهد برد و هم از افتادن در چاله‌های موضعی، که اکثر شبکه‌های پرسپترون چند لایه در روند یادگیری با آن سر و کار دارند، جلوگیری می‌شود. از دیگر نکات قابل توجه این است که چون در این شبکه‌ها از یک لایه بعنوان لایه میانی انتخاب می‌شود، بنابراین نیاز ما را به داشتن لایه‌های بیشتر مرتفع می‌سازد، لذا افزایش سرعت یادگیری و حل مشکلات معمول شبکه‌های عصبی مرتفع می‌گردد [۸ و ۹].

مدلی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته‌است، مدل Qnet 2000 می‌باشد. این مدل، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد [۱۰].

## ۲- مواد و روشها

ایستگاه آبسنجی مورد مطالعه در این تحقیق ایستگاه ایدنک واقع در بالادست سد مارون بر روی رودخانه مارون می‌باشد. هدف از این تحقیق برآورد رسوبی توسط شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با رابطه نمایی دبی - دبی

رسوب می‌باشد. در این تحقیق ابتدا پس از کنترل داده‌ها و حذف بعضی داده‌های نادرست تعداد ۸۴۳ نمونه دبی آب - دبی رسوب در اختیار قرار گرفت که این داده‌ها مربوط به دوره آماری ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۲ می‌باشند. در روش شبکه عصبی، ابتدا تعدادی از داده‌ها که معرف تمام شرایط ممکن باشند برای آموزش شبکه انتخاب شده و مابقی جهت آزمایش عملکرد شبکه آموزش دیده بکار می‌روند.

نکته مهم در انتخاب داده‌های آزمون این است که گستره وسیعی از انواع داده‌ها را در برگیرد. بدین منظور سعی شده در انتخاب داده‌های آزمون که مقادیر حداکثر و حداقل را در بر گیرد و همچنین در جهت ایجاد شباهت بین دوسری آزمون و آموزش این دو سری به لحاظ پارامترهای میانگین و انحراف معیار به هم نزدیک باشند.

نکته مهم دیگر نرمالیزه کردن داده‌ها قبل از اعمال به شبکه می‌باشد. اصولاً وارد کردن داده‌ها بصورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌باشد. برای احراز از چنین شرایطی و همچنین به منظور یکسان کردن ارزش داده‌ها برای شبکه عمل نرمال‌سازی مطابق رابطه ذیل صورت می‌گیرد که در اینجا این عمل توسط مدل Qnet قابل انجام است.

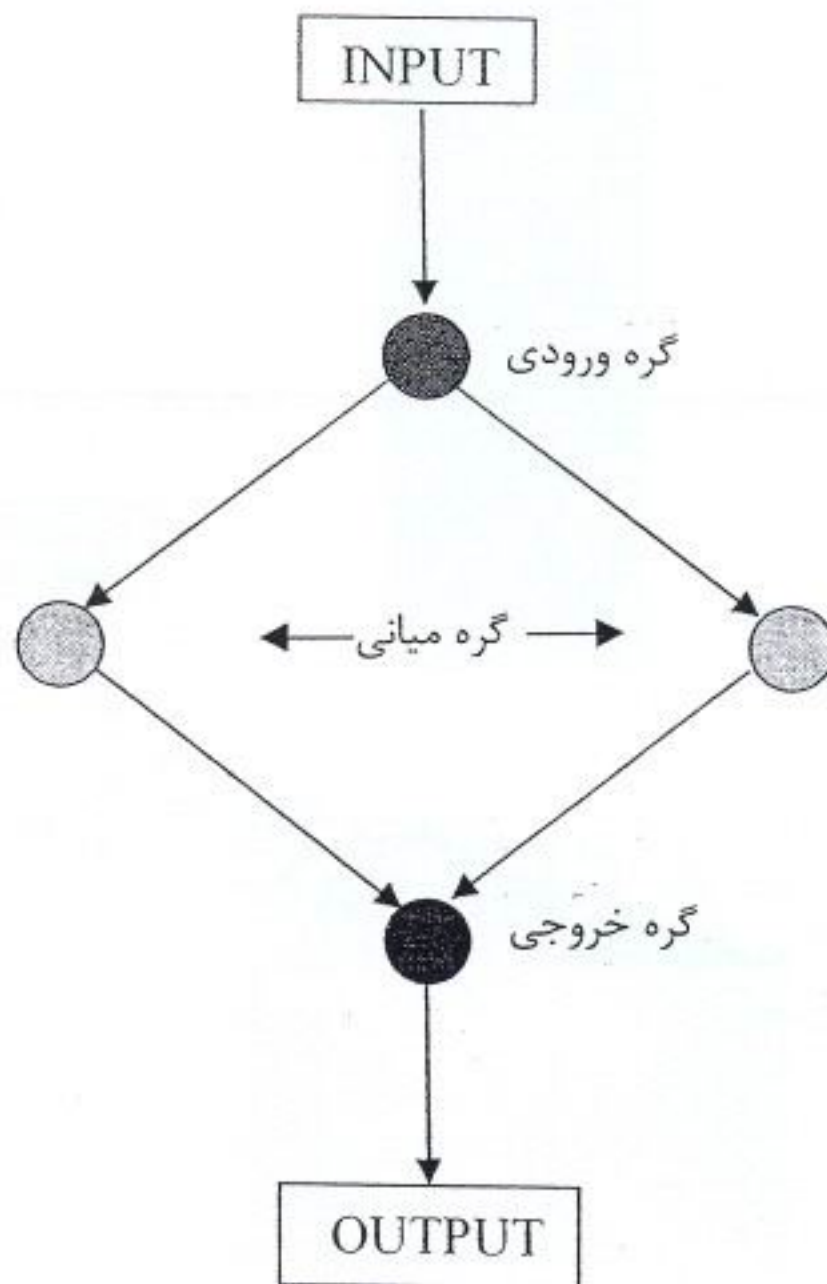
جدول (۱): محدوده داده‌های مورد استفاده

آزمون (صحت‌یابی)		آموزش		
دبی رسوب ton/day	دبی آب m <sup>3</sup> /s	دبی رسوب ton/day	دبی آب m <sup>3</sup> /s	
۴۷۳۱۴۰۴	۱۸۵۷	۶۱۵۹۸۰۳	۱۸۵۷	حداکثر
۶	۵/۴	۲	۳/۳۴	حداقل
۷۴۳۸۰	۸۲	۴۳۰۶۵	۷۷	متوسط
۵۰۵۳۸۹	۱۶۴	۳۴۹۱۵۱	۱۳۰/۱	انحراف معیار
۱۹۱	۱۹۱	۶۵۲	۶۵۲	تعداد داده

تابع‌های سیگمود، گوس، تانژانت هیپربولیک و سکانت هیپربولیک استفاده گردیده و سپس داده‌های مورد نظر بصورت یک گره ورودی، دو گره میانی و یک گره خروجی به مدل معرفی گردیدند (شکل ۲).

$$X_n = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

در این رابطه  $X$  معرف داده مشاهده‌ای،  $X_{\min}$  و  $X_{\max}$  به ترتیب حداقل و حداکثر داده‌ها و  $X_n$  داده نرمال شده‌است. برای اجرای مدل از ساختار یک لایه ورودی، یک لایه میانی و یک لایه خروجی با



شکل (۲): شماتیک شبکه مورد استفاده

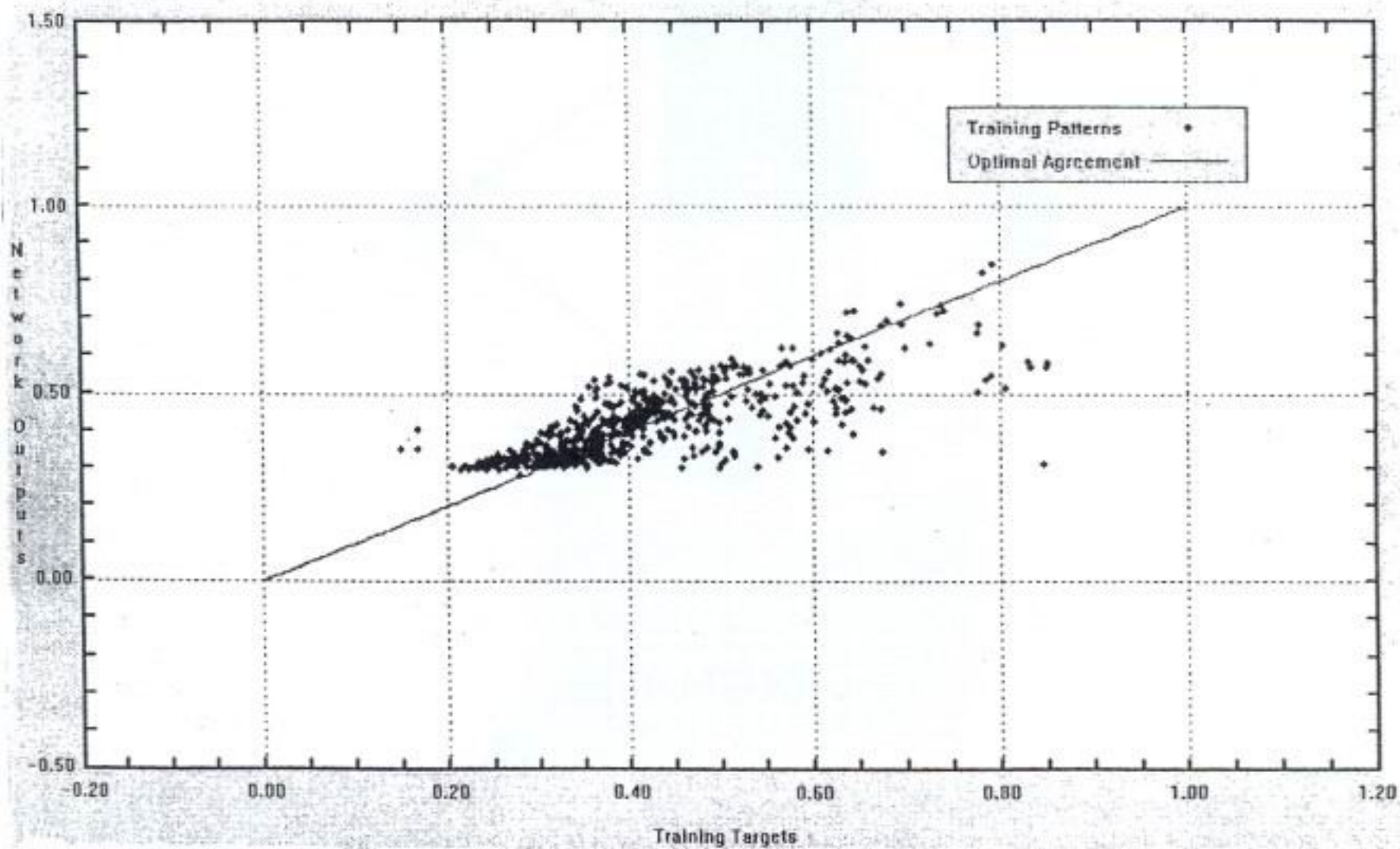


نتایج بهتری نسبت به بقیه حالت‌های بود نتایج مدل شبکه عصبی نهایی در جدول ۲ و شکل‌های (۳ و ۴) آورده شده‌است.

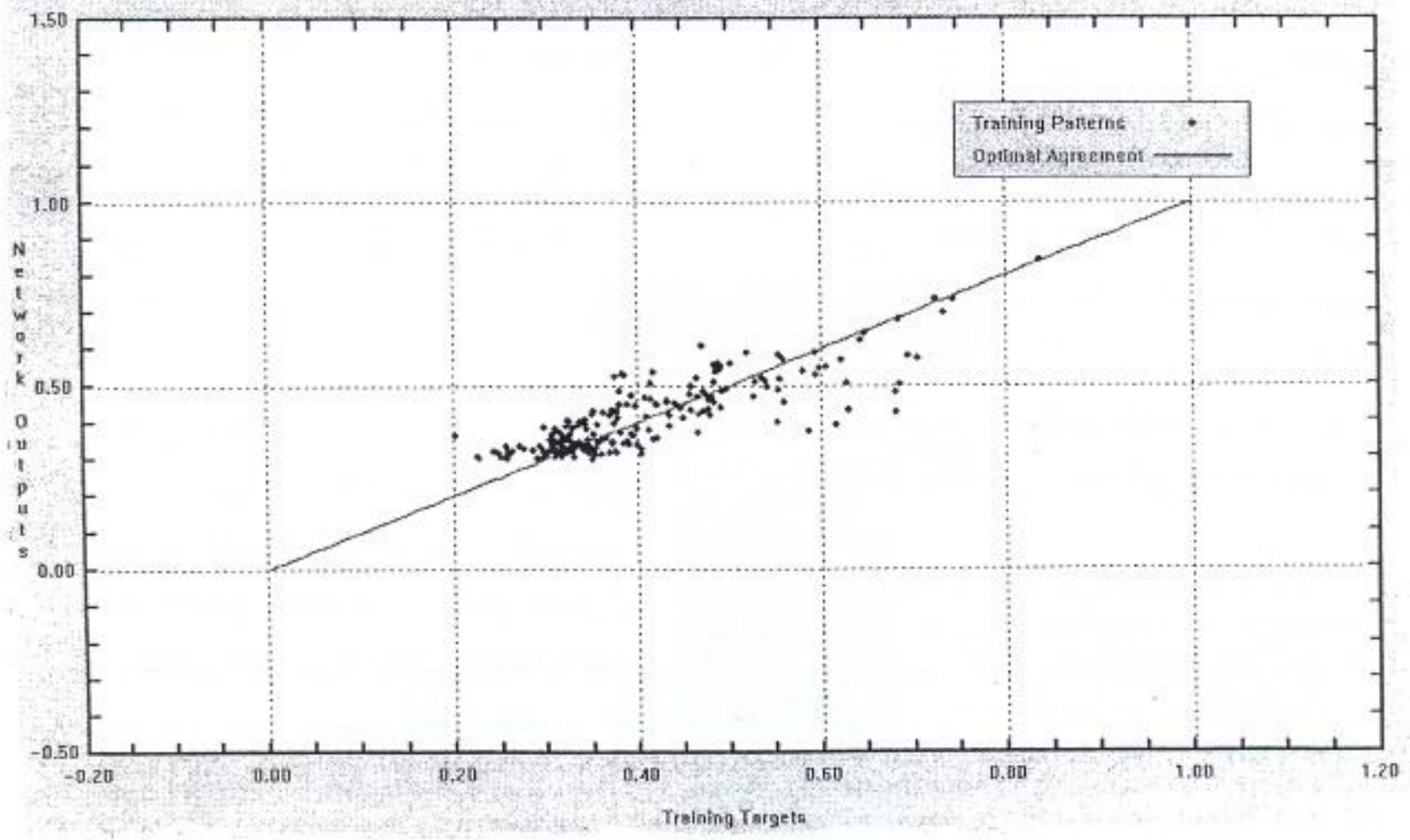
مدل شبکه عصبی به حالت‌های مختلفی طراحی گردید و نهایتاً مدل با تابع محرک سیگمود و لگاریتم داده‌های دبی آب و دبی رسوب دارای

جدول (۲): نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی

Max.Error	R <sup>2</sup>	انحراف معیار	
۴/۹۶	۰/۷۶۷	۰/۷۴۸	آموزش
۲/۳۸	۰/۸۳	۰/۶۱	آزمون

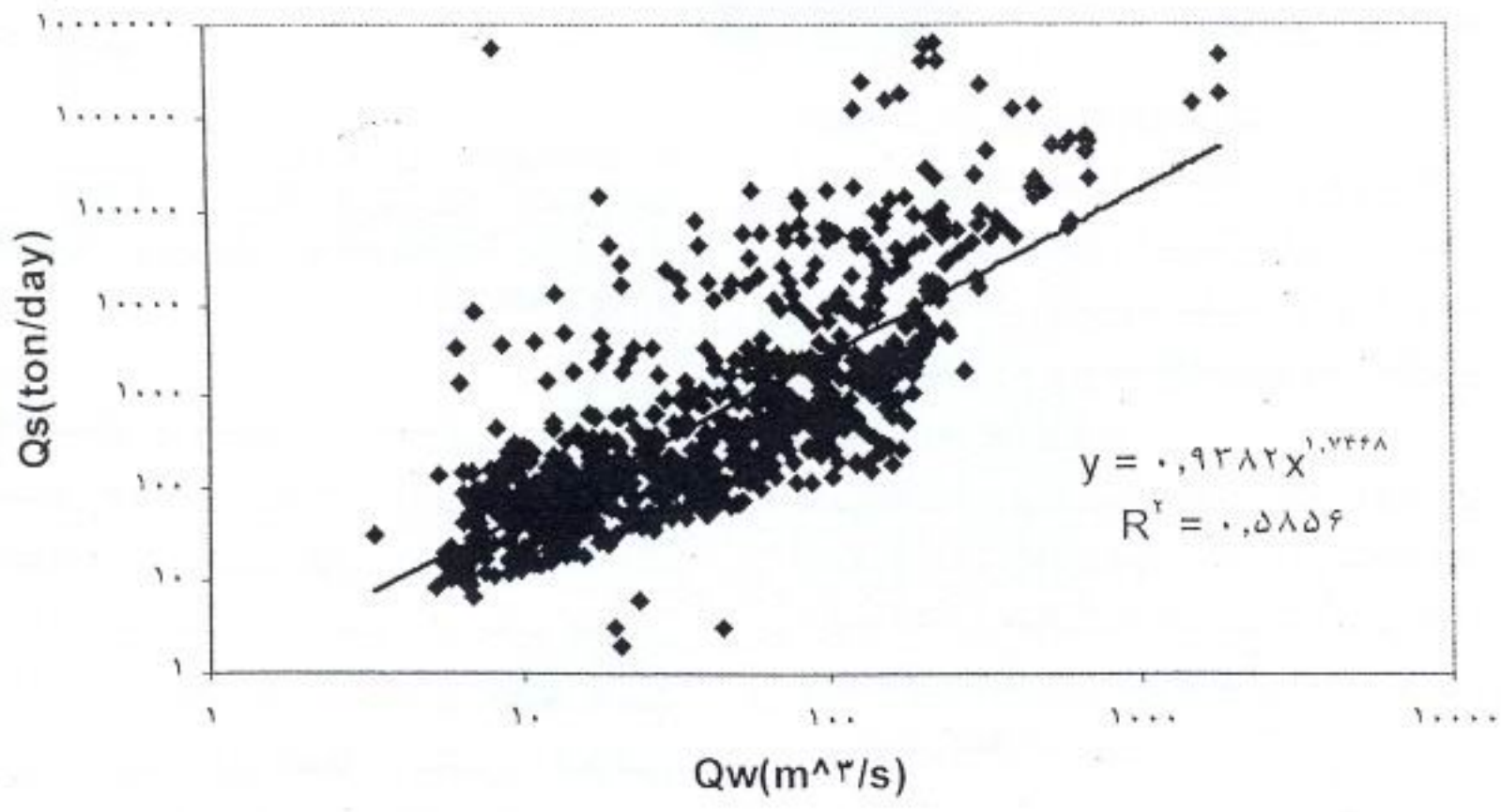


شکل (۳): نتایج مدل در آموزش



شکل (۴): نتایج مدل در آزمون

منحنی دبی آب - دبی رسوب ایستگاه ایدنک



شکل (۵): رابطه نمایی دبی - دبی رسوب در ایستگاه ایدنک



۴- بیل، آر. وتی. جکسون. ترجمه البرزی، محمود (۱۳۸۰). "آشنایی با شبکه عصبی". چاپ اول. مؤسسه انتشارات علمی صنعتی شریف.

۵- نصیری صالح، فرزین و منتظر، غلامعلی (۱۳۸۰)، "تعیین ابعاد حفره آبشستگی پایین دست سهریزهای ریزشی آزاد از روش شبکه مصنوعی"، سومین کنفرانس هیدرولیک ایران، ۱۵ تا ۱۷ آبانماه ۱۳۸۰ - دانشکده فنی دانشگاه تهران.

6- Jam, L. and Fanelli, A.M. (2000) Recent advances in artificial neural networks design and applications, CRC. press, chs.

7- Broomhed, D.S. and lowe, D. (1988) Multivariate Functional interpolation and adaptive networks, complex. pp. 321-355.

8- orr, Mj.L. (1995), Local smoothing of radial basis function networks, In International Symposium on Artificial Neural Networks Hsinchu, Taiwan.

9- Maillard, E.p. and aueriot, D. (1997). RBF neural networks, basis functions and genetic algorithm, IEEE Assp Magazine, pp. 2187-2192.

10- Vser's manual of Qnet 2000 (Neural network Modeling).

آقای حسن ترابی پوده دارای فوق لیسانس مهندسی آبیاری از دانشگاه اهواز در سال ۱۳۷۸ بوده و در حال حاضر دانشجوی دکترای تأسیسات آبیاری دانشگاه اهواز می باشد. آقای ترابی پوده نماینده مجری طرح سد و شبکه تالوگ بوده و زمینه علاقمندی ایشان مطالعات برنامه ریزی منابع آب است.

آقای امیرابراهیم یوسف پور دارای لیسانس مهندسی آبیاری از دانشگاه اهواز بوده و ۱۵ سال سابقه کار دارند که ۱۰ سال آن در قدس نیرو می باشد. زمینه کاری و علاقمندی آقای یوسف پور هیدرولوژی و سیستم های انتقال آب است.

Ayousef Pour@ghods-niroo.com

همچنین برای ۸۴۳ دوره داده مذکور رابطه نمایی دبی - دبی رسوب برازش داده شد که دارای ضریب  $R^2 = 0.58$  و معادله  $Y = 0.9382X^{1.7468}$  می باشد. رابط برازش داده شده در شکل (۵) نشان داده شده است.

### ۳- نتیجه گیری

یکی از مهمترین قابلیت های شبکه عصبی، توانایی یادگیری از طریق ارائه مثال بدون نیازمندی به معادلات حاکم بر پدیده است، همانطور که در این مقاله مشخص شده شبکه عصبی نسبت به معدل نمایی دبی - دبی رسوب برازش شده بر آمار موجود دارای ضریب همبستگی بیشتری می باشد. بنابراین شبکه پرسپترون چند لایه، ایجادکننده نگاهی صعودی است؛ که با تابع حرکت سیگمود قادر به تخمین دبی های رسوب بزرگ بوده و می تواند در تعیین منحنی سنج رسوب به کار رود.

### ۴- مراجع

1- kvmorjain,s (2001), Development of Integrated Sediment Rating Jornal of Hydraulic Engineering / January, "Curve using ANN 2001".

۲- منتظر غ، مشفق. م، قدسیان. م، ششمین سمینار مهندسی رودخانه بهمن ماه ۱۳۸۱ - دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- آوریده. ف، بنی حبیب. م، طاهر شمسی کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی جهت تخمین دبی رسوب رودخانه ها سومین کنفرانس هیدرولیک ایران - آبانماه ۱۳۸۰ - دانشکده فنی دانشگاه تهران.



## توسعه قابلیت‌های سازمان از طریق بکارگیری برنامه‌های مدیریت دانش

بهروز نوری

کارشناس ارشد واحد برنامه‌ریزی - امور توسعه و تعالی

### چکیده:

از دیدگاه «مدیریت دانش» شرکت‌های خدمات مهندسی به بازنگری، ایجاد و فروش دانش می‌پردازند. در سال‌های اخیر مدیریت دانش و برنامه‌ریزی برای تحقق آن در سازمان‌ها، به یک موضوع مهم تبدیل شده‌است. بررسی چشم‌اندازهای رقابتی نشان می‌دهد اگر سازمانی نتواند بدرستی دانش منابع انسانی را مدیریت نماید، از فرصت بسیار مغتنمی برای توسعه بدور مانده‌است. پایه و اساس مدیریت دانش در دوره کوتاه مدت در سازمان، به بهره‌برداری از اطلاعات قابل دسترس و منابع موجود در سازمان منجر شده و در بلندمدت پایه‌ای برای پیشرفت و توسعه در منافع تجاری می‌باشد.

### مقدمه:

مدیریت دانش را می‌توان «علم کسب، حفظ و کاربرد مجدد اصول و مفاهیم و تلفیق این عناصر برای انتقال معنی‌دار آن به افراد دیگر و هنر تبدیل آن به کار و محصول تعریف نمود.» مدیریت دانش، مدیریت داده، اطلاعات و روش‌های کسب تجربیات پنهان به عنوان فرایندی برای تلفیق برهم افزاینده داده‌ها و ظرفیت‌های تکنولوژی اطلاعات، خلاقیت و نوآوری نیروی انسانی در سازمان می‌باشد. جوهره تعاریف مختلف از مدیریت دانش این است که مزیت رقابتی شرکت‌ها از دانش آنها سرچشمه می‌گیرد و شرکت‌هایی که بتوانند این دانش را بهتر مدیریت نمایند می‌توانند بعنوان شرکت‌های پیشرو در صحنه رقابت حضور پایداری داشته‌باشند. نکته قابل توجه این است که در طول زمان، مباحث مدیریت دانش بتدریج تغییر یافته بنحوی که دو نگرش متفاوت در این زمینه قابل تشخیص می‌باشد:

**نگرش اول:** کارکنان را حامل دانش، مهارت، تجربه و قابلیت‌های ویژه‌ای می‌داند که سازمان‌ها تلاش می‌کنند با شناسایی و جذب، حداکثر بهره را کسب نمایند. کارکنان با تکیه بر توانمندی‌های فردی به خلق و نوآوری می‌پردازند و مدیریت می‌بایست بسترهای مناسب کارکرد مؤثر آنها را فراهم نماید. در این نگرش مدیریت دانش به شناسایی، کسب، توسعه، توزیع، و نگهداری دانش فردی می‌پردازد، در حالیکه وظیفه کارکنان استفاده مؤثر از این ابزارهای دانش می‌باشد.

**نگرش دوم:** توسعه سریع علوم باعث تقسیمات جدیدی در دامنه علوم گردیده بنحوی که با ایجاد رشته‌های جدید علمی عمق و محتوی آنها افزایش یافته در حالیکه وسعت آنها محدود شده‌است. ایجاد دانش جدید نیازمند فرایندی پیچیده، برنامه‌ریزی شده، سرمایه‌بر و مهم‌تر از همه مشارکت رشته‌های علمی مختلف در آن می‌باشد که بدون مشارکت مؤثر و تعامل رشته‌های علمی مختلف روند پیشرفت بسیاری از





شکل (۱)

## ۲- مدیریت دانش

دانش برخلاف دیگر منابع، نامتناهی است و با استفاده بیشتر، حجم آن افزایش می‌یابد. دانش در ذهن افراد جای دارد. تمرکز مدیریت دانش بر روی افراد است و بر افراد به عنوان منابع دانش تأکید دارد. تلاش مدیریت دانش در آشکار کردن سرمایه‌های ضمنی و ناملموس و به کار بردن آنها برای بقای سازمان و مزیت در عرصه رقابت سازمانی است. به طور کلی، می‌توان مدیریت دانش را شامل فرایند مدیریت دانش، فناوری، استراتژی و رفتار سازمانی دانست. مدیریت در سازمان باید دارای چارچوبی باشد که این چارچوب باید دارای خصوصیات زیر باشد:

- ۱- توانایی ارزیابی تصمیمات گرفته شده بر روی منابع ضمنی و مفهومی سازمان
- ۲- هدایت دید ما به سوی مشکلات موجود و کمک به فهم دقیق از واقعیت‌ها
- ۳- فراهم ساختن شرایط و لوازم تجزیه و تحلیل موقعیت
- ۴- توسعه دادن معیارهایی برای اندازه‌گیری موفقیت
- ۵- سازگاری با سیستم و منابع موجود برای حل کردن مسائل و چالش‌ها

علوم مختلف می‌گردد و در مواردی نیز که بتوان از قابلیت‌های فردی در خلق دانش استفاده کرد، قطعاً فرایند آن با بهره‌وری لازم توأم نخواهد بود. در این دوره ضرورتاً باید گاه‌های مدیریت دانش به سمت نگرش‌های جمعی گرایش، یافته‌است و حاصل آن طرح دیدگاه‌هایی چون یادگیری سازمانی، حافظه سازمانی، قابلیت‌های ویژه سازمانی و شبکه‌های سازمانی می‌باشد.

## ۱- فرایند مدیریت دانش

دانش ترکیبی از تجربیات، ارزش‌ها، اطلاعات و نگرش‌هاست. دانش از اطلاعات و اطلاعات از داده‌ها سرچشمه می‌گیرد. بیشتر دانش‌ها به صورت ضمنی در اختیار افراد هستند. از طرفی دانش را به عنوان یک مزیت رقابتی در جوامع پیشرفته‌تر از ما، پذیرفته‌اند. سازمان‌ها برای انتخاب بازار باید از دانش موجود و ایجاد دانش جدید بهره‌جویند و مدیریت دانش در این امر کمک شایانی به سازمان‌ها می‌کند. تجزیه و تحلیل مدیریت دانش موجب شده تا موفقیت کنونی سازمان را در یادبیم و بدانیم توسعه در کدامیک از نواحی سازمانی باید انجام گیرد. این امر باعث شده تا در مورد فرایند انتقال دانش و راه‌های انتقال آن در سازمان، اطلاعاتی را کسب کرده و در جهت ارتقاء آسان‌سازی و بهینه‌کردن آن پیش برویم.

مدیریت دانش باید به مدیران این توانایی را بدهد تا منابع دانش را بشناسند و عقاید علمی که قابل اجرا شدن هستند را تحریک کنند.

به طور کلی می توان فرایند مدیریت دانش را شامل: شناسایی دانش، تحصیل دانش، توسعه دانش، به اشتراک گذاری دانش، بهره برداری دانش و حفاظت از دانش دانست.

• **شناسایی دانش:** در این مورد بسیاری از سازمان ها طرحی از دانش، داده ها، اطلاعات و مهارت های مورد نیاز داخلی و خارجی ایجاد کرده اند. مدیریت دانش مؤثر باید در شفاف سازی داخلی و خارجی فعال باشد. یکی از این ابزارها، نقشه دانش است. نقشه دانش تخصص ها و دانش مورد نیاز افراد را با محل قرار گیری آنها در سازمان مشخص می کند.

• **تحصیل دانش:** روابط با مشتریان، حمایت کنندگان، رقبا و شرکا باعث ارائه دانش می شود. در این امر ابزاری چون تلفن، ویدئو کنفرانس، اینترنت، و اینترنت مؤثر است. سازمان می تواند دانش جدیدی را که خود نمی تواند توسعه بدهد خریداری نماید، به این صورت که با استخدام کارشناسان می تواند از تخصص و دانش آنها برای رسیدن به اهداف سازمانی کمک بگیرد. یکی از راه های دیگر بدست آوردن دانش جدید، همکاری و مشارکت با بخش های مشابه در حیطه کاری سازمان است تا بتوانیم از قوه ابتکارات دیگر سازمان ها استفاده نماییم.

• **توسعه دانش:** در این قسمت تمرکز بر روی ایجاد مهارت جدید، نظرات بهتر و فرایندها مؤثر است. در این میان، نکته دارای اهمیت این است که دانش فقط از تخصص سرچشمه نمی گیرد، بلکه از تجربه نیز بدست می آید. پس داشتن یک شبکه داخل سازمانی و تسهیل در ارتباط بین افراد داخل سازمان بایکدیگر یکی از موارد کلیدی این مرحله

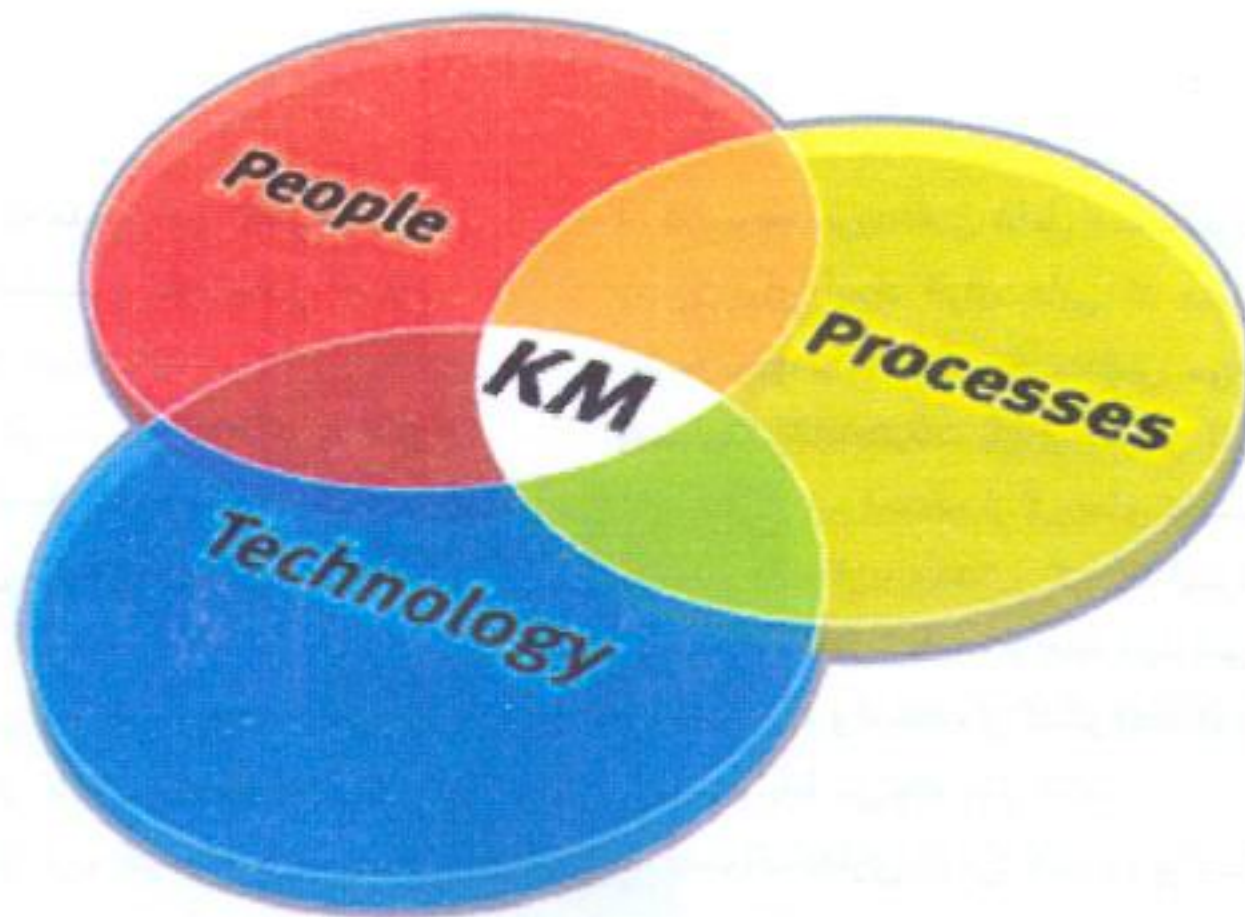
است. توسعه مدیریت دانش شامل همه تلاش های مدیریتی برای ایجاد ظرفیت هایی که هنوز در سازمان بوجود نیامده است. توسعه دانش می تواند به عنوان تکیه گاه تحقیقات بازاری سازمان قلمداد شود. در این امر استفاده از گروه های تخصصی، اختصاص جا و مکان برای تشکیل گروه ها، اینترانت، بررسی و مرور فعالیت ها بعد از اتمام آنها، آموزش چندگانه افراد، و استفاده از گفتگو (Chat) برای برقراری ارتباط می تواند مؤثر باشد.

• **به اشتراک گذاری دانش:** تقسیم و پراکندگی دانش در داخل سازمان، پیش شرط حیاتی برای ایجاد اطلاعات و تجربی است که سازمان می تواند از آن استفاده کند. در این امر استفاده از زبان واضح و روشن برای انتقال دانش، قرار دادن پاداش هایی برای به اشتراک گذاری دانش، حمایت فرهنگ سازمانی از اشتراک و انتقال دانش می تواند مؤثر باشد. سؤال اساسی در این بخش این است که چگونه می توان به اشتراک گذاری دانش را تسهیل کرد؟

• **بهره برداری از دانش:** توجه کامل مدیریت دانش به این نکته است که دانش موجود در سازمان ها به کار برده شود تا بتواند به سوددهی سازمان منجر گردد. ترکیب وظایف روزانه با وظایف در ارتباط با مدیریت دانش، حمایت مدیران عالی و استفاده از دانش برای رقابت و افزایش کارایی مؤثر خواهد بود.

• **حفاظت از دانش:** مزیت های رقابتی برای سازمان در هر زمان در دسترس نیست. دانش سازمانی که یکی از مزیت های رقابتی سازمان است باید به روز، حفاظت و نگهداری شود. کدگذاری علاوه بر اینکه در توسعه دانش و اشتراک گذاری دانش مؤثر است یکی از راه های حفاظت از دانش به شمار می رود.





شکل (۲)

### ۳- عوامل موفقیت مدیریت دانش

عوامل موفقیت مدیریت دانش از دیدگاه افراد و نظریه پردازان، گوناگون است. از جمله این کارشناسان هیزینگ است که عوامل موفقیت مدیریت دانش را به دست آوردن تخصص از تجربه، و ترویج فرهنگ می‌داند. از طرف دیگر پروساک موفقیت در مدیریت دانش را وابسته به عوامل زیر می‌داند:

- ۱- فناوری
- ۲- ایجاد و پراکنده کردن دانش
- ۳- به اشتراک گذاری دانش
- ۴- منابع الکترونیک برای دانش
- ۵- آموزش و یادگیری
- ۶- ایجاد اعتماد در بین افراد
- ۷- ایجاد زیرساختاری برای دانش

### ۴- راهبردهای مدیریت دانش

اگرچه بیشتر عناصر مدیریت دانش، نو و جدید نیستند، لکن یکپارچه شدن و همگرایی این عناصر در یک راهبرد کلی اثربخش برای رسیدن به مزیت‌ها و فواید کار و سازمان در حال تکوین،

یک علم است. پرسش‌هایی وجود دارد که یک راهبرداثربخش مدیریت دانش باید بدانها پاسخ گوید: چه نوع دانایی و دانش برای کار و سازمان شرکت حیاتی است؟

این دانش چگونه بر عملکرد سازمان تأثیر خواهد گذاشت؟

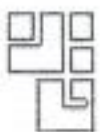
در فضا و محیط امروز، در کجا و چگونه این دانش باید مدیریت شوند؟

چه اقداماتی باید انجام داد تا بتوان از دانش برای دستیابی به مزیت‌های رقابتی استفاده نمود؟

### ۵- انواع پروژه‌های مدیریت دانش

#### ۵-۱- ایجاد مخزن دانش

یک هدف مشخص این است که مدارک و اسناد از قبیل یادداشت‌ها، گزارش‌ها و مقالات را در یک انبار یا مخزن حفظ کنیم. این انبار مدارک و اسناد به تعمیق و گستردگی دانش مشترکی که بطور غیررسمی در سازمان بوجود می‌آید، شتاب می‌دهد. برای مثال در شرکت HP یک پروژه بزرگ که «شرکت فروش الکترونیک» نامیده



# Our model for creating Value



شکل (۳)

## ۶- ویژگی دانش جمعی

ژلپتیس و پارلین (۲۰۰۰) معتقدند که دانش دو گونه است: دانش فردی که محصول فرایند ادراک انسان است و دانش جمعی که محصول نهایی فرآیند مراوده بین افراد می‌باشد از نظر آنها دانش بشری بصورت شکل (۴) تقسیم می‌گردد.

این دو دانشمند می‌گویند چون دانش محصول نهایی فرایند ادراک انسان است و این فرایندی پیچیده، ذهنی و داخلی است که نمی‌توان آنرا مستقیماً مدیریت نمود، اما دانش قابل اشتراک می‌تواند از طریق ابزارهای گوناگون (وسایل الکترونیک و یا کاغذ) منتقل گردد. این بخش از دانش، استاتیک و غیرپویا است و به عبارتی همان اطلاعات است که می‌تواند توسط انسان تعبیر و تفسیر و یا تحلیل و نهایتاً منجر به ایجاد دانش جدید شود. در این مرحله مدیریت سازمان و نه مدیریت دانش از طریق فرایند نوآوری تلاش می‌کند با ایجاد بستر مناسب (فرهنگی، تکنولوژیک، سازمانی) روند استفاده از سرمایه فکری موجود (نیروی انسانی) سازمان برای فعالیت‌های تولید دانش را تسهیل نماید. مدیریت

می‌شود، تمام اطلاعات فنی محصول، پیشنهادهای فروش، روش‌های فروش و بازاریابی، اطلاعات مربوط به حساب‌های مشتریان و هر موضوعی که برای کارکنان در سازمان مفید باشد، جمع‌آوری می‌کند.

## ۲-۵- بهبود دسترسی دانش

هدف فراهم‌آوری امکانات مقتضی به منظور بهبود دسترسی به دانش موجود سازمان است. برای مثال کتاب زرد شرکت یا شبکه اطلاعاتی کارشناسان از اینگونه است. بجای چکیده و استخراج از مخزن و انبار مدارک، مدیران در اکتشاف‌های نفت بریتانیا از روش فوق استفاده می‌کنند.

## ۳-۵- هم‌افزایی محیط دانش

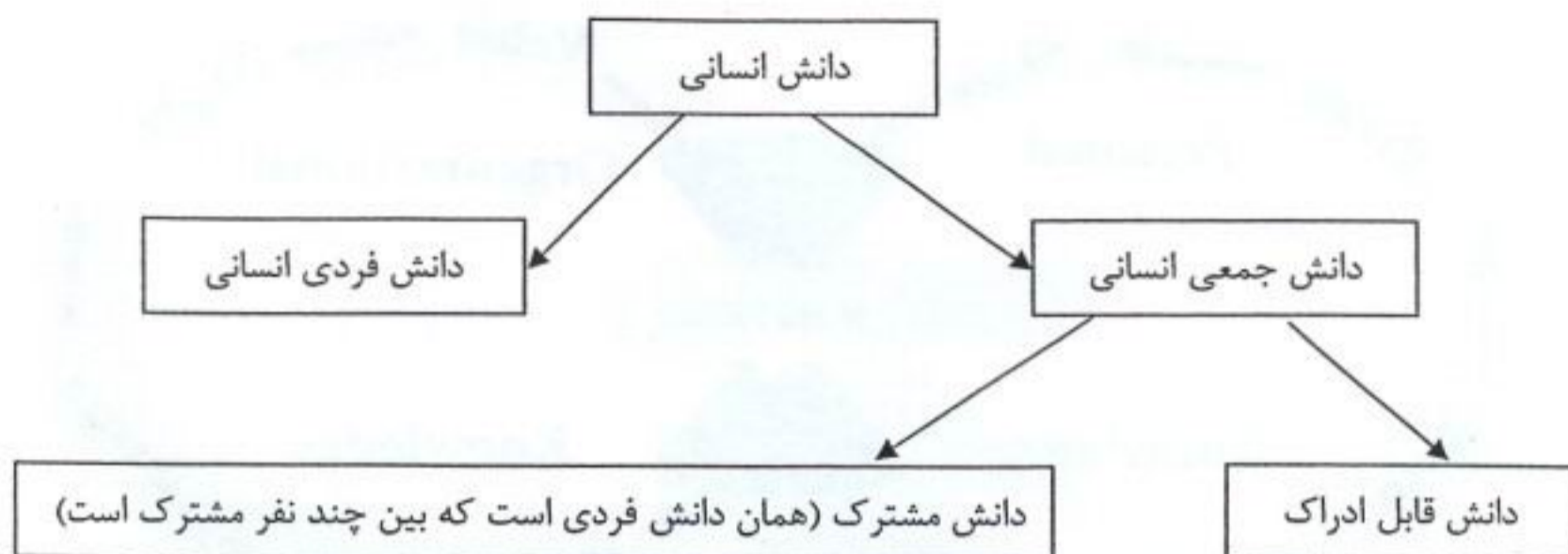
سومین نوع پروژه دانش مربوط به ایجاد محیطی می‌گردد که در آن خلق دانش کارا، انتقال و استفاده از آن مورد توجه قرار می‌گیرد.

## ۴-۵- مدیریت دانش بعنوان یک دارایی

چهارمین نوع پروژه، بر روی مدیریت دانش، بعنوان مدیریت بر دارایی‌های تجربی و فنی تمرکز می‌کند. برای مثال شرکت اسکاندیا (سازمان ارائه‌دهنده خدمات مالی در سوئد)، دانش سازمانی را بعنوان یک سرمایه در گزارش سالیانه سهامداران ارائه می‌نماید.



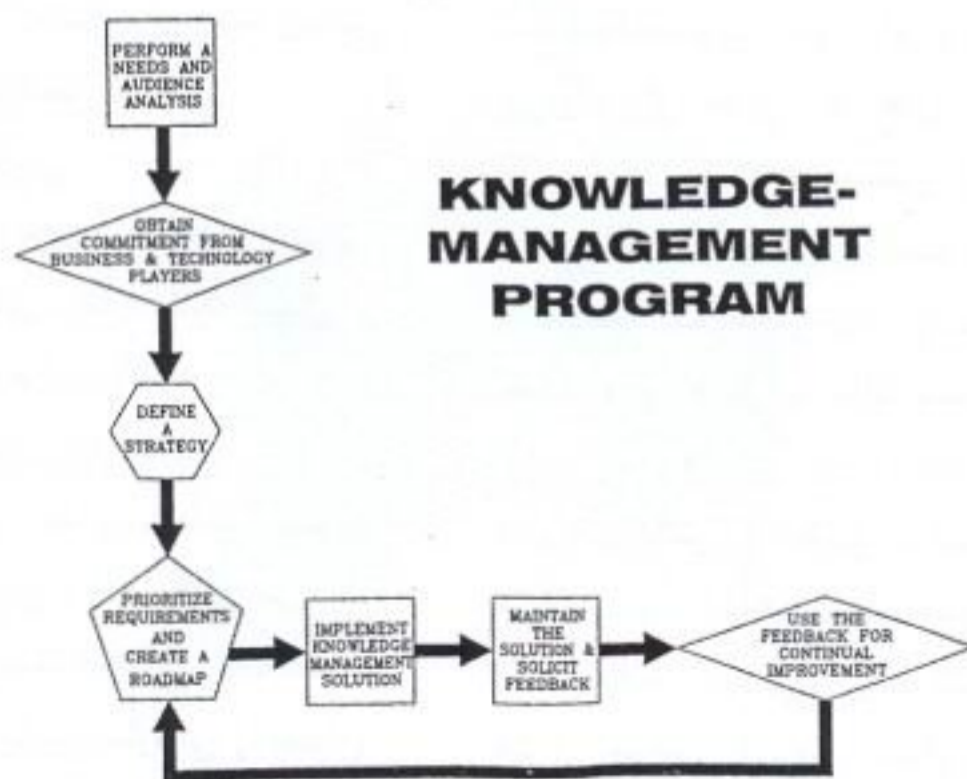




شکل (۴)

قابل مدیریت نمی‌باشد. این بخش بعضاً برای دارنده آن نیز مکشوف نمی‌باشد و گاهی کارهایی انجام می‌دهد که خودش نیز نمی‌داند در پس این رفتار چه دانشی نهفته است. این نوع دانش جنبه محلی یا چسبندگی محیطی داشته و تا وقتی در ذهن فرد استاندارد نگردد قابل کدگذاری و رسمی کردن نیست. این نوع دانش قالب‌های ذهنی فرد را تشکیل می‌دهد که بر همین اساس به تعبیر و تفسیر پدیده‌ها می‌پردازد و قابلیت‌های واقعی، قوه درک و فهم و توان کارشناسی فرد را تشکیل می‌دهد.

می‌تواند از طریق ایجاد، حفظ و توسعه فضای مناسب سازمانی زمینه رشد چنین فعالیت‌هایی را مهیا نماید. اینگونه فعالیت‌ها اگر چه اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد اما مدیریت دانش محسوب نمی‌گردد. همانطور که ملاحظه گردید صرفاً بخش قابل اشتراک دانش که در انبارهای اطلاعات و یا کتاب‌ها و مقالات قرار دارد قابل کنترل و مدیریت است ولی بخش عمده‌تر دانش که در حافظه افراد قرار دارد و محصول تجارب طولانی و ممارست کاری آنها با دنیای واقعی است مستقیماً



شکل (۵)

این نوع دانش اگر به اشتراک گذاشته شود و با دانش افراد دیگر تلفیق و یکپارچه گردد در قابلیت‌ها، رویه‌های کاری، هنجارهای گروهی و توانمندی‌های ویژه جمعی ظاهر می‌گردد. اگر مدیریت، فضای فرهنگی، ساختار و ساز و کارهای مناسب انگیزشی را فراهم نماید دانش تبلور یافته در این روابط همانند تارهای عصبی درهم تنیده شده و بتدریج پیچیده‌تر و پویاتر می‌گردد و بصورت قابلیت‌های منحصر به فردی در می‌آید.

این قابلیت محصول ترکیب خاصی از روابط مبتنی بر دانش ضمنی افراد است و عوامل تشکیل دهنده آن در تعامل مستمر با یکدیگر دچار تغییر و تحول می‌گردند، بنحوی که ردیابی، تقلید، جاسوسی، مهندسی معکوس و کپی‌سازی آن به سهولت امکان‌پذیر نمی‌باشد و در صورت طراحی ساز و کارهای سازمانی مناسب می‌تواند از طریق فرایند مستمر یادگیری، باعث خلق دانش جدید گردیده و سازمان را در وضعیت منحصر به فردی قرار دهد. در حالیکه مزیت‌های دیگر رقابتی بشدت در معرض تهاجم سازمان‌های رقیب قرار دارد ویژگی‌های دانش جمعی در صورت تداوم نوآوری در آن بصورت تنها منبع منحصر به فرد مزیت‌های رقابتی پایدار برای شرکت‌ها عمل خواهدکرد. بهمین جهت علیرغم دیدگاه‌های متفاوتی که در زمینه حوزه عمل مدیریت دانش وجود دارد، طی دهه اخیر یک گرایش عمومی از جنبه فردی دانش به جنبه‌های جمعی آن ملاحظه می‌گردد و حتی تکنولوژی‌های اطلاعاتی از جهت میزان تأثیری که در رشد دانش جمعی ایفا می‌کنند مورد توجه قرار می‌گیرد.

#### ۷- مدیریت دانش و EFQM

در انتها لازم است که اشاره بسیار مختصری از ارتباط دو مقوله EFQM و مدیریت دانش

داشته‌باشیم. مدیریت دانش به عنوان یکی از توانمندسازها<sup>۱</sup> و در واقع به عنوان پروژه بهبود فرآیند تعالی سازمانی، صریحاً در مدل EFQM اشاره شده‌است، و اجرای آن در راستای بهبود درجه تعالی سازمان اکیداً توصیه می‌شود.

#### ۸- نتیجه‌گیری

توسعه سریع و اعجاب‌انگیز فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات و گرایش عمومی دانش به سمت چند رشته‌ای شدن باعث گردیده‌است که دانش و یادگیری جمعی بعنوان تنها مزیت رقابتی پایدار مورد توجه روزافزون قرار گیرد.

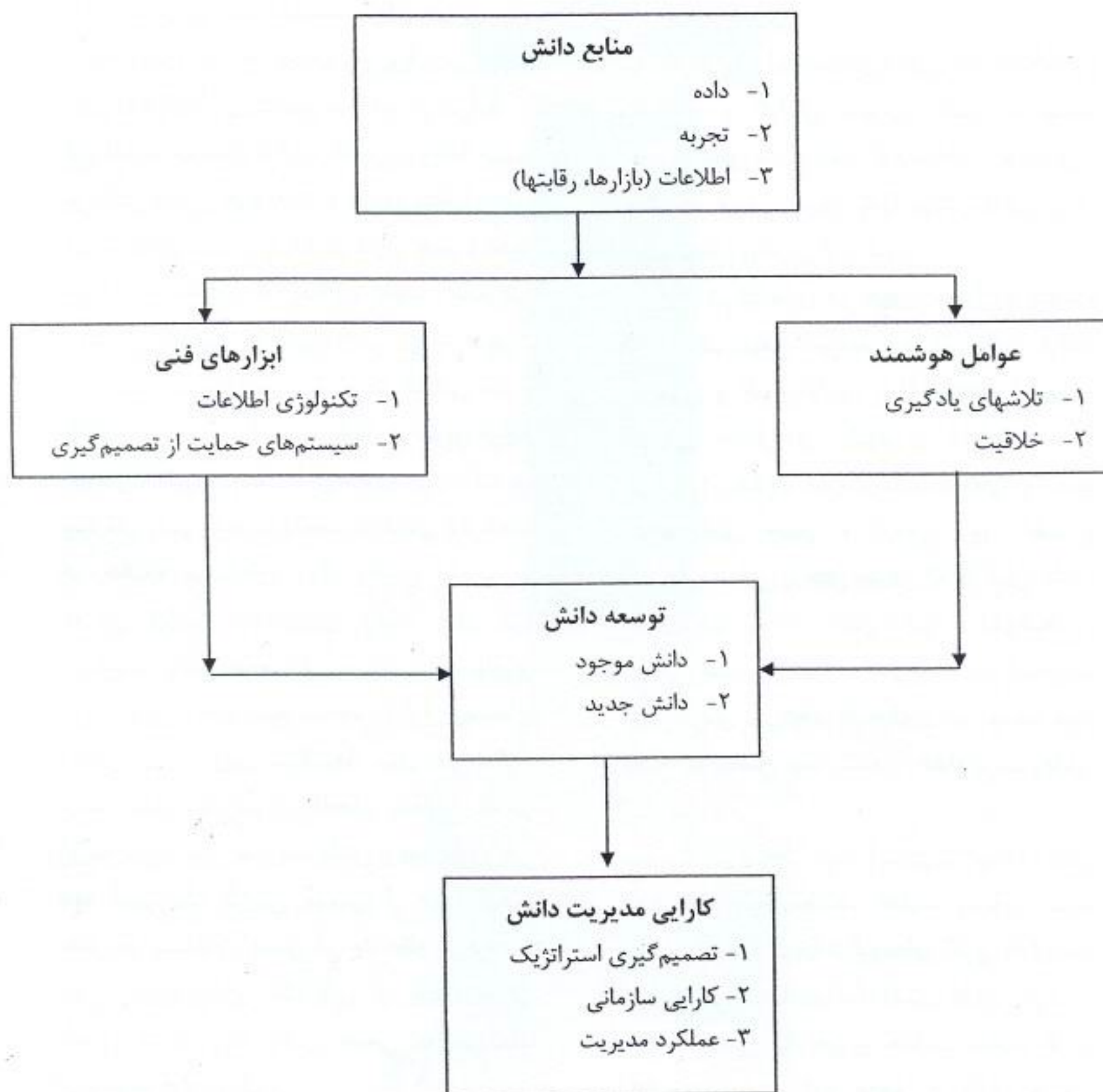
بنابراین شرکت‌هایی در جهان متحول و پیچیده قرن حاضر موفق خواهند بود که بتوانند فرایند یادگیری و کسب دانش را با استفاده از ساز و کارهای حاصل از تکنولوژی اطلاعات مانند گروه‌های مجازی، سازمان‌های شبکه‌ای و ... به سمت دانش جمعی و گروهی سوق دهند و بسترها و فضایی را خلق نمایند که کارکنان، دانش ضمنی خود را که حاصل تجربه و اندوخته‌های شخصی است به اشتراک گذارند. در غیر اینصورت دانش فردی نمی‌تواند پاسخگوی نیاز توسعه علوم جدید که حاصل چند رشته و منشاء مزیت رقابتی است باشد.

مدیریت شرکت‌ها، خود بایستی با توسعه دانش فردی در علوم مختلف قابلیت ویژه‌ای کسب نمایند تا ضمن ترغیب گروه‌های کاری یادگیرنده که آمادگی به اشتراک‌گذاشتن دانش خود را دارند، سازمان را طوری هدایت نمایند تا با یکپارچه نمودن نتایج حاصل از دانش جمعی مزیت رقابتی خود را پایدار نمایند و حتی بتوانند

1- Enablers.

با تعامل با رقبا به نوآوری تکنولوژی جدید و نهایتاً خلق ثروت مبادرت ورزند. در پایان قابل ذکر است جایگاه کشور ایران در استقرار مدیریت دانش، خلق دانش جمعی و نهایتاً

نحوه بهره‌گیری از آنها در خلق مزیت‌های رقابتی در سطح ملی و بین‌المللی، می‌تواند پروژه مناسبی برای بررسی و کاربرد علم مدیریت دانش در کشور باشد.



شکل (۶): مدل کارایی مدیریت دانش

آقای بهروز نوری دارای مدرک فوق لیسانس مهندسی صنایع از دانشگاه تهران و در حال حاضر دانشجوی دکترا در دانشگاه امیرکبیر می باشد. ایشان جمعا ۵ سال سابقه در شرکتهای ایران خودرو، RWTUV و سایپا دیزل و قدس نیرو دارد.

[bnoori@ghods-niroo.com](mailto:bnoori@ghods-niroo.com)

#### ۹- مراجع

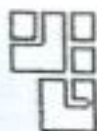
- 1- Karino, A, Journal of Knowledge management Vol5, No.4, 2001, PP.358-367
- 2- Allee, V (2002) "Knowledge Management" [www.city.grandepriarie.ab.ca/ccy.K M,htm](http://www.city.grandepriarie.ab.ca/ccy.K M,htm)

۳- وزارت صنایع و معادن، مرکز اطلاع رسانی صنایع و

معادن ایران

[www.mim.gov.ir](http://www.mim.gov.ir)

- 4- Ph.d Thesis, "Managing Knowledge in Professional Service organizations, Technical Consultants Serving the Construction Industry"  
P.M.Sverlinger, Chalmers university of technology, Sweden, 2000



## مقابله با امواج مخرب دریا

نرگس علیرمائی

کارشناس ارشد ساختمان - مدیریت مهندسی صنایع نیروگاهی

### چکیده:

در فاصله زمانی نگارش مقاله تئوری تکتونیک صفحه‌ای تا چاپ مقاله مزبور در شماره ۱۱ این نشریه، زلزله ۸/۹ ریشتری در اقیانوس هند، در تاریخ ۲۶ دسامبر منجر به سونامی کم‌سابقه‌ای شد که در اندونزی، تایلند، هندوستان، مالدیو، سریلانکا، مالزی و بنگلادش نزدیک به ۲۰۰ هزار نفر را کشت و خسارات بی‌سابقه‌ای به جای گذاشت. در مقاله فوق‌الذکر به نحوه تکوین زلزله‌های بستر اقیانوسها اشاره شد. در اینجا پس از مختصری توضیح راجع به سونامی، توضیحات تکمیلی درباره نحوه عملکرد و سیستم هشداردهنده اینگونه زلزله‌ها ارائه خواهد شد و پس از آن به علت برخی زلزله‌ها که منشأ غیرتکتونیک دارند، خواهیم پرداخت، از جمله زلزله‌های ناشی از آتشفشان و نیز زمین‌لرزه‌هایی که بر اثر پر کردن مخزن آب سدهای بزرگ بوجود می‌آیند.

### مقدمه:

بیشترین مطالعات، تحقیقات و مقالات منتشر شده در کتب مرجع زلزله و نیز مجلات علمی، در ارتباط با نحوه تکوین زمین‌لرزه در قاره‌ها و زلزله‌هایی است که بر اثر برخورد یا سایش صفحات تکتونیکی در قاره‌ها بوجود می‌آیند. زلزله‌های ناشی از فرآیند فرورانش در بستر اقیانوسها بزرگترین زلزله‌های ثبت شده از لحاظ شدت هستند. یکی از همین زلزله‌ها در اقیانوس هند منجر به وقوع بزرگترین سونامی تاریخ از لحاظ تلفات و خسارات شد. برای کاهش خسارات سونامی نخست باید دانست سونامی چیست؟ چگونه بوجود می‌آید و راه‌های مقابله با این امواج مخرب چیست؟

### ۱- سونامی چیست؟

امواج مخرب دریا سونامی نامیده می‌شوند. این امواج تا وقتی به نزدیکی ساحل نرسیده‌اند، به قدری آرام و بی‌آزار به نظر می‌رسند که خسارات

وحشتناک آنها را تا کسی ندیده باشد باور نمی‌کند. در وسط اقیانوس، دو قله موج سونامی می‌توانند تا ۱۶۰ کیلومتر فاصله داشته‌باشند، ولی ارتفاع موج معمولاً از یک متر تجاوز نمی‌کند. اگر قایق‌سواری سر یکی از این امواج سوار شود، به هیچ چیز شک نمی‌کند. در خط ساحلی، اولین نشانه، عقب‌نشستن آب اقیانوس است که علامت آن ماهی‌هایی هستند که از آب بر جای می‌مانند. این یک عقب‌نشینی نیست، بلکه در واقع تجمع نیروها است. وقتی که امواج بزرگ سرانجام حمله می‌کنند، دید درونشان آشکار می‌شود و چنان سرتاسر ساحل را درمی‌نوردند که انگار می‌خواهند تمام آن را ببلعند. این امواج لرزه‌ای دریائی، یا امواج جزر و مدی که گاهی اینگونه خطاب می‌شوند هیچگونه ارتباطی با ماه یا جذر و مد ندارند و لغت "سونامی" که لغت ژاپنی موج ساحلی است بیشتر به مقصد این امواج اشاره می‌کند تا مبدأ آنها. علتها مختلف هستند: زلزله‌های کف دریاها و



اقیانوسها یا آتشفشانها در عمق اقیانوسها. علت هر چه باشد، حرکت موج با یک تکان ناگهانی شروع می‌شود، انگار که پاروئی عظیم با صدائی وحشتناک آب را پس می‌زند. در سال ۱۸۸۳، آتشفشان کراکاتوا (Krakatoa) در شرق هند فوران کرد و تمام جزیره در ۸۲۰ فوت فرو ریخت. یک سونامی با نیروئی عظیم جاوا (Java) و سوماترا را در هم کوبید و ۳۶۰۰۰ نفر را با ایجاد دیواره‌های آبی با ۱۱۵ فوت ارتفاع کشت.

## ۲- تاریخچه وقوع سونامی‌های مختلف

در سال ۱۸۹۶ در ساحل شرقی ژاپن امواجی به ارتفاع ۸۲ تا ۱۱۵ فوت، حدود ۱۰۰ هزار خانه را در هم کوفت و ۲۶۰۰۰ نفر را غرق کرد. در سال ۱۹۴۶ جزیره یونیماک (unimak) در نزدیکی آلاسکا، زلزله‌ای به بزرگی ۷/۲ ریشتر، امواج لرزه‌ای دریائی بزرگی بوجود آورد که چراغ دریائی اسکاج (Scotch) را با ۵ نفری که در آن بودند و همینطور آنتن ۱۲ فوتی رادیو را در بر گرفت. سپس موج ۲۳۰۰ مایل به جزایر هاوائی سفر کرد و ۱۵۹ نفر را کشت و میلیونها دلار خسارات برجای گذاشت (شکل ۱).

در ۲۲ مه ۱۹۶۰، سونامی‌ای به ارتفاع ۱۲ متر با سواحل شیلی، هاوائی، فیلیپین و اوکیناوا ژاپن برخورد کرد و بیشتر از هزار نفر را کشت. سونامی ایجاد شده بر اثر زلزله ۲۸ مارس ۱۹۶۸ در آلاسکا در اورگون و کالیفرنیا، ۱۳۲ نفر را از بین برد و در ۱۶ آگوست ۱۹۷۶ یک سونامی با منطقه خلیج مورو در فیلیپین برخورد کرد که در اثر آن ۵۰۰۰ نفر کشته شدند. سونامی ۱۷ جولای ۱۹۹۸ در گینه‌نو، ۲۰۰۰ نفر را کشت.

آخرین سونامی نیز که شاید باعث بزرگترین تلفات انسانی و خسارات جانی و مالی شد در ۲۶ دسامبر

۲۰۰۴ به وقوع پیوست. این سونامی ناشی از زلزله‌ای ۸/۹ ریشتری در اقیانوس هند نزدیک سوماترای اندونزی بود که باعث تخریب سواحل ۱۰ کشور شد و طی آن نزدیک به ۲۰۰ هزار نفر کشته شدند و سونامی حدود ۵۰۰ هزار مجروح و میلیونها آواره بجای گذاشت. بیشترین تخریب این سونامی در کشور اندونزی بود. در شهر آچه اندونزی تا شعاع ۱۴۰ کیلومتری تقریباً همه چیز نابوده شده‌است. استان آچه که مرکز آن شهر آچه است، ۲۱ شهر دارد که ۱۱ شهر آن به شدت ویران شده و ۴ شهر آن از روی نقشه جغرافیائی محو شده‌است (شکل ۲). در کل منطقه آسیای جنوب شرقی از لحاظ زمین‌شناختی یکی از مناطق پرتکاپوی زمین است که فشارهای پوسته در کف اقیانوس هند، یک زون فرورانش بسیار قوی را در دو جهت مخالف هم ایجاد کرده که در آن پوسته‌های اقیانوسی یکی زیر دیگری می‌رود. چنانچه قبلاً نیز شرح داده شد، زلزله‌های اقیانوسی دو مکانیسم غالب دارد. گاهی بخش اقیانوسی یک صفحه در برخورد با بخش قاره‌ای صفحه‌ای دیگر به علت اختلاف وزنی به زیر آن فرو رانده می‌شود. در مواردی هم پوسته اقیانوسی سنگین‌تر و قدیمی‌تر یک صفحه در برخورد با پوسته اقیانوسی نسبتاً سبک‌تر دچار پدیده فرورانش می‌گردد.

رانده شدن صفحه برمه بر روی بخش اقیانوسی صفحه هند - استرالیا، عامل ایجاد تنشهای دائم بسیار بزرگی در محدوده سوماترا است.

## ۳- سیستم اخطار سریع سونامی

آن چیزی که در جهت کاهش فجایع سونامی اهمیت دارد راه‌اندازی سیستم اخطار سریع سونامی در سواحل در معرض خطر است. سرعت موج سونامی در جایی که عمق اقیانوس حدود ۴ کیلومتر باشد، ۷۲۰ کیلومتر در ساعت است.





شکل (۱): تنها در برابر سرنوشت، تصویر یک مرد در هیلو، هاوایی (hilo, Hawaii) درست لحظاتی قبل از آنکه موج ایجاد شده در اثر سونامی اول آوریل ۱۹۴۶ او را در بر گیرد. این سونامی که از جزایر آلوتیان (Aleutian) در نزدیکی آلاسکا شروع شد، به اندازه کافی قدرتمند بود که در هاوایی دیواره‌های ۳۰ تا ۵۵ فوتی از آب درست کند. این موج حدود ۲ ساعت در جزایر سفر کرد. کشتی (S.S. Brigham Victory) که از روی آن این عکس گرفته شده، موفق به نجات جان خود شد، اما ۱۵۹ نفر از جمله فردی که در تصویر می‌بینید کشته شدند.



شکل (۲):

قبل از وقوع سونامی (شهر آچه Banda Aceh) در جزایر سوماترا



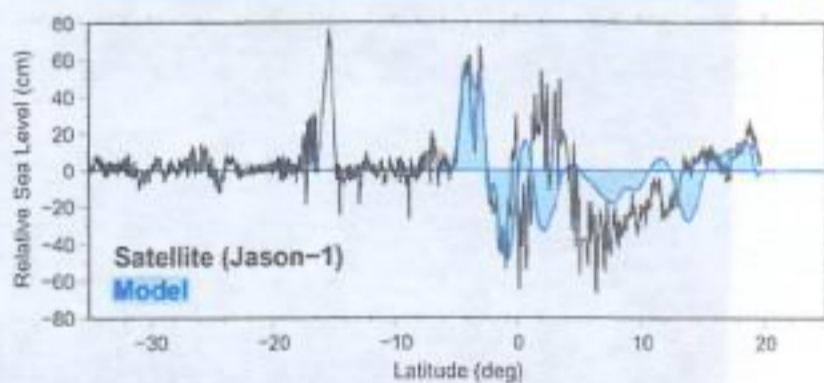
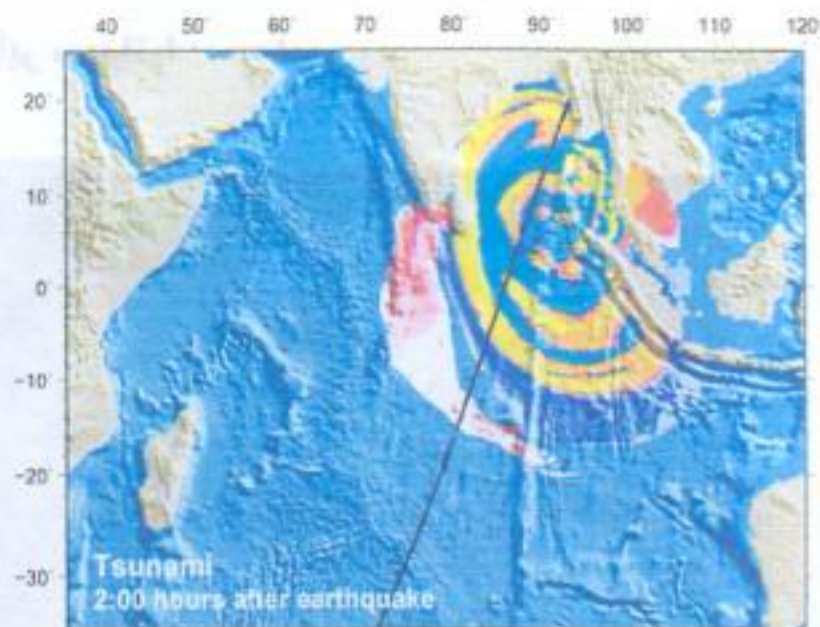
بعد از وقوع سونامی (شهر آچه Banda Aceh) در جزایر سوماترا



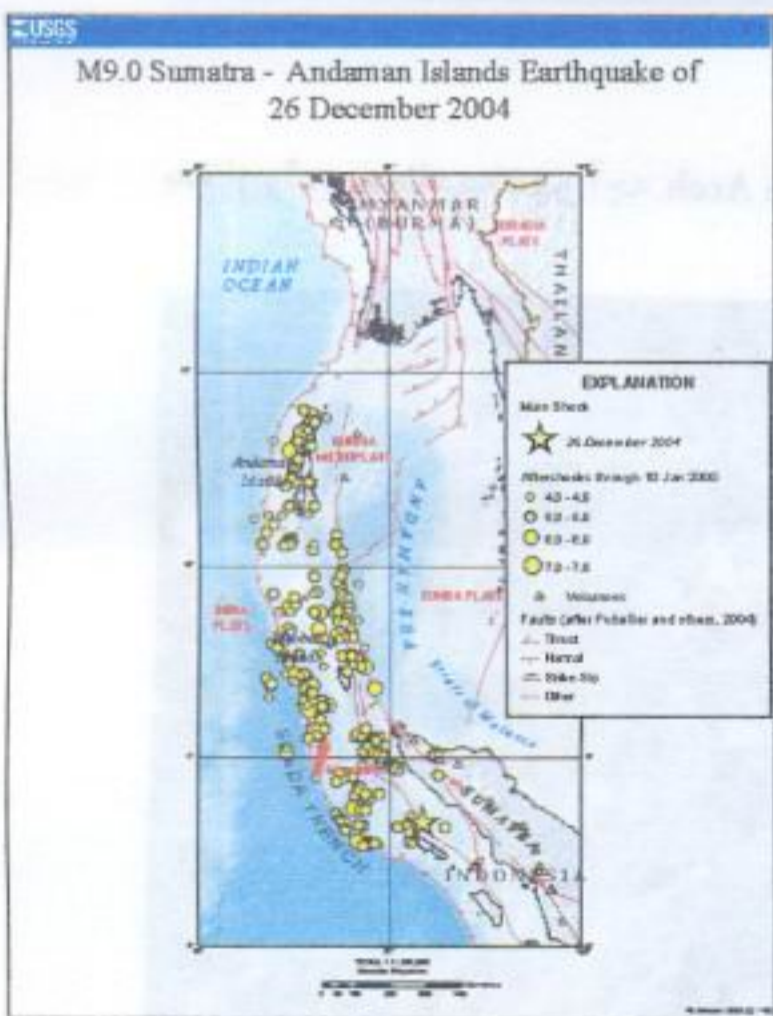




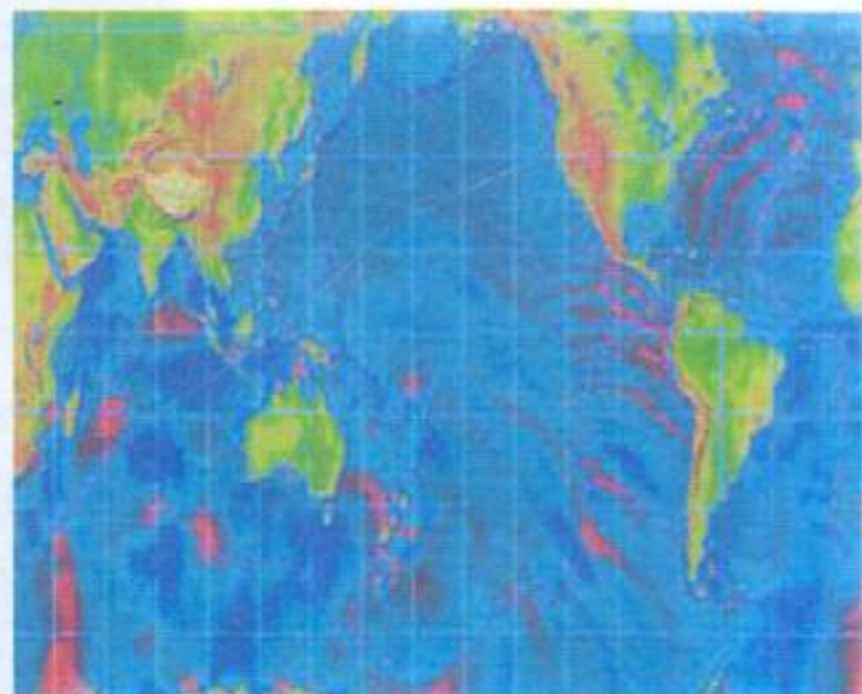
کشورهای صدمه دیده در سونامی اخیر



گراف تغییرات ارتفاع آب ۲ ساعت بعد از سونامی براساس عرض جغرافیایی

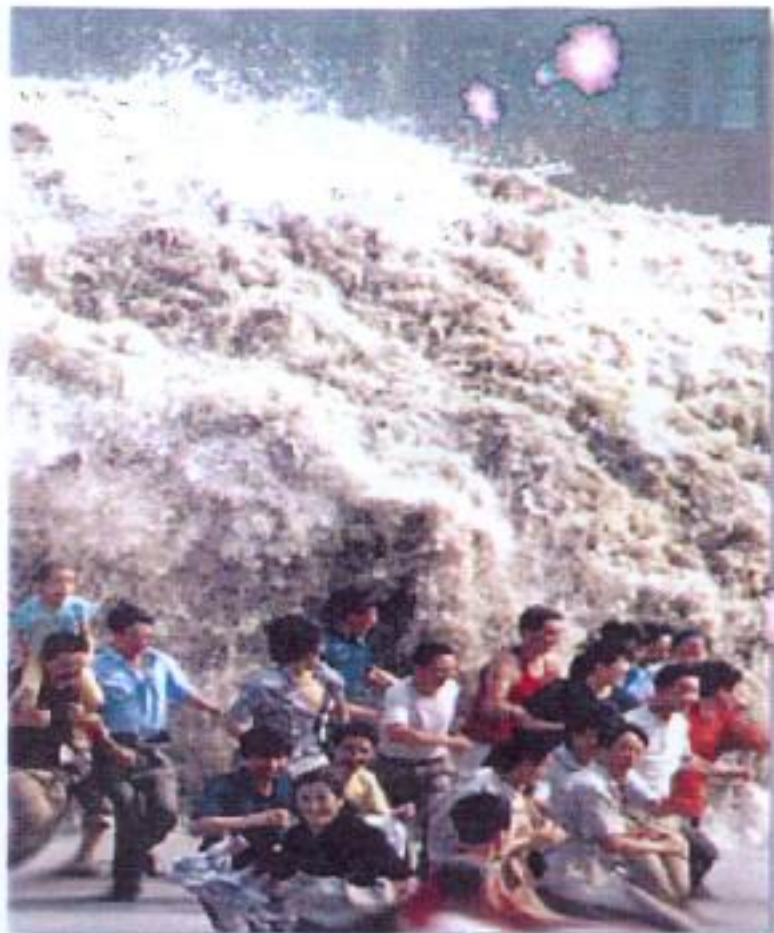


"نقشه پس لرزه‌های سونامی اخیر" سوماترا جزایر (Andaman)



نقشه انتشار امواج سونامی اخیر





"تصاویری از وقوع سونامی در اقیانوس هند"

"در ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴"

نشانگر سونامی مجهز شده‌اند. اگر زمین‌لرزه از میزان مشخصی بیشتر باشد که احتمال سونامی باشد، به سرعت سواحل در معرض خطر تخلیه شده و مردم به سوی ارتفاعات هدایت خواهند شد (شکل ۳).

بنابراین چند ساعت طول می‌کشد تا موج به ساحل برسد. اگر سیستم هشداردهنده‌ای در منطقه وجود می‌داشت، ساکنان سواحل زودتر از رسیدن موج مطلع شده و آمار تلفات بسیار کاهش می‌یافت. امروزه در منطقه، تنها ژاپنی‌ها به سیستم پیش

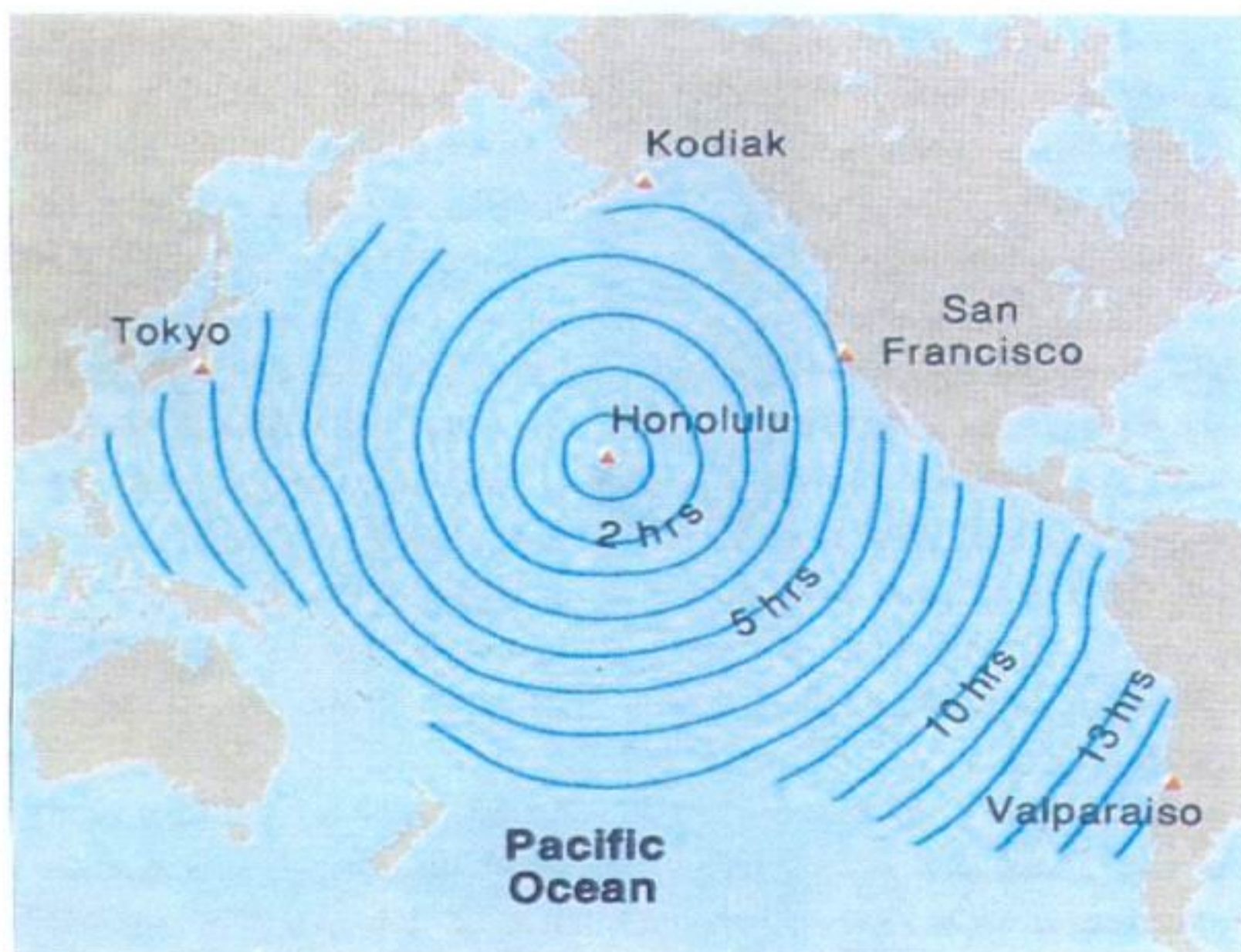


شکل (۳): پیش‌بینی سونامی با استفاده از اصول هیدرودینامیک صورت می‌گیرد. در هر نقطه سرعت ستون موج با مجذور عمق اقیانوس مرتبط است. بنابراین همانطوری که در شکل دیده می‌شود یک موج در عمق ۱۸۰۰۰ فوتی با سرعت ۵۱۹ مایل در ساعت حرکت خواهد کرد و سرعت آن با کم شدن عمق تا ۳۰ و ۶۰ فوت به مقدار قابل توجهی کاسته خواهد شد. کم شدن عمق، اثر بازدارنده‌ای در کف ستون موج دارد، اما قسمت بالای موج به حرکت خود ادامه می‌دهد و بلند و بلندتر می‌شود تا در نهایت با یک نیروی عظیم به ساحل می‌رسد.



امروزه برای مردم ساکن در هاوایی و نیز سواحل اقیانوس آرام، سیستم هشداردهنده سونامی بوجود آمده که مرکز فرماندهی آن در هونولولو واقع است و با استفاده از کامپیوتر و ماهواره کار می‌کند. وقتی که خطر سونامی وجود دارد، زمان رسیدن موج به هونولولو توسط این سیستم محاسبه شده و ساعت سونامی به کار می‌افتد. همچنین یک سیستم گسترده اقیانوسی متشکل از گیج‌های

حساس در برابر بالا آمدن آب اقیانوس، اطلاعات تکمیلی را به دست می‌دهد. به محض اطلاع مرکز هونولولو مبنی بر ایجاد امواج اقیانوسی، طی مدت کوتاهی به تمام نقاط در معرض خطر سواحل اقیانوس آرام، اعلام خطر می‌شود. باید اشاره کنیم در مناطقی که سیستم هشدار سونامی فعال شده خسارات جانی به کمتر از ۱۰٪ سابق رسیده‌است (شکل ۴).



شکل (۴): خطوط تار عنکبوتی نقشه هشدار سونامی، نشان‌دهنده زمان سفر امواج اقیانوسی بوجود آمده در اقیانوس آرام به هاوایی است. مثلاً موج ایجاد شده در والپاریسو (Valparaiso) در شیلی ۱۵ ساعت طول می‌کشد تا هاوایی را در هم بکوبد.

#### ۴- یافته‌های دانشمندان علوم زمین در

##### رابطه با گسلها

در شماره قبلی همین نشریه راجع به گسلهای انتقالی<sup>۱</sup> به نقل از متخصص ژئوتکنیک کانادایی توزو ویلسن (Tuzo Wilson) مختصراً صحبت شد و گفتیم که مشاهدات توزو حاکی از این بود که بستر اقیانوس در مرز لبه‌های گسل‌های کف اقیانوس به سمت بالا در حرکت است و حرکت بازالت در جهات مخالف گسل‌ها باعث خرد شدن و فشار در مسیر خط گسل و نهایتاً ایجاد زلزله می‌گردد. اما دورتر از این بعدها، بستر اقیانوس در دو طرف این گسل در مسیر واحد و با سرعت واحد در حال حرکت است که این مورد هیچگونه نیروئی به خط گسل وارد نمی‌کند. از آنجائیکه آنچه او تشریح می‌کرد در واقع انتقال نیروها و جهت آنها در مسیر خط گسل بود، ویلسون این مناطق را گسلهای انتقال نامید. سایکس (sykes) نیز با استفاده از تسهیلات جدید شبکه لرزه‌ای گسترده، رکوردهای زلزله‌ای با جزئیات بیشتر در بخش شرقی اقیانوس آرام و آتلانتیک و خلیج عدن جمع‌آوری کرد. او با آنالیز لرزه‌نگارها در مسیر حرکت خطوط گسل دریافت که بستر دریا دقیقاً مطابق آنچه ویلسون بیان کرده بود، حرکت می‌کند.

بر اساس نمونه‌های گرفته شده توسط اقیانوس‌شناس‌ها از بستر دریا، پوسته زمین در منطقه لبه‌های برآمده اقیانوسی جوانتر و در مناطق گود افتاده اقیانوسی سن بیشتری دارند. اندازه‌گیری‌های دقیق نیروی ثقل در مسیر لبه‌های برآمده اقیانوسی و نیز گودال‌های اقیانوسی مؤید این مطلب است. گدازه‌های آتشفشانی حجیم در مسیر برآمدگی‌ها فوران می‌کند و در گودالها فرو می‌نشیند. اندازه‌گیری‌های دقیق حرارت پوسته در

مناطق گود افتاده و لبه‌های برآمدگی وسط اقیانوسها نیز نشان می‌دهد که ماده داغ از منطقه زیر لبه‌های برآمده اقیانوسی به سمت بالا حرکت کرده و ماده سردتر در منطقه گودالی فرو می‌نشیند.

به مرور دانشمندان به تاریخچه دقیقی از نحوه گسترش بستر اقیانوسها دست یافتند و پیشرفتهای علوم در زمینه‌های دیگر همگی حاکی از ناکافی بودن تئوری‌های سنتی مکانیک زمین بود. یافته‌های جدید دانشمندان طی یکسری گردهمایی‌های دانشمندان علوم زمین در سالهای ۱۹۶۶ و ۱۹۶۷ در آمریکا تثبیت شد. جالب‌ترین یافته‌ها مربوط بود به لینتن سایکز (Lynn sykes) که برای اولین بار در سال ۱۹۶۷ ارائه شد و مفاهیم جدید مربوط به گسلهای انتقالی و گسترش بسترهای اقیانوسی را تشریح می‌کرد.

این تئوری جدید ما تئوری قبلی دانشمند آلمانی وگنر (Wegener) را زیر سؤال می‌برد و در واقع تصویر جدیدی از منطقه انتقالی میان پوسته بیرونی زمین و پوشش زیرین آن ارائه می‌داد. اساس بی‌اعتباری تئوری وگنر یک استدلال ساده مکانیکی بود: آنچه به عنوان یک بدنه سخت و فشرده به عنوان زمین توضیح داده می‌شود، امکان لغزش سطح روئی را از بین می‌برد. در واقع این فرض برای ساختار زمین، حتی امکان حرکت قاره‌ها را نسبت به یکدیگر نادیده می‌گرفت. اما امروزه، زلزله‌شناسان دریافته‌اند که منطقه انتقالی مابین پوسته و قشر زیرین نمی‌تواند خیلی جامد و صلب بوده و در واقع باید دارای سیالیت لازم باشد تا بخشهای مختلف پوسته و صفحات عظیم حمل‌کننده قاره‌ها قادر باشند بر روی آن بلغزند و نسبت به هم جابجا شوند.

1- Transform Faults.

آنها تفسیر جدید خود را بر پدیده‌ای که ۵۰ سال قبل از آن توسط بنوگوتنبرگ (Beno Gutenberg) کشف شده بود بنا گذاشتند. گوتنبرگ در پی مطالعات رفتار لرزه‌ای امواج، شروع عدم پیوستگی را در ۹۰ مایلی زیر سطح زمین تشخیص داده بود، در منطقه‌ای که به وضوح سرعت امواج لرزه‌ای تغییر می‌کرد و نشان می‌داد که سختی سنگ کاهش قابل توجهی یافته‌است. امروزه دانشمندان به این نتیجه رسیده‌اند که سنگ در منطقه انتقالی سیال نیست بلکه از حالت جامد وضعیت نرم‌تری دارد، (درست مانند حالتی که آهن در کوره آهنگری به خود می‌گیرد). در شرایط مناسب از لحاظ حرارت و فشار، سنگ به اندازه‌ای نرم می‌شود که صفحات جداشده پوسته زمین به آهستگی در کنار هم بلغزند و قاره‌ها را با خود حمل کنند.

گردهمایی دانشمندان ژئوفیزیک در سال ۱۹۶۷، نقطه عطفی در علوم زمین به حساب می‌آمد. در این سمینار تحلیل جرج پلافکر (George Plafker) از بلندشدگی و فرونشست در زلزله ۱۹۶۴ آلاسکا، اغلب دانشمندان را متقاعد کرد که بستر اقیانوس آرام در واقع در حال فرو رفتن به زیر ساحل آلاسکا است. این نکته، همه فرضیات قبلی را به هم ریخت و چنانکه گفته شد مهم‌ترین دستاورد گردهمایی مقاله سایکز بود که در آن تصویر جدیدی از صفحات در حال حرکت پوسته زمین ارائه داده بود. براساس مقاله او، کل سطح کره زمین به تعداد زیادی صفحه تقسیم شده است و در اثر فرسایش یا فشار آوردن صفحات به یکدیگر زلزله‌ها ایجاد می‌شوند. گرچه حرکت صفحات بسیار آهسته بوده و از چند اینچ در سال تجاوز نمی‌کند ولی پیوسته بوده و تعیین‌کننده شکل زمین است. حرکت این

صفحات باعث عریض و باریک شدن اقیانوسها شده و گوه‌ها را بوجود آورده و آتشفشانهایی ایجاد می‌کند. پس از آنکه تئوری تکتونیک صفحه‌ای در سالهای ۱۹۶۶ و ۱۹۶۷ فرموله شد به سرعت بعنوان تئوری غالب در علوم زمین تثبیت گردیده اگر چه این تئوری بخوبی ۹۵ درصد از زلزله‌های بوجود آمده را توضیح می‌داد، اما حدود ۵ درصد از زلزله‌ها که کانون آنها در فاصله‌ای نسبتاً دور از مرز صفحات واقع شده بودند بدون توضیح باقی می‌ماندند. برای مثال زلزله‌هایی که در سالهای ۱۸۱۱ و ۱۸۱۲ در آمریکای شمالی در آرکانزاس و جنوب شرقی میسوری اتفاق افتاد، در واقع دور از مرز صفحه آمریکای شمالی قرار داشت. خوشبختانه به علت کم جمعیت بودن منطقه در آن سالها تنها حدود ۳۰۰۰ نفر در اطراف رودخانه می‌سی‌سی‌پی کشته شدند. آن منطقه کم سکنه در آن سالها، امروزه به قلب صنعتی آمریکا تبدیل شده‌است.

یک زلزله با قدرت مشابه در زمان حاضر، جان ۱۲ میلیون انسان را در آرکانزاس، اوانسویل و ایندیانا به خطر خواهد انداخت و تا ۵۰ میلیارد دلار خسارت برجای خواهد گذاشت.

#### ۵- زلزله‌های آتشفشانی

نوع دیگری از زلزله که لزوماً در مرز بین صفحات تکتونیک واقع نمی‌شود، زلزله‌های آتشفشانی هستند که البته خدش‌های هم بر تئوری تکتونیک صفحه‌ای وارد نمی‌کنند. این نوع زلزله جزء ساده‌ترین انواع زلزله برای مطالعه و تشریح است. زمانی تصور می‌شد که آتشفشانها تنها علت ایجاد لرزش زمین هستند.

در ۲۹ سپتامبر ۱۹۵۵ کامچاتکا پنی‌سولا (Kamchatka Peninsula) در نزدیکی جزایر کوریل



(Kurile) با یک زلزله متوسط لرزید. در طول هفته بعد روزی یک زلزله خفیف و در پایان سومین هفته هر روز حدود ۱۰۰ زمین‌لرزه منطقه را تکان می‌داد. زلزله‌شناسان کانون زلزله‌ها را درست در کنار آتشفشان بزی میانی (Bezy mianny) تشخیص دادند، آتشفشانی که برای مدت مدیدی فعالیتی نداشت و بنظر می‌رسید کاملاً خاموش شده‌است.

در ۲۲ اکتبر تعداد زمین‌لرزه‌های روزانه به ۲۰۰ عدد رسیده بود و تعداد کل آنها به ۱۳۰۰۰ زلزله بالغ می‌شد. در این روز بود که آتشفشان شروع به فوران کرد. با بیرون آمدن خاکستر و بخار و گاز از دهانه آتشفشان تعداد زلزله‌های روزانه به ۴۵۰ رسیده‌بود. در طی یک ماه خاکستری به ارتفاع ۵ مایل در اطراف «بزی میانی» گسترده شد تا به اقیانوس آرام در ۷۵ مایل دورتر رسید. در آخر نوامبر در فعالیت زلزله افتی ناگهانی حاصل شد که همزمان با کاهش فعالیت آتشفشانی بود. برای مدت ۴ ماه آتشفشان خاموش شد و زمین نسبتاً آرام گرفت تا روز ۳۰ مارچ ۱۹۵۶ که گدازه آتشفشانی شروع به فوران کرد و به پهنای یک مایل رودی از مواد مذاب راه انداخت و تا ۱۵ مایل دورتر تمام درختان را در بر گرفت. همزمان زلزله بزرگی منطقه را لرزاند و پس از آن زلزله و آتشفشان کم‌کم محو شدند و در ماه ژوئن زمین و کوه دوباره آرام گرفتند. در طول این ۸ ماه حدوداً ۳۳۰۰۰ زلزله به وقوع پیوست.

با مطالعه دقیق چنین رویدادهائی، دانشمندان به درک مکانیسم زلزله‌های آتشفشانی نائل آمده‌اند. همانگونه که فعالیت‌های آتشفشانی می‌تواند منجر به زلزله گردد، گاهی این روند معکوس می‌شود. بدین گونه که یک زلزله قوی باعث فعالیت مجدد یک آتشفشان خاموش می‌شود. این پدیده در ۲۹

نوامبر ۱۹۷۵ پس از فعالیت لرزه‌ای گسلی در زیر جزیره هاوایی اتفاق افتاد. کمتر از یک ساعت پس از زلزله اصلی، کوه کیلا (Kilauea) در جنوب شرقی جزیره شروع به فوران کرد. پس از ۱۸ ساعت فوران رودخانه‌هایی از ماده مذاب به ضخامت حدود ۳ متر و با سرعت ۳۰ مایل در ساعت از اطراف کوه به سمت پایین حرکت کرد و به درون دریا ریخت.

#### ۶- زلزله‌هایی که با دست خود انسان بوجود می‌آیند.

گاهی انسان با دست خود باعث بوجود آمدن زلزله می‌شود. مثال بارز اینگونه زلزله‌ها پس از پر شدن دریاچه پشت سدها بوقوع می‌پیوندد. اولین مورد اینگونه زلزله‌ها در سال ۱۹۳۵ و با تکمیل احداث سد هوور (Hoover dam) بر روی رودخانه کلرادو به وقوع پیوست. در منطقه همواره زلزله‌های خفیفی به وقوع می‌پیوست. اما با آب‌گیری پشت سد، زمین‌لرزه‌ها از نظر شدت و تعداد افزایش یافت. در سال ۱۹۴۰ در منطقه زلزله‌ای با بزرگی ۵ ریشتر نیز ایجاد گردید که تا لاس و گاس حس شد.

با گسترش ساخت سدهای عظیم به دیگر کشورها، این پدیده ادامه یافت. در جنوب آفریقا در سال ۱۹۵۸، کشور زامبیا سدی خاکی به ارتفاع ۱۲۵ متر بر روی رودخانه کاریبا (Kariba) احداث کرد که در طول ۵ سال پر شدن ذخیره سد، نزدیک ۲۰۰۰ زمین‌لرزه که بزرگترین آن بزرگی ۵/۸ ریشتر داشت اتفاق افتاد.

مورد بعدی هنگام پر کردن سد ذخیره هسینگ فنکیانگ (Hsing-Fenkiang) در کشور چین در سال ۱۹۵۹ اتفاق افتاد که در طول ۱۲ سال نزدیک ۲۵۰۰۰۰ زمین‌لرزه ثبت شد که اغلب

خفیف بودند ولی یکی از آنها در سال ۱۹۶۲، ۶/۱ ریشتر قدرت داشت و خسارات عمده‌ای به سد بتنی وارد ساخت.

بدترین زلزله القائی سدها در سال ۱۹۶۷ در کینا (Kouyna) در هندوستان اتفاق افتاد. تا آن زمان هیچگونه زمین‌لرزه‌ای در کینا گزارش نشده بود. ولی به محض پایان ساختمان سد در سال ۱۹۶۲ و پر شدن دریاچه پشت سد، زمین‌لرزه‌ها آغاز شدند و پس از یک فصل بارانی در ۱۱ دسامبر ۱۹۶۷ با قدرت ۶/۵ ریشتر منطقه را لرزاند که بیشتر از ۱۵۰۰ زخمی و ۱۷۷ کشته بر جای گذاشت.

تا سالها، لرزه‌شناسان قادر به درک مکانیسم این اتفاقات نبودند. براساس استدلال آنها، وزن آب به تنهایی برای شکستن بستر سنگی کفایت نمی‌کرد و نیروی دیگری باید در کار می‌بود. در سال ۱۹۶۲ ارتش آمریکا در ونور کلرادو، جهت دفع آبهای آلوده به مواد شیمیائی چاهی به قطر ۱۵ سانتیمتر و عمق بیشتر از ۲ مایل در منطقه‌ای متروکه حفر کرد. گرچه طی ۸۰ سال هیچگونه سابقه لرزه‌خیزی در منطقه دنور گزارش نشده بود، در سال ۱۹۶۶ پس از پمپاژ ۱۶۵ میلیون گالن آب هرز پر فشار با دبی ۳۰۰ گالن در دقیقه، نزدیک به ۱۰۰۰ زمین‌لرزه که بزرگترین آن ۴/۶ در مقیاس ریشتر قدرت داشت، ثبت شد. با اتمام پمپاژ زلزله‌ها نیز به پایان رسید. در طی این مدت ۶۴ زلزله‌شناس آمریکائی، زلزله‌ها را ثبت و بررسی می‌کردند و عاقبت به این نتیجه رسیدند که یک سری گسل قدیمی در منطقه دنور وجود داشته که گرچه اغلب آنها برای مدتها غیرفعال بوده‌اند، ولی تحت تنش قرار داشته‌اند. با پمپاژ مایع با

فشار و نفوذ آن به درون ترکها، مسیر گسل‌ها لغزنده شده و منجر به لغزش کلی و ایجاد زلزله شده‌است.

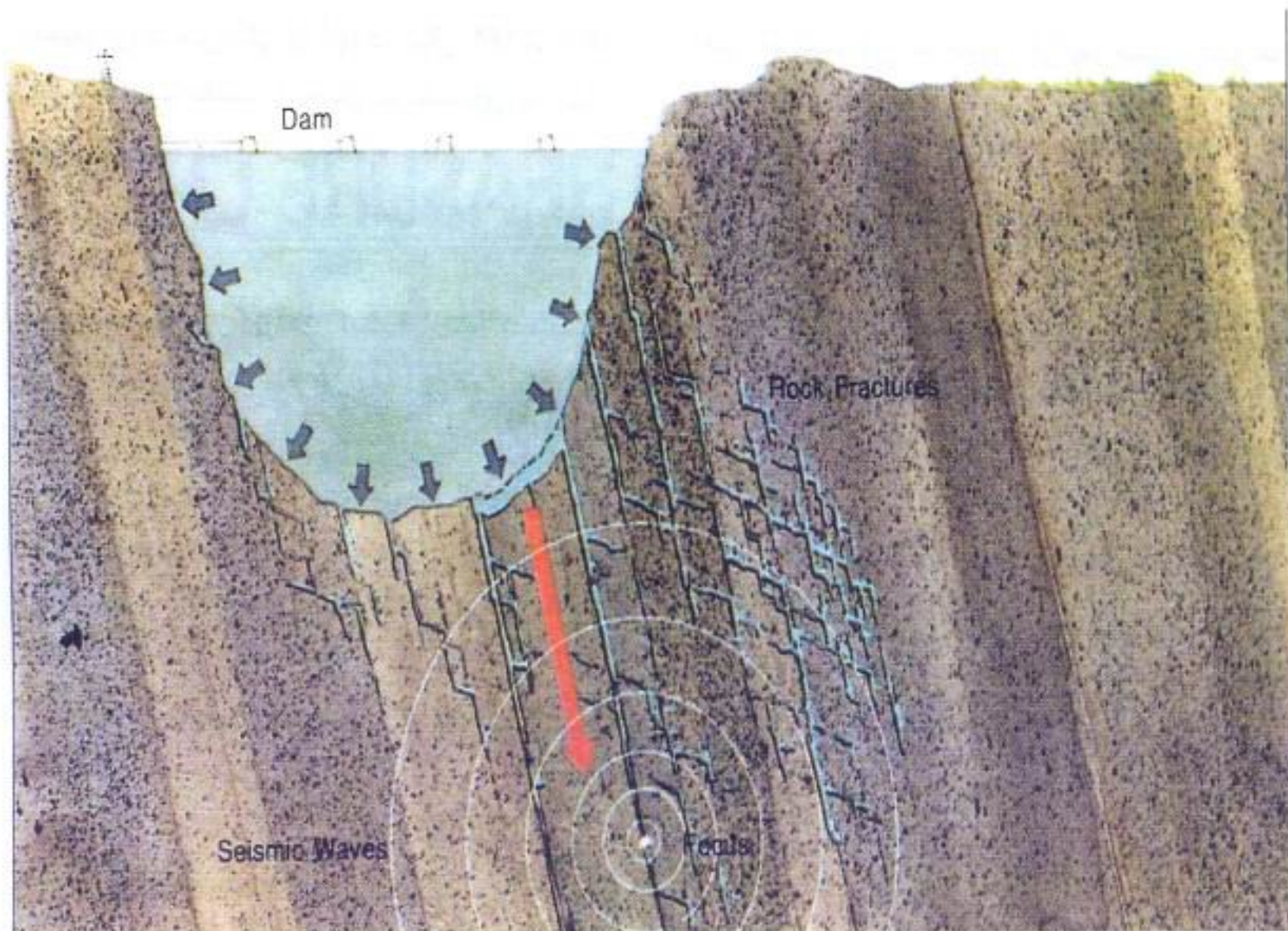
بررسی بعدی دانشمندان بزودی درستی فرضیه آنها را به اثبات رساند. آنها در غرب کلرادو که می‌دانستند سابقه لرزه‌خیزی دارد به سراغ یک چاه متروک نفت رفتند و طی یک دوره ۴ ساله به درون آن با تغییر حجم و فشار، آب تزریق کردند و لرزه‌های حاصل را با دستگاههای لرزه‌نگار ثبت کردند. نتایج فوق‌العاده جالب بود. هرگاه که فشار در بستر سنگی به ۳۷۰۰ پوند بر اینچ مربع (۲۶۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) می‌رسید فعالیت لرزه‌ای به طور محسوسی افزایش می‌یافت و کمتر از این فشار لرزش متوقف می‌شد که این مؤید تجربه قبلی در دنور بود.

در واقع اتفاقی که در زیر سدهای بزرگ می‌افتد، این است که با پر شدن ذخیره سد، آب راه خود را از میان شکافها و ترکهای بستر سنگی باز می‌کند و با لغزنده کردن مسیر گسل‌های موجود و برهم زدن تعادل نیروهای بستر، با رسیدن فشار آب به نقطه بحرانی، گسل می‌لغزد و در نتیجه زلزله اتفاق می‌افتد (شکل ۵).

سالهاست که علم لرزه‌شناسی به درک نسبتاً جامعی از نیروهای عمل‌کننده بر پوسته زمین رسیده‌است به طوری‌که توانسته آنچه را که در طی زلزله‌ها اتفاق می‌افتد، از لحاظ علمی به خوبی بیان کند، اما بسیاری معتقدند که کار اصلی زلزله‌شناسان هنوز باقی‌مانده‌است: حصول یک راه مطمئن برای پیش‌بینی زمان و مکان وقوع زمین‌لرزه.







شکل (۵): چگونگی ایجاد زلزله بر اثر پر کردن مخزن پشت یک سد بزرگ در این شکل مشخص شده است. وزن آب (فلسه‌های کوچک) همراه با نفوذ آب به داخل ترکها (فلسه‌های بزرگ)، مقاومت اصطکاکی سنگ را کاهش می‌دهد و باعث لغزش در مسیر یک گسل می‌شود.

#### ۷- نتیجه‌گیری

براساس نظر دکتر منوچهر قریشی، (متخصص علوم زمین‌شناسی، زمین‌لرزه‌ها و سرپرست پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی) بستر دریای عمان ویژگی پذیرش سونامی را دارا می‌باشد. بدین ترتیب که پوسته اقیانوسی دریای عمان به زیر پوسته قاره‌ای مکران ایران در حال رانده شدن است. مکران اسم منطقه‌ای در کنار دریای عمان است که تا پاکستان هم ادامه دارد. در سال ۱۹۴۵ در خط مرزی ایران و پاکستان بنام گواتر، زمین لرزه‌ای به بزرگی ۸/۲۵ ریشتر رخ داد

که نتیجه فرو رانش در دریای عمان بود. در اثر این زلزله سونامی، کراچی را تا ۳۰۰ کیلومتر در نوردید.

همچنین مطابق نظر دکتر حمید علیزاده (استادیار مرکز علمی اقیانوس‌شناسی) امکان تشکیل امواج بلند دریائی بر اثر زمین‌لرزه (سونامی) در دریا‌های بسته‌ای همچون دریای خزر نیز وجود دارد. در این دریا زمین‌لرزه‌هایی به بزرگی ۶/۲ ریشتر و بیشتر می‌توانند سونامی‌هایی تا ارتفاع ۳ متر ایجاد کنند. در دریای خزر گسل‌هایی که توان ایجاد زمین لرزه‌های بزرگ را داشته‌باشند، در برآمدگی



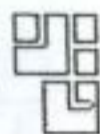
آبشوران (حد فاصل جمهوری آذربایجان و ترکمنستان) و غرب دریای خزر (در سواحل داغستان روسیه) قرار دارند. این گسل‌ها در گذشته نیز سبب زمین لرزه‌هایی بزرگ منجر به سونامی شده‌اند. در صورت رویداد زمین لرزه ناشی از این گسل، سونامی پس از ۵ ساعت به سواحل ایران خواهد رسید اما تأثیر مخرب چندانی نخواهد داشت. لازم به ذکر است که در اثر سونامی ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ سوماترا، در ساعت ۵ و ۳۰ دقیقه به وقت محلی چند موج بزرگ در منطقه چابهار دیده شد و قایق‌رانیها حرکات غیرعادی قایق‌ها را گزارش کردند. بهر حال اثر پدیده سونامی در ایران خصوصاً در دریای عمان جای بررسی و مطالعات بیشتری دارد. همچنین زلزله‌های ناشی از پر شدن دریاچه پشت سدها در سدهای بزرگ، با توجه به آنکه در حال حاضر دهها سد در ایران در حال احداث می‌باشد و اغلب آنها نیز در مناطق لرزه‌خیز واقع شده‌اند، نیاز به مطالعه و بررسی بیشتری دارند.

#### ۸- مراجع

- 1- Tsunami Coming Michael moony  
(مجله oceans)
- 2- Earth quake Bryce walker
- 3- Time-Life books.
- ۴- ویژه‌نامه سونامی روزنامه شرق ۲۳ دی ۱۳۸۳
- ۵- گزارش بی‌بی‌سی در ارتباط با سونامی ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴
- ۶- مقالات اینترنتی مربوط به زلزله اقیانوس هند

خانم نرگس علیرمائی دارای لیسانس مهندسی عمران - عمران از دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در سال ۱۳۶۸ بوده و در قدس نیرو ۱۵ سال سابقه کار دارند. عمده سابقه کار خانم علیرمائی در مورد طراحی سازه‌های مختلف نیروگاهی و غیرنیروگاهی و زمینه علاقمندی ایشان محاسبات لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد.

[Naliramaie@yahoo.com](mailto:Naliramaie@yahoo.com)



## معرفی تکنولوژی بلوتوث

سمیرا موزری

کارشناس مرکز رایانه - معاونت مالی و منابع انسانی

### چکیده:

از ابتدای نیمه دوم قرن بیستم شبکه‌های کامپیوتری با هدف ایجاد ارتباط بین کامپیوترها و تبادل اطلاعات پا به عرصه وجود گذاشتند، در این مدت انواع گوناگونی از شبکه‌ها از نقطه نظر برد جغرافیایی، نوع مدیای بکار رفته و پروتکل‌های مورد استفاده طراحی و پیاده‌سازی شدند. با پیشرفت موازی علم شبکه و الکترونیک کاربرد شبکه‌ها از حالت انحصاری خارج و استفاده همگانی یافته‌است. پس از شبکه‌های شهری و محلی، اکنون شبکه‌های شخصی و خانگی از راه رسیده‌اند. این مقاله به طور مختصر به معرفی تکنولوژی بلوتوث، ویژگی‌ها و مشخصات فنی یک سخت‌افزار مبتنی بر این تکنولوژی و حفاظت و امنیت داده‌ها در یک شبکه شخصی پرداخته‌است.

### مقدمه:

متصل نماید. امروزه بسیاری از وسایل ارتباطی مانند PC، PDA\*، موبایل، پرینتر و... از پروتکل‌های متفاوت و ناسازگار با یکدیگر استفاده می‌کنند و همین امر باعث عدم ارتباط مناسب بین آنها خواهد شد. پس اولین گام در ارائه بهینه تکنولوژی بلوتوث ارائه یک استاندارد مشترک است تا ارتباط میان آنها تحت یک پروتکل ثابت و مشخص برقرار شود.

فکر اولیه بلوتوث در شرکت موبایل اریکسون در سال ۱۹۹۴ شکل گرفت. اریکسون که یک شرکت سوئدی ارتباطات راه دور است در آن زمان در حال ساخت یک ارتباط رادیویی کم‌مصرف، کم‌هزینه بین تلفن‌های همراه و یک گوشی بی‌سیم بود. کار مهندسی در سال ۱۹۹۵ شروع شد و فکر اولیه به فراتر از تلفن‌های همراه و گوشی‌های آنها توسعه یافت تا شامل همه انواع وسایل همراه شود. با هدف ساخت شبکه‌های شخصی کوچک از وسایل مختلف در طول این

بلوتوث یکی از چندین تکنولوژی ارتباطی بدون سیم است که برای تبادل داده‌ها و صداها بین دستگاه‌های اطلاعاتی نظیر تلفن‌های همراه، PCها، کامپیوترهای کیفی و... به کار گرفته می‌شود. این تکنولوژی را می‌توان یک جایگزین کابل نامید. بلوتوث فقط کابلها را حذف نمی‌کند، بلکه یک روش بی‌سیم برای وصل کردن کامپیوترها با همه وسایل همراه الکترونیکی فراهم می‌سازد و شبکه‌های کامپیوتری کوچک و خصوصی مشهور به PAN یا (Personal Area Network) یا شبکه شخصی را بوجود می‌آورد (شکل ۱). یک استفاده نوعی از این تکنولوژی ارتباط همزمان‌کننده بین تقویم و برنامه قرار ملاقات‌ها بین کامپیوتر رومیزی، کامپیوتر کیفی و پالم کامپیوتر شما بدون استفاده از کابل است. بلوتوث می‌تواند لب تاب شما را از طریق تلفن همراهتان بدون استفاده از سیم به شبکه محلی یا اینترنت

\* PDA=Personal Digital Assistant - کامپیوترهای دستی کوچکی هستند که در ساده‌ترین حالت شامل data book, address book, task list, and memo pad می‌باشند و عمدتاً به عنوان هماهنگ‌کننده و سازمان‌دهنده کارهای شخصی مورد استفاده قرار می‌گیرند.





شکل (۱)

SIG پیوسته‌اند تا روی یک استاندارد باز برای مفهوم بلوتوث همکاری کنند. در حال حاضر SIG از ۹ عضو مروج به نامهای Motorola, Lucent, Microsoft, Intel, 3COM, Ericsson, Nokia و IBM و Toshiba و ۱۷۹۰ عضو (شرکت) منتخب وابسته تشکیل شده‌است.

## ۲- تفاوت بلوتوث با سیستمهای مبتنی بر

### IrDA

قبل از مطرح شدن مسئله استفاده از Bluetooth متخصصان اعتقاد داشتند که در ارتباطات نزدیک از اشعه مادون قرمز استفاده شود. مثلاً در کنترل از راه دور تلویزیون از این سیستم استفاده می‌شود. تکنولوژی مادون قرمز (Infrared Data Association) IrDA نام دارد. در عمل ثابت شده که استفاده از این استاندارد قابل اطمینان است و با وجود آنکه هزینه بسیار کمی به خود اختصاص می‌دهد، معایبی نیز دارد. اولین مشکل حرکت نور در خط راست است. فرستنده مادون قرمز و گیرنده آن

زمان، اریکسون نام "بلوتوث" (یک پادشاه دانمارکی) گرفت که بین سالهای ۹۴۰ و ۹۸۱ میلادی می‌زیست. شاه هارالد\* که یک وایکینگ بود در دوره حکومت خود - به طور صلح‌آمیز، دانمارک، سوئد جنوبی و نروژ شمالی را متحد کرد. این کار به او شهرت یک پادشاه ماهر در ارتباطات و مذاکرات را در تاریخ داد. برای اریکسون، اسم بلوتوث برای فناوری داده شده که امیدوار بود بتواند به طور صلح‌آمیز وسایل مختلف را متحد کند، مناسب بود.

### ۱- Bluetooth SIG چیست؟

مشخصات تکنولوژی بی‌سیم بلوتوث توسط اعضای Bluetooth SIG (Special Interest Group) تهیه و توسعه یافته‌است. SIG در فوریه ۱۹۹۸ و توسط پنج شرکت پیشگام در عرصه ارتباطات به نامهای Ericsson, Intel, Nokia و IBM و Toshiba پایه‌ریزی شد. امروزه بیش از ۱۸۰۰ شرکت به

\* Harald Blatand معروف به هارالد دندان آبی (۹۴۰-۹۸۵ میلادی) پادشاه دانمارک بود، می‌گویند او علاقه فراوانی به craneberry داشت و به همین خاطر دندانهایش همیشه آبی‌رنگ بود



می‌بایست در مقابل هم قرار بگیرند تا ارسال اطلاعات صورت گیرد، در غیر اینصورت و چنانچه مانعی در بین راه وجود داشته‌باشد، انتقال اطلاعات به درستی صورت نمی‌گیرد. یکی دیگر از مشکلات مادون قرمز اصطلاح "یک به یک" است. به این معنی که شما فقط می‌توانید اطلاعات را از یک دستگاه تنها به یک دستگاه دیگر ارسال کنید و در یک لحظه قادر به ارسال اطلاعات از یک دستگاه به چند دستگاه نخواهید بود اما هر دو مشکل IrDA از طریق Bluetooth قابل رفع است. بلوتوث می‌تواند در مسافتی تا ۱۰ متر بدون توجه به موانع فیزیکی و با استفاده از پهنای باندی معادل ۲/۴۵ گیگاهرتز ارتباطی پایدار را برقرار سازد. بلوتوث برای استفاده در توانهای پائین طراحی شده‌است و فاصله ده متر بر اساس فلسفه‌ای است که در پشت تکنولوژی بلوتوث نهفته است و مقاصد این تکنولوژی را برآورده می‌کند. در آینده نسخه‌هایی از بلوتوث خواهد آمد که مسافت بزرگتری را پوشش خواهد داد.

یکی دیگر از دلایل استفاده از تراشه‌های Bluetooth قیمت بسیار مناسب آن است. قیمت این تراشه‌ها عملاً ۱۵ تا ۳۰ دلار است که با توجه به کارایی بسیار خوب، این قیمت کاملاً مناسب به نظر می‌رسد. بلوتوث قادر است در محدوده پهنای باند خود اطلاعاتی حاوی صدا، داده، تصویر و ویدئو را با سرعت ۷۲۱ kbps که سه تا هشت برابر سرعت متوسط انتقال اطلاعات در پورتهای موازی و سری است، منتقل کند.

### ۳- مشخصات فنی پایه یک دستگاه مبتنی

#### بر بلوتوث

به دلیل تعدد تولیدکنندگان، مشخصات فنی

تراشه‌های بلوتوث را نمی‌توان به آسانی تهیه کرد. دستگاههای بلوتوث عموماً به صورت یک تراشه یا چند تراشه (۲ یا ۳) موجود می‌باشند به این دلیل که یک دستگاه (یا ماژول) بلوتوث معمولاً از سه قسمت عمده تشکیل شده‌است:

- یک قسمت RF
- یک پردازشگر باند پایه
- یک مدیر پیوند (یا یک CPU، مثلاً یک RISC\* هشت یا شانزده بیتی)

علاوه بر اینها به حافظه RAM یا یک حافظه غیرفرار دیگر مثل Flash memory نیز نیاز است. بعضی از تولیدکنندگان ماژولهای بلوتوث در تراشه‌های چندتایی (۲ یا ۳ تراشه) تولید می‌کنند، مثلاً قسمت RF در یک تراشه و سایر قسمتها در یک تراشه دیگر، بعضی از تولیدکنندگان هم‌روش تک تراشه‌ای را انتخاب کرده‌اند.

ابعاد یک دستگاه بلوتوث را به سختی می‌توان تعیین کرد، به خصوص وقتی به یک آنتن، فلاش ماژول و یک کریستال برای کار خود نیاز دارید. تمام این قطعات (تراشه، آنتن، حافظه و کریستال) باید روی یک PCB به ابعاد ۲۰×۱۵ میلی‌متر قرار بگیرند. کلفتی تراشه فوق باید حدود ۱/۲۵ تا ۱/۵۵ میلی‌متر باشد. مطلب توان و جریان دستگاه نیز باید مورد توجه قرار بگیرد چرا که دستگاه بایستی برای در حالت عادی به مدت طولانی کار کند (توجه کنید که BT یک دستگاه متحرک است و نباید به چیزی وصل شود. جریانی کمتر از ۳۰۰ میلی‌آمپر برای عملکرد فعال یک بلوتوث کافی است. یک دستگاه بلوتوث با دو باتری نیکل - کادمیم سایز AA با توان ۶۰۰ میلی‌آمپر ساعت می‌تواند تا دو ساعت فعال باشد.

\* RISC = Reduced Instruction Set Computers - نوعی میکروپروسسور که فقط توانایی شناخت و پردازش تعداد محدودی

دستور را دارد.

#### ۴- جلوگیری از تداخل اطلاعات در

##### تکنولوژی بلوتوث

برای جلوگیری از تداخل اطلاعات Bluetooth از تکنیکی به نام Frequency Spread Spectrum استفاده می‌کند و این تکنیک به دستگاهها اجازه می‌دهد که در یک محدوده فرکانسی مشخص شده به صورت خودکار تغییر فرکانس داشته‌باشند. در واقع در این تکنولوژی یابنده کانال آزاد بیش از ۱۵۰۰ بار در ثانیه کانال‌های ارتباطی را کنترل می‌کند تا از کانال‌های اشغال شده با خبر باشد و در صورت ایجاد یک ارتباط جدید یک کانال آزاد را به آن ارتباط اختصاص دهد. مثلاً اگر یک دستگاه کامپیوتر در حال ارتباط با پرینتر از طریق فرکانس ۲/۴۷ گیگاهرتز باشد و در همین زمان موبایل قصد ارتباط با اسکنر را داشته‌باشد، با استفاده از تکنیکی که ذکر شد به طور خودکار فرکانس اشغال شده توسط کامپیوتر و پرینتر شناسایی شده و ارتباط موبایل و اسکنر به روی یک فرکانس جدید برقرار می‌شود.

محدوده فرکانسی که بلوتوث در آن کار می‌کند در باند فرکانسی مصارف صنعتی، پزشکی و علمی است که در این محدوده بلوتوث فرکانس کار خود را با سایر دستگاهها نظیر مایکروفر، تلفنهای بی‌سیم، درهای خودکار پارکینگ‌ها و ... سهمیم می‌شود. فرکانس سوئیچینگ بلوتوث با استفاده از ضرباهنگ بالای خود (حدود ۱۶۰۰ بار در ثانیه) و بسته‌های داده بسیار کوچک امکان تداخل با سایر منابع RF را منتفی می‌کند.

#### ۵- مسائل امنیت و حفاظت اطلاعات در

##### بلوتوث

به دلیل استفاده از رمزنگاری در چندین لایه داده و نیز ارزیابی اعتبار کاربر، بلوتوث را می‌توان یک

سیستم امن به حساب آورد. سیستم بلوتوث امنیت انتقال اطلاعات را توسط یک فرآیند تأیید اعتبار (Authentication Process) در بدو ایجاد یک ارتباط مدیریت میکند. فرآیند فوق براساس PIN می‌باشد. برای مثال اگر A درخواست ارتباط با B را داشته‌باشد و نتواند PIN درست را ارائه دهد، فرآیند تأیید اعتبار به درستی انجام نخواهد شد. تنها راه ارتباط A با B دانستن PIN مربوطه است. اگر گزینه "تأیید اعتبار" فعال باشد، یک واحد بلوتوث می‌تواند به واحد بلوتوث دیگر Logon کند. فقط با دانستن PIN هر دستگاه بلوتوث با ترکیب PIN و یک آدرس بلوتوث، دستگاههای بلوتوث دیگر را شناسایی می‌کند. برای بالا بردن سطح امنیت بلوتوث می‌توان از رمز کردن داده‌ها نیز استفاده نمود.

برای سهولت کار می‌توان PIN را در جایی (مثلاً هارد دیسک یا حافظه) ذخیره کرد. بنابراین برای برقراری ارتباط در این حالت نیازی به وارد کردن PIN به صورت دستی نمی‌باشد. (توجه کنید که در این حالت سطح امنیتی در حالت none خواهد بود) - روشهای تخصصی تری برای دسترسی به سطوح امنیتی بالاتر داده‌ها در بلوتوث وجود دارد (مانند FHSS) که بررسی آنها در این مقاله نمی‌گنجد.

#### ۶- نتیجه‌گیری

بلوتوث یک پروتکل استاندارد صنعتی است که از مقبولیت جهانی برخوردار است. از تواناییها و قابلیت‌های بلوتوث می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کم مصرف و کم هزینه بودن
- برخورداری از رابط برنامه‌نویسی آسان و تعریف شده
- حذف کامل سیم‌ها و کابل‌ها بین دستگاه‌ها اعم از ثابت و متحرک



## ۷- مراجع

1- <http://www.palowireless.com>

2- <http://www.321mobile.com>

سمیرا موزری دارای مدرک لیسانس مهندسی سخت‌افزار کامپیوتر از دانشگاه صنعتی اصفهان، دارای یازده سال سابقه کار که ۸ سال آن در شرکت مهندسین مشاور قدس‌نیرو بوده است. علاقه‌مند به سیستم‌های سخت‌افزار و شبکه.

[smozari@ghods-niroo.com](mailto:smozari@ghods-niroo.com)

- انتقال صدا علاوه بر انتقال داده‌ها

- ایجاد شبکه‌ای دم‌دستی و سریع بین دستگاه‌های شخصی کاربر و نیز همگام‌سازی آنها

- داشتن یک وب سایت رسمی و سازمان همیاری‌های صنعتی گسترده که تکنولوژی بلوتوث را تعریف، ارتقا و استانداردسازی می‌کند. (برای اطلاعات بیشتر به سایت <http://www.bluetooth.com> مراجعه

کنید).



## مدیریت تغییر

### را حله نعمتی

کارشناس کنترل پروژه - معاونت مهندسی سازه‌های آبی

### چکیده:

زمان حاضر "مدیریت تغییر" را به درستی "مقوله اصلی" مدیریت به حساب می‌آورد. هر بخشی از فعالیت‌های سازمانی را که در نظر بگیریم بدون استثناء به نوعی با "مدیریت تغییر" سر و کار دارد و تغییر در تار و پود آن سرشته است.

این مقاله عوامل مؤثر در تغییر سازمان، نقش مدیر / رهبر در زمان وقوع تغییر، بسترسازی برای تغییر، "احساس از دست دادن" هنگام تغییر، مراحل انتقال، راهبردهای مدیریت در هر یک از مراحل انتقال، اشتباهات رایج در فرایند مدیریت تغییر را توضیح داده و درصدد است خوانندگان را با "مدیریت تغییر" به طور مختصر آشنا نماید.

### مقدمه:

یکی از بارزترین خصوصیات عصر حاضر، تغییر و تحولات شگرف و مداومی است که در طرز فکر، باورها، ارزش‌های اجتماعی، روش‌های انجام کار، فناوری (تکنولوژی) و بسیاری از پدیده‌های دیگر زندگی به چشم می‌خورد. علوم مختلف در دهه اخیر بیش از هر دوره دیگر در طول تاریخ بشری پیشرفت کرده‌است.

فناوری به طور مداوم با شتابی بی‌مانند در حال تحول و پیشرفت است و علاوه بر عوامل متغیر محیط، ارزشها نیز تغییر می‌کند. این تغییرات با چنان سرعت فزاینده‌ای روی می‌دهد و آن چنان متنوع و متعدد است که گاه نظامهای اجتماعی و اداری قادر به همگامی و انطباق با آنها نمی‌باشد. به همین دلیل امروزه بزرگترین مسأله‌ای که هر سازمان با آن روبرو است موضوع تحول و دگرگونی است و مدیریت تغییر یکی از مهمترین مباحث علمی سازمانی به شمار می‌رود.

### ۱- عوامل مؤثر در تغییر سازمان

عواملی که به تغییر سازمان می‌انجامد معمولاً به ۲ دسته تقسیم می‌شود: عوامل داخلی و عوامل خارجی.

عوامل داخلی مؤثر بر تغییر را به طور کلی می‌توان به ۵ دسته تقسیم کرد:

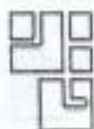
۱- تغییر در اهداف کارکنان: ورود فرد یا افرادی به سازمان که روش خاصی را دنبال می‌نمایند.

۲- تغییر در تکنولوژی انجام کار: تبدیل دستگاههای نیمه اتوماتیک به دستگاههای تمام اتوماتیک

۳- تغییر در ساختار سازمان: گسترش ساختار سازمانی به دلیل نیاز سازمان

۴- تغییر جو سازمان: ایجاد فضای عدم اعتماد، خشونت و ناامنی به دلیل اخراج‌های گسترده

۵- تغییر سازمان: مدیریت دریابد که





انتظارات زیاد یا کمی داشته و یا به دلایلی منحرف شده است.

عوامل خارجی مؤثر بر تغییر عبارتند از:

۱- تغییر در معاملات بازار: رکود یا

شکوفایی اقتصادی، کاهش یا افزایش تقاضا برای محصول تولید شده

۲- تغییر تکنولوژی: استفاده رقبا از

نوآوری‌ها برای تولید محصول با قیمتی نازلتر

۳- تغییرات حقوقی و سیاسی: تصویب

قانون و یا مصوبه‌ای جدید که بر هم زننده معادلات جاری باشد.

۴- تغییر در منابع موجود: افزایش ناگهانی

قیمت و یا کمیاب شدن منابع مصرفی مانند موقعیت نفت برای کشورهای

وارد کننده

## ۲- نقش مدیر / رهبر در زمان وقوع تغییر

در زمان وقوع تغییر از هر مدیر، سرپرست و یا رهبر تیم خواسته می‌شود تا مسئولیت ایجاد تحول را در گروه خود بعهده بگیرد. بنابراین نباید از مدیران ارشد انتظار داشت تا چگونگی انتقال هر گروه را در زمان تغییر مدیریت کنند. خیلی از مدیران میانی هنگامی که با شرایط تغییر روبرو می‌شوند به انتظار می‌نشینند تا رئیس‌شان به آنها بگوید چه بکنند و این در حالی است که در خیلی از موارد شاهد ضعف ارتباطی بین مسئولین رده‌های بالا و مدیران میانی هستیم و استراتژی مؤثری نیز برای معرفی و ایجاد تغییر وجود ندارد. در این شرایط مدیران میانی باید رهبری تیم خود را برعهده بگیرند و تغییرات را مدیریت نمایند، زیرا تغییر می‌تواند بر روند کلی سازمانی یعنی چگونگی

انجام کارهای بنیادی مانند مسائل مربوط به تولید، مشتریان، اعمال مدیریت‌ها، روش‌های رهبری و غیره اثرگذار.

در این میان آنهایی که می‌دانند چگونه در این محیط‌ها واکنش مناسب نشان دهند برنده خواهند بود. پیامد تغییر برای مدیران می‌تواند هم ارائه‌دهنده شرایطی بی‌ثبات، نامشخص و سر درگم باشد و هم موقعیت مناسبی را برای رشد فراهم آورد.

## ۳- بسترسازی برای تغییر

بسترسازی جهت تغییر شامل مراحل ذیل می‌باشد:

الف: کنترل تغییر: ابتدا تغییرات را در سازمان شناسایی و برحسب اینکه "بنیادی"، "قابل مذاکره و مصالحه" و یا "قابل کنترل" هستند دسته‌بندی نمایند:

تغییرات بنیادی: بخش‌هایی از تغییر که ما کنترلی بر آن نداریم.

تغییرات قابل مذاکره و مصالحه: بخش‌هایی از تغییر که می‌توان با دیگران مذاکره کرده و یا به گونه‌ای اعمال نفوذ نماییم.

تغییرات قابل کنترل: بخش‌هایی از تغییر که ما می‌توانیم کنترل کنیم.

ب: برنامه‌ریزی برای تغییر: برنامه‌ریزی جهت تغییر شامل مراحل ذیل می‌باشد:

۱- آماده‌سازی: پیش‌بینی اجزاء کلیدی تغییر

۲- برنامه‌ریزی: گردآوری افراد برای برنامه‌ریزی واکنش‌های مناسب به تغییر

۳- ساختارهای انتقالی: پایه‌گذاری روش‌های ویژه، همکاری گروهی و

- زمانی که جابه‌جایی و یا تغییری بنیادی در سازمان روی می‌دهد، کارکنان به طور معمول در چندین مورد "احساس از دست دادن" می‌نمایند:
- ۱- امنیت
  - ۲- شایستگی در انجام کار
  - ۳- رابطه با دیگران
  - ۴- جهت‌یابی (اهداف و مأموریت‌ها)
  - ۵- قلمرو (فضای فیزیکی و محیط روانشناختی)

باید توجه داشته‌باشیم اگر افراد در روند تغییر "احساس از دست دادن" را تجربه نمایند، نشانه ضعف و کهنه‌گرایی آنها نیست بلکه احساس کاملاً طبیعی در دوره انتقال می‌باشد و اگر به این احساس توجه نشود معمولاً به مقاومت و گسیختگی در مراحل بعدی منجر می‌شود.

#### ۵- مراحل انتقال

تغییر اغلب دو پیامد متفاوت را به دنبال می‌آورد که شامل "خطر" و "موقعیت" می‌شود که هر کدام از آنها نیز به دو زیر مجموعه تقسیم می‌شود و الگویی چهار مرحله‌ای می‌سازند که وقتی افراد با تغییری روبرو می‌شوند در زمان انتقال، این چهار مرحله را پشت سر می‌گذارند.

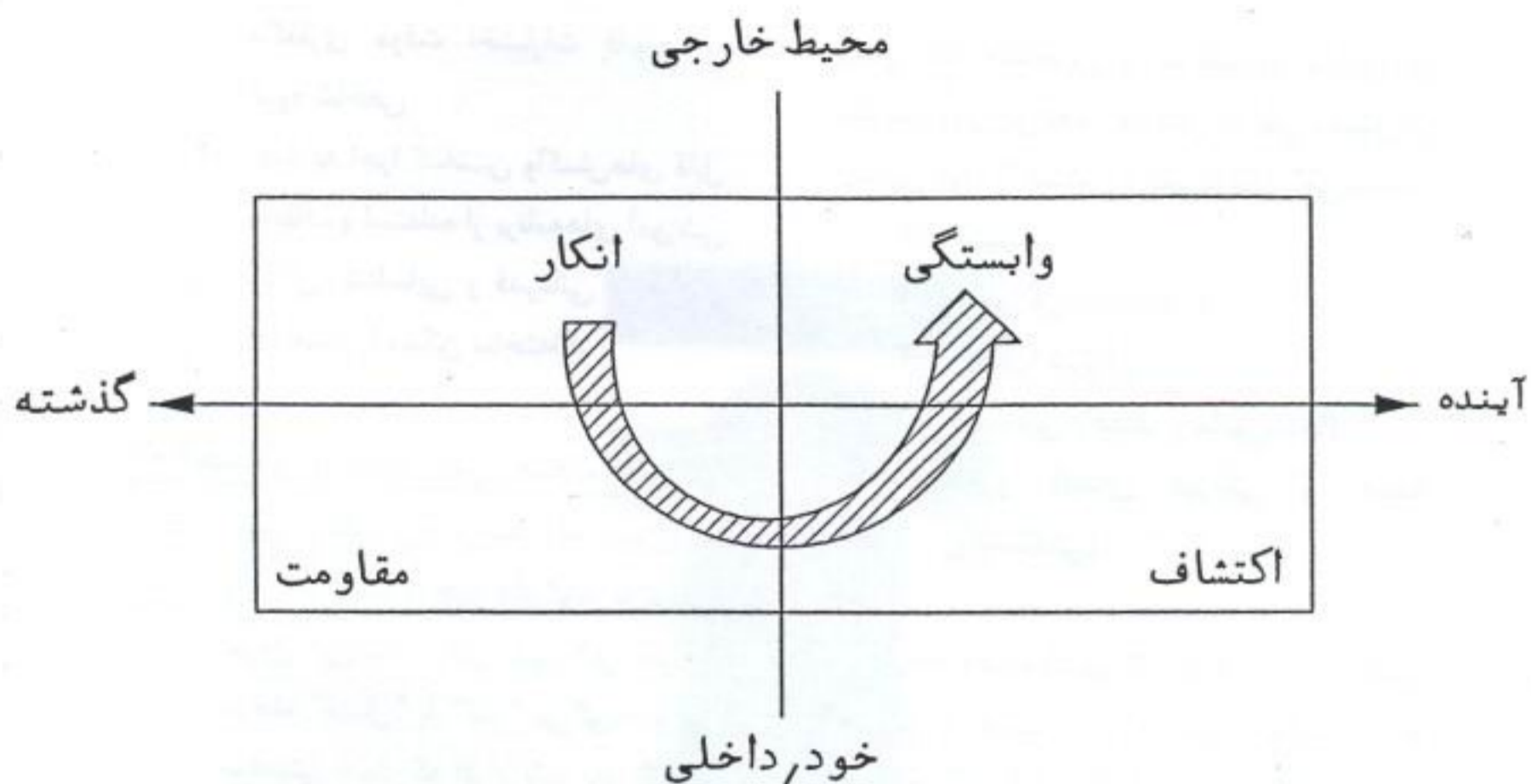
- خطر شامل دو مرحله می‌باشد:
    - ۱- انکار
    - ۲- مقاومت
  - موقعیت شامل دو مرحله می‌باشد:
    - ۱- اکتشاف و کاوش
    - ۲- وابستگی یا تعهد
- تغییر، زمانی در سازمان انجام می‌گیرد که سازمان از میان چهار مرحله انتقال که در "شبکه انتقال" نشان داده شده‌است عبور کرده‌باشد.

- واگذاری موقت اختیارات قانونی به گروه شاخص
- ۴- اجرا: به اجرا گذاشتن واکنش‌های قابل انعطاف و استفاده از برنامه‌های آموزشی
  - ۵- پاداش: شناسایی و قدردانی از افرادی که تغییر را ممکن ساخته‌اند.

#### ۴- "احساس از دست دادن" هنگام تغییر

- تغییر، زمانی رخ می‌دهد که چیزی به پایان می‌رسد و چیز دگرگونه یا نوینی شروع می‌شود. زمان بین این دو را مرحله "انتقال" یا "گذر" می‌گویند و آن موقعیتی است که افراد باید یاد بگیرند تا اجازه بدهند روش قدیمی رخت ببرند و به استقبال روش نو بروند. از آنجائیکه تغییر معمولاً به معنی حرکت از مسائل آشنا به ناشناخته‌ها است، حتی اگر این تغییر مثبت باشد بیشتر ما واکنشی تند نسبت به آن از خود نشان می‌دهیم زیرا در آن صورت هم تغییر بازتابهای روانشناختی مشخصی را به دنبال خواهدداشت.

- معمولترین اشتباهی که در مدیریت تغییر یافت می‌شود دست کم‌گرفتن تأثیر تغییر بر افراد است. خیلی از مدیران می‌اندیشند که اگر فقط به کارکنان خود بگویند تغییر کنند، آنها هم تغییر خواهند کرد، درحالیکه توجه ندارند که ترک روشهای آشنا چه قدر مشکل می‌باشد. در نتیجه در راستای ایجاد تغییر، میزان اختلال و زمانی که مردم برای سازگاری نیاز دارند باید مورد توجه قرار گیرد.



شکل (۱): شبکه انتقال

مراحل تغییر در نوسان خواهد بود. شما هم به عنوان مدیر باید بدانید که سازمان در کدام مرحله قرار دارد و هر فرد چه چیزی را تجربه می‌کند.

الف) چگونگی تشخیص هر مرحله:

انکار: در این مرحله شما با کناره‌گیری، کار کردن به گونه‌ای که گویی هیچ اتفاقی نیفتاده و تأکید و توجه به گذشته روبرو خواهید بود. مشاهده فعالیت‌هایی که دستاورد و نتیجه‌ای ندارد امری عادی در این مرحله است.

مقاومت: در این مرحله شما عصبانیت، سرزنش، اضطراب، افسردگی و حتی دست از کار کشیدن را خواهید دید. افراد در ناامیدی به خود می‌گویند: "برای من تفاوتی ندارد زیرا این شرکت دیگر برای کارکنانش دل نمی‌سوزاند".

اکتشاف: شما متوجه آمادگی بیش از نیاز به گم‌گشتگی، سردرگمی و پرنرزی بودن کارکنانتان خواهید شد و می‌شنوید که کارکنانتان می‌گویند "اجازه بدهید این را امتحان کنیم"، "این یکی

روند انتقال تغییر به گونه‌ای است که شما را از روش‌های قدیمی انجام کار به سوی روش‌های نو رهنمون خواهد کرد. به این مراحل به صورت "سقوط در دره" و "بالا آمدن از آن" بنگرید که در ابتدای معرفی تغییر، افراد اغلب برگزیده شده تأکید می‌کنند و به انکار دست می‌زنند. سپس مقطع آشفتگی و سرگردانی از اینکه در کجا قرار دارند و چگونه از این تغییر متأثر می‌شوند فرا می‌رسد. مقاومت اغلب خود را در این مرحله نشان می‌دهد. همانگونه که افراد به مرحله اکتشاف می‌رسند و سپس مرحله وابستگی را تجربه می‌کنند متوجه آینده و موقعیتی که تغییر می‌تواند با خود بیاورد می‌شوند.

#### ۶- راهبردهای مدیریت در هر یک از

##### مراحل انتقال

در هر مقطعی از روند تغییر، سازمان نمی‌تواند در یک مرحله ثابت بماند، بلکه همواره بین



چه طور است؟" و ..... در این مرحله هر چند انرژی و ایده نو بسیار ارائه می‌گردد ولی ارتباط چندانی در آنها مشاهده نمی‌شود.

وابستگی: این مرحله زمانی پدیدار می‌گردد که کارکنان با یکدیگر شروع به کار می‌کنند. همکاری و هماهنگی بیشتر و بهتری را می‌بینیم و اغلب شنیده می‌شود که افراد می‌گویند: "چطور می‌توانیم روی این موضوع کار کنیم؟" افرادی که به این مرحله رسیده‌اند و احساس تعهد و وابستگی می‌کنند همواره دنبال چالش‌های بعدی هستند.

ب: چه واکنشی داشته‌باشیم؟

در زمان انکار:

در ملاقات و یا روبرو شدن با افراد به ارائه اطلاعات پردازید. اجازه دهید بدانند تغییری رخ خواهد داد و برای آنها توضیح دهید که باید انتظار چه چیزهایی را داشته‌باشند و انجام اعمالی را که برای سازگاری و یا تغییر لازم است شرح دهید. زمان لازم برای شکافتن مسائل را به آنها بدهید و سپس جلساتی را برای گفتگو درباره موارد بالا برنامه‌ریزی نمایید.

در زمان مقاومت:

شنونده باشید، به احساسات توجه نمایید، با صمیمیت و صداقت پاسخگو باشید و پشتیبانی از تغییر را تشویق نمایید. سعی نکنید با مردم سخنی ورای احساسات آنها بگویید و یا به آنها بگویید که تغییر کنند. اگر واکنش آنها را قبول کردید آنگاه بیشتر با شما درباره احساسی که دارند صحبت خواهند کرد.

در زمان اکتشاف:

به اولویت‌ها توجه کنید و آموزش‌های لازم را ارائه دهید. پروژه‌های نیمه‌کاره را پیگیری و

اهداف کوتاه‌مدت طراحی نمایید. جلسات طوفان فکری و نشست‌های برنامه‌ریزی ترتیب دهید. در زمان وابستگی:

اهداف بلندمدت تهیه کنید. به ساختن تیم پردازید و در راستای مأموریت گروه، شعاری تعریف نمایند. کسانی را که به تغییر، پاسخ مثبت داده‌اند مورد قدردانی و تشویق قرار دهید و به آینده بنگرید.

#### ۷- اشتباهات رایج در فرایند مدیریت تغییر

براساس نتایج پژوهش‌های انجام شده نکات ذیل به عنوان اشتباهات عمومی مدیران ارشد بانی تغییر در سازمان ذکر شده‌اند تا مدیران ارشد سایر سازمان‌ها، از این موارد اجتناب نمایند:

۱- قطع ارتباط از فرایند تغییر، پس از

مدتی که تغییر رخ می‌دهد.

۲- کناره‌گیری از مسئولیت تغییر و یا

واگذار کردن آن به مدیر پروژه تغییر

پس از استقرار فرایند تغییر

۳- قطع تبادل نظر و استدلال کردن برای

کارکنان و مدیران پیرامون نیاز

به تغییر وضعیت آینده (چشم‌انداز)

در زمان‌های مختلف و از راه‌های

گونگون

۴- قصور در ایجاد اتحاد میان رهبران

کسب و کار و سهامداران ذی‌نفع تا

پروژه را پشتیبانی نمایند.

۵- راه‌اندازی پروژه تغییر جدید، بلافاصله

بعد از شروع پروژه جاری (تحت‌الشعاع

قرار گرفتن پروژه اول)

۶- دست کم گرفتن مقاومت در برابر تغییر

و ناچیز پنداشتن نیاز به تحت کنترل

"ADkar"-amodel for change management  
- change management tutorial Series.

خانم راحله نعمتی دارای لیسانس مهندسی  
صنایع (برنامه‌ریزی و تحلیل سیستم‌ها) از  
دانشگاه الزهرا (۱۳۸۱) بوده و مدت ۳ سال است  
که با گروه کنترل پروژه معاونت مهندسی  
سازه‌های آبی همکاری دارند. زمینه فعالیت و  
علاقمندی ایشان مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی  
(MIS) و تکنولوژی اطلاعات (IT) می‌باشد.

Email: RNEMATII@ghods-niroo.com

گرفتن افرادی که در حاشیه فرایند  
تغییر قرار دارند.

۷- قصور در برآوردن آن دسته از انتظارات  
مدیران میانی و سرپرستان که مرتبط  
با تغییر و فرایند تغییر هستند.

۸- صرف زمانی بسیار اندک برای پیشرفت  
پروژه و کمک به تیم پروژه جهت غلبه  
آنها بر مشکلات

### ۸- نتیجه‌گیری

تغییر همواره فشارهایی را بر سازمان‌ها وارد  
می‌کند و این نشانه‌ها زمانی بازتاب بیشتری  
خواهد داشت که سازمان تجربه زیادی در رابطه  
با تغییر نداشته باشد. در این موقعیت اولین  
روپارویی با تغییرات عمده می‌تواند آسیب‌های  
زیادی را به سازمان وارد آورد. به همین دلیل  
امروزه خیلی از سازمان‌ها برای رفع این  
کاستی‌ها و سازگاری با محیطی که به سرعت در  
حال تغییر است سعی می‌نمایند تغییرات را در  
سازمان خود مدیریت نمایند و با "فرایند  
مدیریت تغییر" آشنا گردند.

### ۹- مراجع

۱- کتاب "مدیریت تغییر سازمانی"، دکتر

بهزاد رضانی

۲- کتاب "مدیریت تحول، استراتژی‌ها،

کاربرد و الگوهای نوین"، دکتر اصغر

زمردیان

۳- کتاب "تحول سازمانی"، فرخ فریدیان

۴- "مدیریت تحول"، ترجمه محمد هادی

مورعی، مجله تدبیر، شماره ۱۵۰- آبان

۸۳- صفحه ۸۰

۵- مقاله برگرفته از اینترنت با عنوان



## ضربه قوچ آب و اصول پیشگیری و مقابله با این پدیده

بهادر بابائی بناب

کارشناس مکانیک نیروگاه سهند - مدیریت مهندسی نیروگاههای بخار

### چکیده:

آب در هنگام حرکت در لوله‌های آبرسانی دارای مقداری انرژی جنبشی است. هرگاه به وسیله‌ای در سرعت آب تغییری برابر  $\Delta V$  داده شود، تغییر انرژی جنبشی ناشی از تغییر سرعت، پدیده‌ای را به وجود می‌آورد که ضربه قوچ نامیده می‌شود.

عامل این پدیده ممکن است یکی از عوامل ذیل باشد:

- خاموش یا روشن شدن پمپ
- تغییر تنظیم شیرها و یا بسته شدن ناگهانی شیرها
- تغییر سرعت دورانی پمپ
- پر کردن غیراصولی خط لوله
- استفاده از شیرهای یکطرفه نامناسب
- از کارافتادگی ناگهانی پمپ
- شکستن قسمتی از لوله

پدیده ضربه قوچ به هر علتی که رخ دهد، بصورت اضافه فشار و یا کاهش فشار نمودار شده و در صورت عدم پیش‌بینی‌های لازم به تأسیسات آبرسانی زیانهای فراوانی وارد می‌سازد.

با توجه به اینکه خاموش شدن پمپ امکان دارد در اثر قطع پیش‌بینی نشده جریان برق در شبکه رخ دهد، محاسبه ضربه قوچ در پمپ‌ها و لوله‌های تحت فشار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

چون از یکسو محاسبه ضربه قوچ در حالت‌های کلی نسبتاً پیچیده و طولانی است و از سوی دیگر ساختن تأسیساتی برای کاهش اثر ضربه قوچ غالباً هزینه زیادی را در بر می‌گیرد، در این مقاله سعی شده بطور اختصار در مورد پمپ‌ها و لوله‌های ورودی و خروجی آنها ضربه قوچ بررسی و روشی ساده ارائه گردد تا مهندس طراح نخست به گونه‌ای تقریبی به لزوم و یا عدم لزوم پیش‌بینی ضربه قوچ پی برده و سپس به محاسبه دقیق و طرح تأسیساتی برای کاهش اثرات آن اقدام نماید.

در این مقاله همچنین چند مورد به پیشگیری و اثرات نامطلوب ضربه قوچ در تأسیسات نیروگاهی اشاره شده است.

### مقدمه:

مهندسين طراح در تلاش هستند که اثر ضربه قوچ آب را کاهش دهند. هزینه تعمیر خطوط لوله و پمپ‌هایی که در اثر ضربه قوچ آسیب دیده‌اند بسیار زیاد است و از آن جهت برای مهندس طراح

ضربه قوچ آب نیروی بسیار مخربی است و زمانی که جریان به صورت ناگهانی به هر علتی تغییر می‌کند، این پدیده به وجود می‌آید. بسیاری از



این مهم ضروری است که بررسی نماید چه زمانی احتمال پیدایش این پدیده وجود دارد.

آنالیز پدیده ضربه قوچ در خروجی پمپ‌ها از چندین سال قبل مورد توجه بوده است. این پدیده برای اولین بار توسط یاکوفسکی (Joukowski) و آلیوی (Allievi) در حدود ۱۰۰ سال قبل شناخته شده و از آن زمان به بعد تلاش‌های زیادی برای مقابله با این پدیده با استفاده از تکنیک‌های کامپیوتری، گرافیکی و عددی انجام گرفته است. از نظر تئوری و عملی این تلاش‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است.

جنبه‌های عملی فراوانی در این زمینه وجود دارد که هنوز برای مهندسين طراح شناخته شده نیست و می‌بایستی مورد مطالعه قرار گیرد. در نهایت می‌توان اشاره کرد که شناخت این پدیده و راه‌های پیشگیری از آن بسیار مهم و مقرون به صرفه است.

## ۱- آشنایی بیشتر با حالت ویژه ضربه قوچ در

### پمپ‌های آبرسانی

در حالتی که پمپ کار می‌کند آب توسط لوله مکش کوتاهی مکیده شده و در لوله‌ای طولانی فشرده می‌گردد. در نتیجه قطع جریان برق جرم کمی از آب که در لوله مکش می‌باشد، به پره‌های پمپ، فشار وارد ساخته و باعث ادامه دوران می‌گردد. در مقابل در قسمت پشت سر پمپ جرم زیادی از آب که در اثر انرژی جنبشی خود مایل به ادامه حرکت می‌باشد، به پره‌های پمپ، مکشی وارد می‌سازد. در صورتیکه این مکش برابر و یا بیشتر از مقدار فشار لازم برای تبخیر آب گردد، سبب تغییر شکل آب از حالت مایع به بخار و قطع جریان در لوله می‌شود. کاهش فشار نامبرده همراه با تغییر سرعت آب و بصورت موجی با سرعت  $a$  در طول لوله حرکت کرده تا به اولین نقطه‌ای که

امکان انعکاس داشته باشد رسیده و به صورت موج فشار بر می‌گردد. افزایش فشار در پشت پمپ، بخار آب را دوباره تبدیل به مایع کرده و ضربه شکننده‌ای به پمپ و لوله وارد می‌سازد.

در حالت روشن شدن ناگهانی پمپ ضربه قوچ نخست به صورت موج افزایش فشار در لوله به حرکت در می‌آید ولی خطر آن در مقایسه با حالت خاموش شدن ناگهانی پمپ کمتر است.

در هر دو حالت خاموش و روشن شدن ناگهانی پمپ، موج تغییر سرعت در لوله در نتیجه تماس‌ها، آهسته‌آهسته مستهلک می‌گردد که اثر آن در محاسبه باید مورد توجه قرار گیرد. اگر طول لوله تا اولین نقطه انعکاس  $L$  و سرعت حرکت موج  $a$  باشد، مدت زمان رفت و برگشت موج برابر است با:

$$t = \frac{2L}{a} [s] \quad (1)$$

در صورتیکه مدت زمان بسته و یا باز شدن شیر و یا مدت زمان از کار افتادن کامل پره‌های پمپ یعنی  $T$  برابر و یا کوچکتر از  $t$  باشد، ضربه قوچ به مقدار ماکزیمم خود طبق رابطه (۲) بنام رابطه (یاکوفسکی) در پمپ مؤثر واقع می‌گردد:

$$\Delta H = a/g \cdot \Delta V \quad [m] \quad (2)$$

$\Delta H$	حداکثر تغییر فشار
$a$	سرعت حرکت موج
$\Delta V$	تغییر سرعت آب
$g$	شتاب ثقل

اگر مدت زمان نامبرده بیشتر از  $t$  باشد، موجهایی منعکس شده با موجهایی که در مرحله شروع به حرکت هستند ترکیب شده و از قدرت آنها به مقدار زیادی کاسته می‌شود. مقدار باقیمانده تقریباً متناسب با نسبت  $t/T$  می‌باشد.

در رابطه (۲) مقدار  $a$  بستگی به مدول الاستیسیته



آب  $E_w$  و لوله  $E_p$  و نیز ضخامت لوله  $S$  و قطر آن  $d$  و دانسیته آب  $E_w$  و لوله  $E_p$  و نیز ضخامت لوله  $S$  و قطر آن  $d$  و دانسیته آب  $\gamma_w$  و شتاب ثقل  $g$  رابطه «آلیوی» محاسبه می‌گردد.

$$a = \frac{\sqrt{g/\gamma_w}}{\sqrt{1/E_w + \frac{1}{E_p} \times \frac{d}{S}}} \quad [m/s] \quad (3)$$

با توجه به مقدار مدول الاستیسته آب و لوله‌های گوناگون، مقدار  $a$  معمولاً بین ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ متر در ثانیه تغییر می‌کند.

دور پمپ‌های سانتریفوز غالباً در ۱۰ تا ۲۰ ثانیه اول از کار افتادن به  $\frac{1}{8}$  و فشار مانومتری آنها تا  $\frac{1}{62}$  خود کاهش می‌یابد.

در مورد شیرها نیز معمولاً بستن آخرین ده درصد مجرا، اثری چشمگیر در قطع جریان بجا می‌گذارد. با توجه به نکات و اعداد نامبرده ملاحظه می‌گردد، در صورتیکه طول لوله از چند کیلومتر بیشتر شود و شیر خودکار یکطرفه‌ای در طرح پیش‌بینی نشده‌باشد، امکان پدیدار شدن ضربه قوچ به مقدار ماکزیمم خود طبق رابطه (۲) وجود دارد. مقدار فشار ماکزیمم حاصله را برحسب متر ارتفاع آب در محاسبات خیلی تقریبی می‌توان طبق رابطه (۲) برابر با  $100\Delta V$  فرض نمود.

در صورتیکه برای حفاظت پمپ از شیر یکطرفه خودکار استفاده شود، بسته به نوع شیر، ممکن است مقدار ماکزیمم ضربه قوچ حتی در لوله‌های کوتاه‌تر نیز رخ دهد. لذا برای طولانی نمودن مدت بسته شدن شیر یکطرفه و کاهش اثر ضربه قوچ، آنها را با اهرم‌های ویژه‌ای مجهز می‌نمایند.

### ۲- روش تقریبی پیش‌بینی اثر ضربه قوچ

پیش از محاسبه دقیق ضربه قوچ می‌توان با رابطه تقریبی (۴) شدت و ضعف آن و به عبارت دیگر

لزوم و یا عدم لزوم پیش‌بینی‌های ویژه را برای آن تعیین نمود.

$$C = \frac{L \times \Delta V}{\sqrt{H}} \quad (4)$$

در رابطه (۴) مقدار  $L$  طول لوله برحسب متر و  $\Delta V$  تغییر سرعت در لوله برحسب متر در ثانیه و  $H$  ارتفاع مانومتری پمپ برحسب متر می‌باشد.

- در صورتیکه  $C > 100$  باشد پیش‌بینی و ایجاد تجهیزات ویژه‌ای برای کاهش اثر ضربه قوچ لازم و ضروری است.
- در صورتیکه  $70 \leq C \leq 100$  باشد، خطر ضربه قوچ غالباً در تأسیسات تلمبه‌خانه وجود دارد.
- در صورتیکه  $10 \leq C \leq 70$  باشد، اگر تجهیزات پمپ و لوله از نظر ضربه قوچ نامناسب طرح نشده‌باشد معمولاً ضربه قوچ خطری ایجاد نمی‌کند.
- در صورتیکه  $C < 10$  باشد، می‌توان به احتمال بسیار زیاد اثر ضربه قوچ را نادیده گرفت.

### ۳- روش‌های جلوگیری از اثر ضربه قوچ

۳-۱- روش‌هایی که با کمک آن مدت زمان بسته‌شدن و یا باز شدن شیر و یا مدت زمان از کار افتادن کامل پره‌های پمپ افزایش می‌یابد.

مهمترین آنها عبارتند از:

۳-۱-۱- کاربرد شیر الکتریکی: در این روش پس از پمپ، یک شیر الکتریکی قرار می‌دهند که با باز شدن تدریجی خود بعد از، از کار افتادن پمپ و یا بسته شدن تدریجی خود پیش از خاموش شدن آن مدت زمان مربوطه به تغییر سرعت را در لوله چندین برابر مدت زمان  $t$  در رابطه (۱) نماید (معمولاً ۲ تا ۵ برابر) و اثر ضربه قوچ را به دلخواه کاهش دهد.





این روش برای حالت قطع جریان پیش‌بینی نشده برق هیچ اثر مثبتی ندارد و لذا نمی‌توان برای اینگونه موارد از آن استفاده نمود.

۱-۲-۳- کاربرد چرخ لنگر: در این روش که برای پمپ‌های سانتریفوژ با محور افقی قابل استفاده است با قراردادن چرخ لنگری روی محور مابین پمپ و الکتروموتور کمک می‌شود تا پمپ در موقع از کار افتادن، مدت زمان دلخواهی که بستگی به جرم چرخ دارد به دوران خود ادامه دهد.

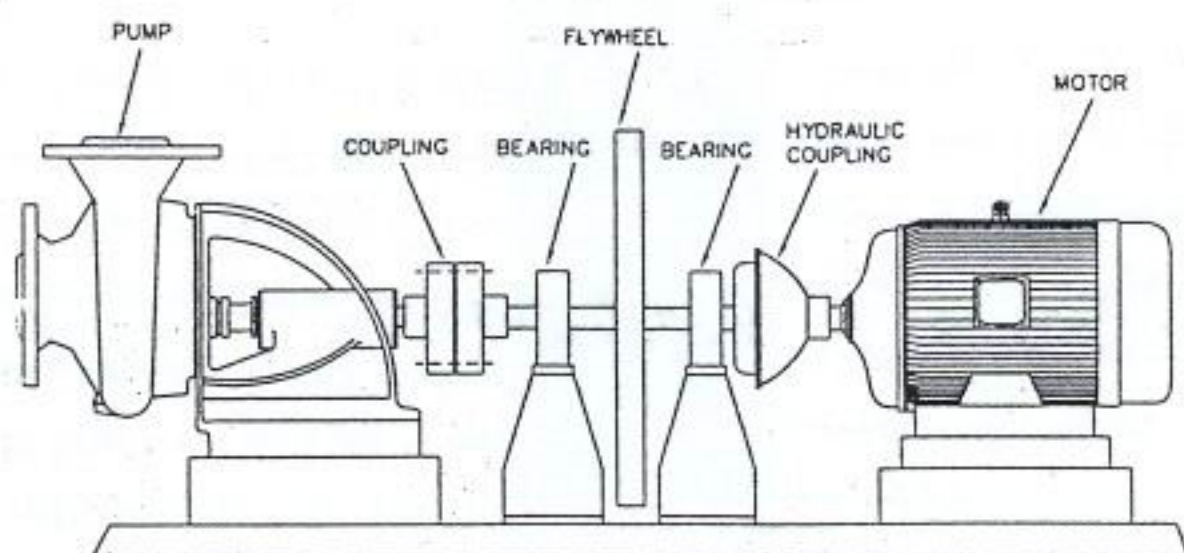
این روش برای پمپ‌هایی که با سرعت دورانی بالا و ارتفاع مانومتری متوسط و یا بالا و لوله هدایت

آبی کوتاه کار می‌کنند متناسب است. در مقابل ۲۰۰۰ متر را می‌توان تقریباً حداکثر طولی برای لوله دانست که استفاده از این روش جهت آن ممکن است اقتصادی باشد.

مزایا: بی‌نیاز بودن از نگهداری سیستم و کمک کردن به آهسته باز و بسته شدن شیر یکطرفه.

معایب: نیاز به جریان برق زیاد برای راه‌اندازی آن و لزوم تکیه‌گاه‌های فوق‌العاده و یاتاقان‌های ویژه.

این روش برای پمپ‌های خودکاری که تعداد خاموش و روشن شدن در آنها زیاد است نامناسب نمی‌باشد.



شکل (۱): پمپ سانتریفوژ

کاربرد این روش برای پمپ‌هایی با ارتفاع مانومتری متوسط و کم و قطر لوله‌هایی تا حداکثر ۸۰۰ میلیمتر و حجم آبی در لوله تحت فشار تا حداکثر ۱۰۰۰ مترمکعب اقتصادی است.

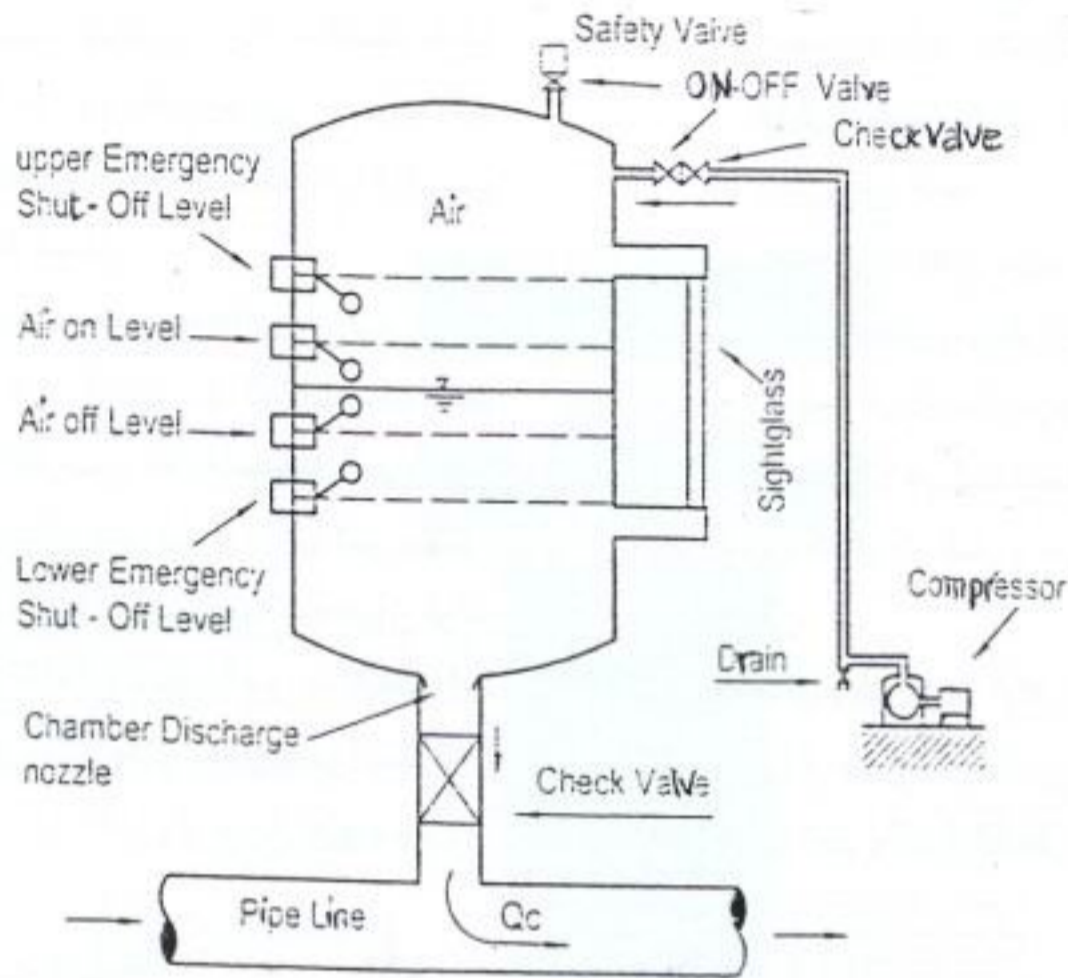
مزایا: ایمنی زیاد در کار (در صورتیکه ارتفاع آب در منبع تقریباً کنترل شود).

معایب: فضای زیاد جهت تعبیه منبع هوای فشرده و تأسیسات کمپرسور مربوطه، وجود خطر تند بسته شدن شیر یکطرفه. لذا قرار دادن اهرم برای شیر یکطرفه به ویژه در لوله‌هایی با قطر بیش از ۳۰۰ میلیمتر ضروری است (شکل ۲).

۲-۳- روش‌هایی که با کمک آنها مدت زمان رفت و برگشت موج یعنی  $t$  کاهش می‌یابد در ذیل آمده‌اند:

۱-۲-۳- کاربرد منبع هوای فشرده (تانک ضربه‌گیر تحت فشار): این منبع از دو قسمت هوا و آب تشکیل شده است و از خاصیت تراکم‌پذیری هوا جهت افزایش و یا کاهش فشار ناشی از ضربه قوچ (خفه کردن فشار) استفاده می‌شود. با قراردادن این منبع در نزدیکی پمپ، طول  $L$  در رابطه (۱) کاسته شده و در نتیجه مدت زمان  $t$  کوتاه می‌گردد.

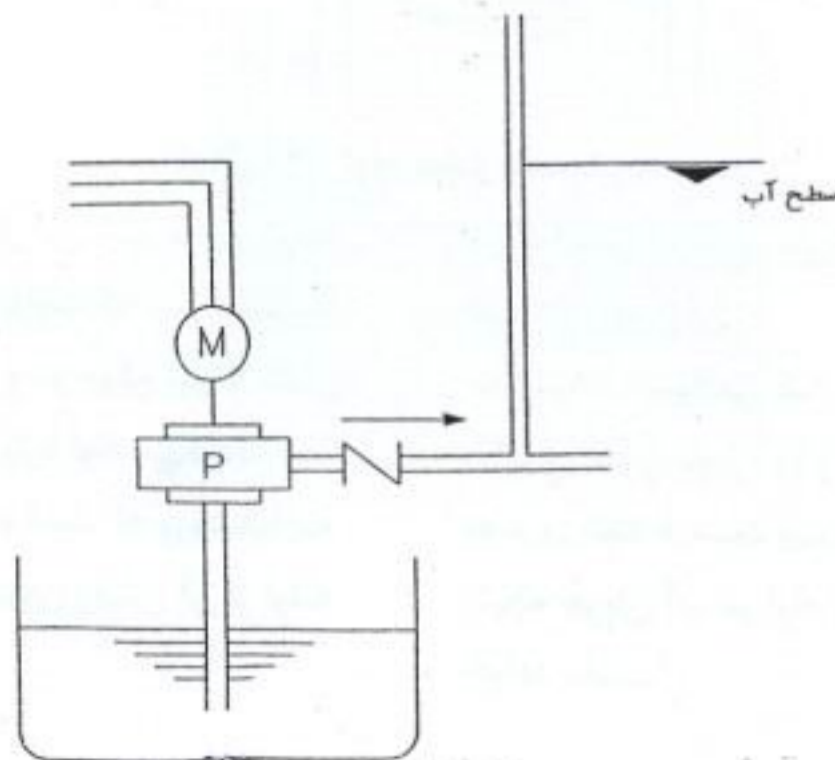




شکل (۲): تانک ضربه‌گیر تحت فشار

درون لوله تحت فشار از نظر جریان آب در قسمت‌های دیگر تأسیسات اثر منفی نداشته‌باشد. مزایا: ایمنی کامل و بی‌نیازی از نگهداری در هنگام کار معایب: محدودیت ساختمانی به ویژه از نقطه‌نظر زیبایی

۳-۲-۳- کاربرد برج آب (برج تعادل): در این روش بجای منبع هوای فشرده از لوله ایستاده‌ای که با هوای بیرون ارتباط دارد استفاده می‌شود. کاربرد این روش برای پمپ‌هایی با ارتفاع مانومتری بسیار کم و تا حداکثر ۱۵ متر لوله‌هایی با افت فشار ناچیز مناسب است و باید ورود هوا به



شکل (۳): برج تعادل

۳-۳- با توجه به اینکه اکثر اوقات در نتیجه خاموش شدن پمپ، کاهش فشار حاصله خطر اصلی را در بر دارد، روش‌های خاصی هستند که تنها مانع از ایجاد خلأ در لوله می‌گردند و مهمترین آنها عبارتند از:

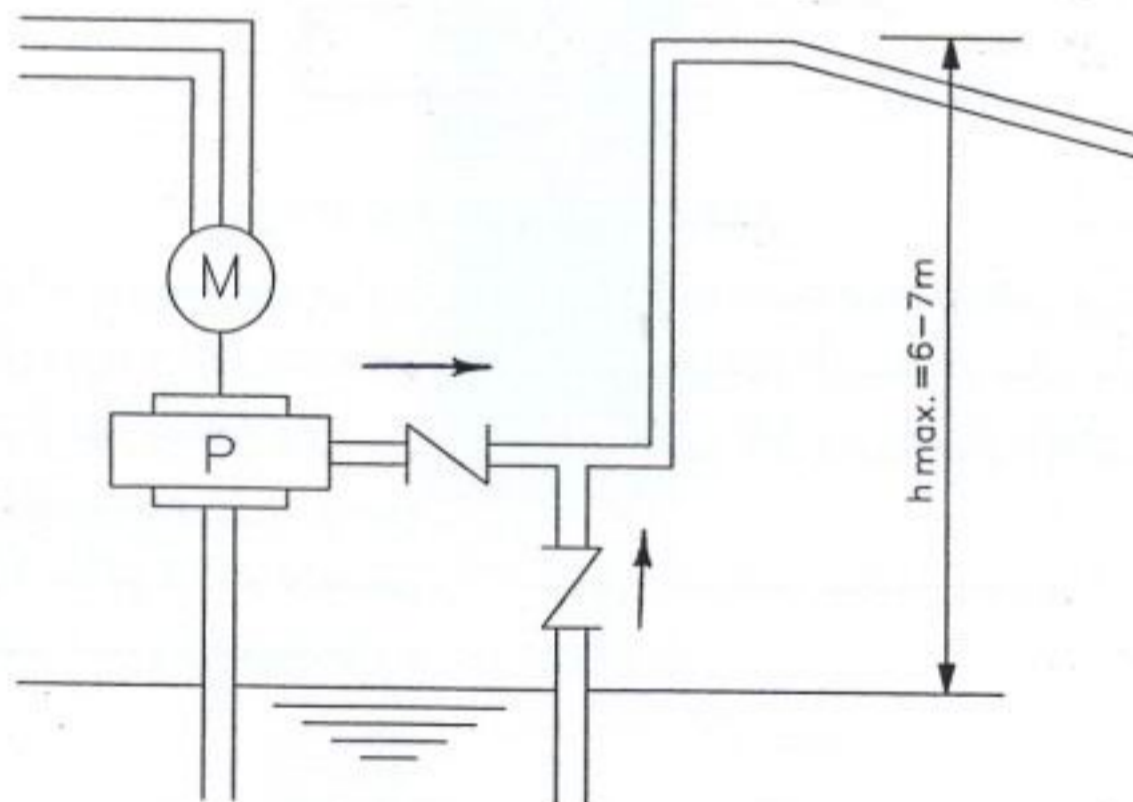
۳-۳-۱- کاربرد لوله مکش انشعابی: در این روش لوله بعد از پمپ قرار گرفته و با کمک یک شیر یکطرفه مستقیماً به منبع تغذیه متصل می‌شود. در موقع کاهش فشار، شیر نامبرده در اثر مکش باز شده و مقداری آب مستقیماً به درون لوله اصلی وارد و مانع از کاهش فشار تا سرحد تبخیر آب می‌گردد. کاربرد این روش وقتی امکان‌پذیر است که:

- افزایش فشار ناشی از ضربه قوچ بیش از

$\frac{1}{2}$  فشار نامی لوله باشد و در غیر اینصورت باید دستگاهی برای شکستن فشار و بیرون راندن آب از لوله در سیستم پیش‌بینی کرد.

- لوله تحت فشار نباید بیش از ۶ تا ۷ متر بالاتر از محور پمپ قرار گیرد زیرا در اینصورت تبخیر آب اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

- افت فشار در لوله نسبتاً زیاد باشد. مزایا: ایمنی کامل در کار و بی‌نیازی نسبت به نگهداری آن  
معایب: فضای زیاد جهت لوله انشعابی و بالا رفتن فشار ناشی از ضربه برگشتی و در نتیجه بسته شدن سریع شیر یکطرفه (شکل ۴).



شکل (۴): لوله مکش انشعابی

مزایا: ایمنی در کار، بی‌نیازی از نگهداری آن و اقتصادی بودن آن  
معایب: در مواقعی که پمپ بلافاصله پس از خاموش شدن دوباره بکار می‌افتد، هوای وارد شده به درون لوله فرصت بیرون رفتن را نیافته و در نتیجه جریان آب در لوله ارتعاش‌هایی را به همراه خواهد داشت.

۳-۳-۲- شیر مکش هوا: کار این شیر مانند لوله مکش انشعابی است با این تفاوت که شیر مستقیماً به هوای آزاد ارتباط داشته و در موقع ایجاد مکش در لوله، شیر باز شده و هوا وارد لوله می‌گردد. این روش وقتی قابل استفاده است که ورود هوا به لوله مشکلی ایجاد نکند و بیرون رفتن آن از لوله آسان باشد.

۳-۴- روش‌هایی که به وسیله آنها تنها فشار اضافی ناشی از ضربه قوچ گرفته می‌شود: اساس کار این روش‌ها بر این نهاده شده‌است که در موقع افزایش فشار به وسیله مجرای به صورت اتوماتیک قسمتی از آب لوله تحت فشار دوباره به منبع تغذیه پمپ برگردانده شده و بدین وسیله اضافه فشار حاصله کاسته شود. این روش‌ها بعلاوه اتلاف انرژی و معایب دیگری که به همراه دارند تنها وقتی به کار می‌روند که روش‌های نامبرده در قسمت‌های پیشین قابل اجرا نباشد.

۳-۵- روش کاستن سرعت: در این روش کوشش می‌شود با افزایش قطر لوله از سرعت آب در آن کاسته شده و از تغییرات فشار طبق رابطه (۲) بکاهد.

مهمترین عیب این روش اقتصادی نبودن آن به خاطر افزایش قطر لوله و اتصالات و سائز شیرها می‌باشد.

با وجود این لازم است پیش از بررسی هر سیستم دیگری جنبه اقتصادی این روش مورد مطالعه قرار گیرد. علاوه بر جنبه اقتصادی در صورتیکه در آب مواد معلق فراوان باشد در اثر کاهش سرعت امکان ته‌نشین شدن مواد معلق افزایش می‌یابد.

#### ۴- موارد پدید آمده در برخی نیروگاهها در اثر

##### ضربه قوچ

همان‌طور که اشاره شد ضربه قوچ یکی از مخرب‌ترین و مضرترین پدیده‌هایی است که در خطوط لوله می‌تواند اتفاق بیفتد. چند نمونه از مواردی که در نیروگاههای مختلف به وجود آمده به قرار زیر است:

۴-۱- در یکی از نیروگاهها به علت عدم هواگیری کامل در واترباکس<sup>۱</sup> کندانسور و محبوس شدن هوا در داخل واترباکس مذکور و دو فازه شدن جریان، گسیختگی آب در داخل خطوط خنک‌کن اصلی بوجود آمده و بنابراین آب چندین بار مسیر کندانسور تا برج را پیمود. در نهایت تعداد ۴۴۰ عدد از لوله‌های کندانسور دچار خمیدگی گردیده و بعضاً از محل اتصال به تیوب شیت<sup>۲</sup> جدا شد. در ضمن چون از این

آب برای خنک‌کاری روغن در کولرها استفاده می‌شد، مشکلاتی در کولرهای مذکور نیز ایجاد گردید.

۴-۲- در نیروگاه دیگری به علت اشتباه اپراتور و عدم هماهنگی لازم در هنگام پمپاژ آب از تصفیه‌خانه به بویلر کمکی، آب با دبی  $150\text{m}^3/\text{h}$  از تصفیه‌خانه به طرف بویلر کمکی پمپاژ می‌گردد. اما به علت بسته بودن شیر ورودی در بویلر کمکی و محبوس شدن هوا در داخل خط، آب با فشار به شیر مذکور برخورد کرده و در برگشت به طرف تصفیه‌خانه شیرهای یکطرفه خروجی پمپ به خوبی عمل کرده و جلوی ورود آب به پمپ را می‌گیرند ولی این آب با فشار بسیار بالا بعد از برخورد به شیرهای یکطرفه مذکور از مسیر مینیمم که هدر پمپ را به یک هدر دیگر وصل می‌کند و دارای یک شیر می‌باشد عبور کرده و والو مذکور تحمل فشار محبوس شده در داخل خط را نداشته و باعث شکسته شدن شیر مذکور می‌گردد.

۴-۳- مورد دیگر در بویلر یکی دیگر از نیروگاهها در اثر اشتباه در پاشش آب بر روی بخار روی خط کلدری هیت بود، بدین صورت که در بویلر آب اسپری برای خنک‌کن کردن بخار در خط کلدری هیت<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آب بایستی همزمان با عبور بخار از داخل خط وارد خط گردد و بخار را خنک کند، ولی در اثر اشتباهی که انجام گرفته بود، آب قبل از بخار وارد خط شده و سپس در اثر ورود بخار، آب در مسیر خط مذکور جمع شده و باعث پیدایش ضربه قوچ گردید.

#### ۵- نتیجه‌گیری

چون احتمال به وجود آمدن پدیده ضربه قوچ در شبکه آبرسانی به خصوص در خطوط لوله متصل به پمپ دور از انتظار نیست، می‌بایستی در طراحی تأسیسات آبرسانی وجود این پدیده را مورد ملاحظه قرار داده و با بررسی‌ها و محاسبات دقیق مطالعه گردد.

- 1- Water box.
- 2- Tube sheet.
- 3- Cold Reheat.



بر این اساس تجهیزات پیشگیری در کلیه صنایع نیروگاهی، پتروشیمی و تأسیسات آبرسانی بکار گرفته می‌شود.

با توجه به خسارات عمده‌ای که پدیده ضربه قوچ به بار می‌آورد، علاوه بر لزوم تجهیزات پیشگیری، آموزش صحیح جهت پرسنل بهره‌برداری توصیه می‌گردد.

علاوه بر موارد و مسائل طراحی باید توجه داشت همانطوریکه اشاره شد اشتباه اپراتور و عدم هماهنگی می‌تواند موجب خسارات زیادی به تجهیزات نیروگاه گردد که با اندک هزینه‌ای جهت آموزش اصولی به پرسنل از پیشامدهای وارده می‌توان جلوگیری نمود.

#### ۶- مراجع

1- Pump Handbook "William c.Krutzsch"

۲- پمپ و پمپاژ (دکتر سید احمد نوربخش)

۳- آبرسانی شهری (دکتر محمد تقی منزوی)

۴- ضربه قوچ آب و سیستم‌های حفاظتی (مهندس علی وکیلی تهامی)

۵- مکانیک سیالات (ویکتور-استریتر)

آقای بهادر بابائی بناب دارای لیسانس مهندسی مکانیک (حرارت و سیالات) از دانشگاه آزاد اسلامی تبریز بوده و از یکسال و نیم پیش در نیروگاه سهند با قدس نیرو همکاری دارد. زمینه علاقمندی ایشان «چگونگی کاهش آلودگی در نیروگاه» می‌باشد.





تهران - خیابان استاد مطهری - چهارراه سهروردی - شماره ۹۸ - کد پستی ۱۵۶۶۷۷۵۷۱۱

فاکس : ۸۴۱۱۷۰۴

تلفن : ۸۴۳۰۴۵۴ - ۸۴۰۳۶۱۳

تلفنکس : جی ان سی ائی ایران ۲۲۴۵۰۷

تلفنکراف : شرق قدس نیرو ایران

NO.98 OSTAD MOTAHARI AVE, TEHRAN 1566775711- IRAN

TBL : 8408613 - 8430454

Email : [info@ghods-niroo.com](mailto:info@ghods-niroo.com)

CABLE : SHIRGHODS NIROO IRAN - FAX : 8411704