

# هر علم را که کار نبندی چه فایده

دورنمایی از پژوهش‌های آغازین نگارنده

همکاری و همگامی با چند تن از مشاهیر علوم

دکتر فضل‌الله رضا

## ورود به آمریکا

من در دوم اکتبر ۱۹۴۴ با کشتی به بندر سان دیگو (San Diego) در همسایگی شهر لوس‌آنجلس وارد شدم. کشتی ما از ناوگان نیروی دفاعی آمریکا بود، که در هفته آخر ماه اوت از بمبئی به آمریکا باز می‌گشت، و معدودی مسافر از بمبئی پذیرفته بود. چند خانواده ایرانی که به آمریکا مهاجرت می‌کردند و چند دانشجو با من همسفر بودند. در آن زمان سفر با هواپیما هنوز معمول نشده بود. بحیوحت جنگ جهانی دوم سفر دریا را هم پرخطر می‌کرد. همه کشتی‌های مسافری و بازرگانی تقریباً در اختیار مؤسسات دفاعی کشورهای جنگنده قرار داشتند.

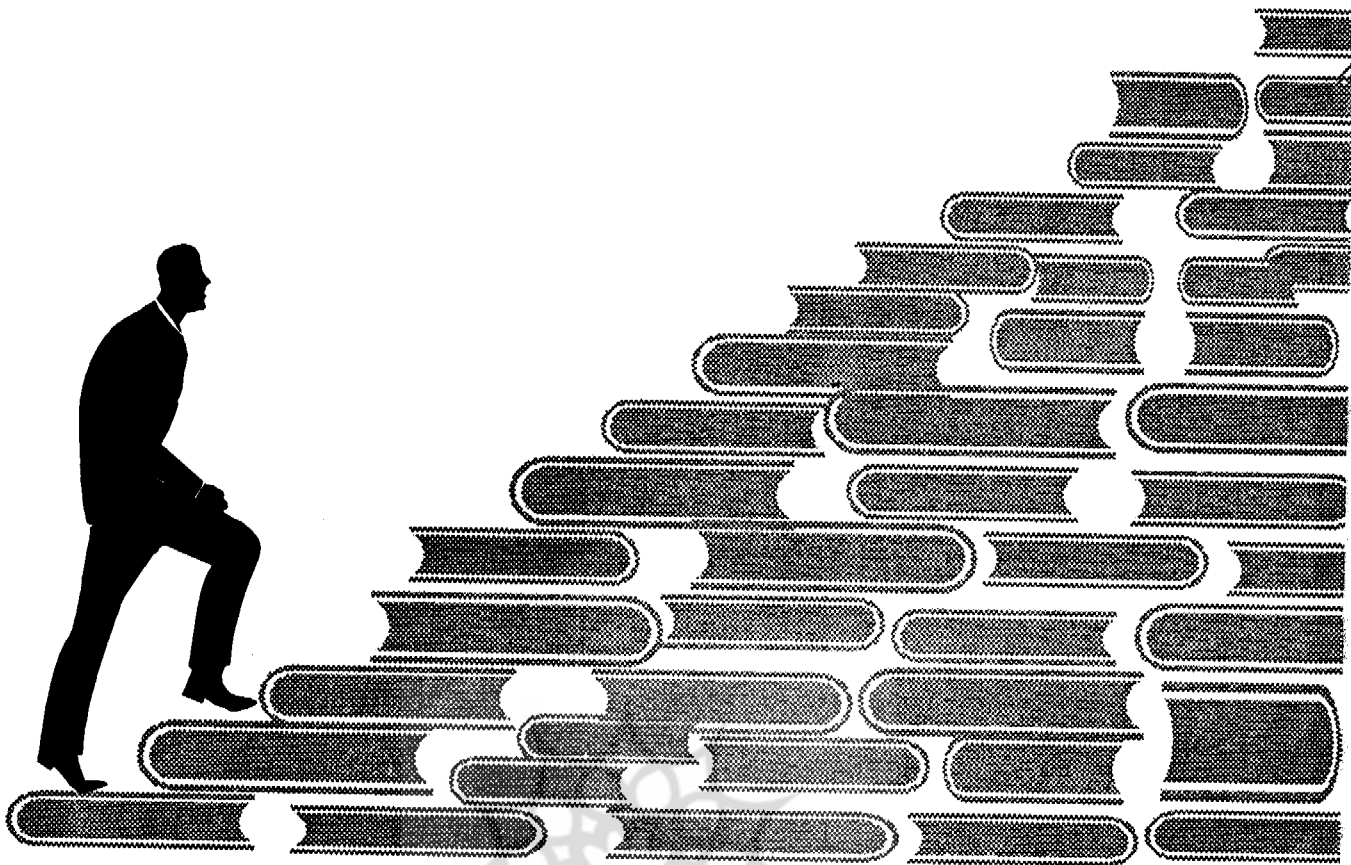
یک هفته بعد از ورود به لوس‌آنجلس، بی‌آنکه عظمت کالیفرنیا و غرب آمریکا را درک کرده باشم، چشم بسته با راه‌آهن سرتاسری آمریکا به نیویورک رفتم تا در بخش فوق لیسانس برق دانشگاه کلمبیا نام‌نویسی کنم. سه شبانه‌روز ترن در راه بود. از پشت شیشه اطاق ترن مناظر طبیعی زیبای آمریکا را تماشا می‌کردیم. پل‌های عظیم، تونل‌های طویل شکافیده در دل کوه‌ها، جنگل‌های انبوه، شهرها و شهرک‌ها همه برای ما دیدنی بود. به یاد شعر زیبایی می‌افزادم که شادروان دکتر محمود افشار بنیان‌گذار مجله آینده، در سفر شیراز به اصفهان سروده بود:

می‌آمدم از شیراز راهم به سپاهان بود  
هنگام گل و سبزه، ایام بهاران بود  
ره بود همی جانا چون پیچ و خم زلفت  
اندر خم هر پیچی یک منظره پنهان بود  
گه مرتع و گه مزرع، گه جلگه و گه هامون  
گه گردنه و دره، گه دشت و بیابان بود

در پس پرده ذهن جوان ناآزموده ثبت شده بود که چون ویزای تحصیلی به او داده‌اند، و خود او در تهران به کنسول آمریکا گفته است که به دانشگاه کلمبیا خواهد رفت، باید بی‌درنگ به همان جا برود. هر چند در دوران جنگ، مکاتبه با دانشگاه و ثبت‌نام نهایی صورت نپذیرفته بود، و من در عملکرد خود آزاد بودم، ولی حدود این آزادی را نمی‌دانستم و فضای باز را نمی‌شناختم.

بعدها دریافتم که در آن زمان بیشتر عالمان معروف جهان، در آمریکا در بخش ریاضی و فیزیک و علوم طبیعی تدریس و پژوهش می‌کردند و از این روی در بخش مهندسی برق کلمبیا درخشندگی علمی چشمگیر نبود و کارهای پیشرفته مهندسی در کارخانه‌ها انجام می‌شد.

در دهه‌های بعد، استان کالیفرنیا به سرعت روزافزون از نظر صنعتی و اقتصادی و علمی پیشرفت کرد. دانشگاه‌هایی مانند برکلی و استنفورد و U.C.L.A و کالتگ



در می‌کده از ما نخریدند به جامی  
آن علم که در مدرسه آموخته بودیم  
در سال‌هایی که در شرق سرد و کهن و سنتی آمریکا،  
دور از گل و سبزه و نوآوری‌های کالیفرنیا، در کار پژوهش  
و تدریس پای‌بند شدم، گاهی به ندامت می‌گفتم که دریغ  
که کالیفرنیا را درست به موقع نشناختم و همان جا فرود  
نیامدم. برای ایرانیانی که از وطن دور بیفتند، آب و هوای  
مانند فارس، سازگارتر از یخبندان شمال شرقی  
آمریکاست.

من در حین تحصیل دوره ماستر (فوق‌لیسانس) در  
کلمبیا، با دانشگاه پلی‌تکنیک نیویورک که آن وقت پلی  
تکنیک بروکلین نامیده می‌شد آشنا شدم. کوشیدم که  
همزمان با دوره ماستر درس‌های دکتر را هم فرا بگیرم. در  
بخش مهندسی آنجا، به خلاف دانشگاه کلمبیا، چند تن از  
اساتید بنام تدریس می‌کردند. دو استاد نامی یکی ر. ام.  
فوستر (R. M. Foster) از پایه‌گذاران تئوری شبکه‌ها و  
دیگری ای. وبر (E. Weber) که چیرگی شگفتی بر بسیاری  
از رشته‌های علمی و فنی داشت. او سالیان دراز دبیر  
آکادمی علوم مهندسی آمریکا و رئیس انجمن مهندسان  
برق I.E.E.E بود و بعدها رییس همان دانشگاه پلی‌تکنیک  
شد.<sup>۲</sup> این دو دانشمند بسیاری از طلاب تئوری شبکه‌ها را  
گرد آورده بودند که در برابر مراکز مهم فیزیک و ریاضی

گسترش یافتند. در همسایگی دانشگاه استنفورد کالیفرنیا،  
Silicon Valley مرکز تکنولوژی انفورماتیک و مخابرات و  
کامپیوتر شد. شرکت‌های پژوهشی نودرکار دارو و  
ژنتیکس و امور فضایی، مانند گل‌های رنگارنگ کالیفرنیا،  
در دشت و دمن رویدند. سرمایه‌های جنبه و پویا، که  
جویای بهره‌های سرشار در کارهای نوین علمی بودند، از  
همه جا بدان سوی سرازیر شدند. وقتی این پیشرفت‌ها را  
در نظر می‌آوریم، و آب و هوای خوش شیرازگونه را هم بر  
آن بیفزاییم، زیان موقعیت ناشناسی مرا هنگام ورود به  
آمریکا روشن‌تر درمی‌یابیم. چه می‌توان کرد! آن درس  
تاریخ و جغرافی که در مدرسه آموخته بودیم، جامد و  
بی‌جان بود، و هیچ کاربرد عملی و پویایی نداشت. به گفته  
سعدی:

هر علم را که کار نبندی چه فایده  
چشم از برای آن بود آخر که بنگری  
نمایندگان دولت ایران هم، گویا پس از سال‌ها رفت  
آمد، تازه مختصرشناختی از شرق آمریکا به دست آورده  
بودند، ولی از غرب آمریکا کمتر خبر داشتند. روشن است  
که ایرانیان تازه وارد به آمریکا، در آن سال‌ها بی‌رهنمون و  
بی‌برنامه و غریب و منفصل مانده بودند. اطلاعات  
اجتماعی و مدرسه‌ای ما از آمریکا ناچیز بود، و  
آمریکایی‌ها هم ایران را نمی‌شناختند.<sup>۱</sup>

جهان، مراکز فنی پیشرو مخابراتی برای آینده به وجود بیاورند. در سال‌های میانه قرن بیستم اگر بخواهیم چند تن از قطب‌های فن شبکه‌ها را در جهان نام ببریم، نام فوستر بر فراز نام‌های دیگر خواهد بود. در پایان این بخش، بعضی از مشاهیر فن مخابرات و پایه‌گذاران تئوری شبکه‌ها را در جهان آن روز، به خوانندگان معرفی خواهیم کرد.

### ورود به دانشگاه کلمبیا

در نیمه اکتبر سال ۱۹۴۴، از لوس آنجلس به شتاب خود را به دانشگاه کلمبیا در شهر نیویورک رساندم و به زحمت و با اشکال، در بخش مهندسی فوق لیسانس برق آن ثبت‌نام کردم. این که گفتم با اشکال، از آن رو بود که یک ماه دیر آمده بودم و دانشگاه هم دانشجوی ایرانی و مدارج تحصیل ایران را درست نمی‌شناخت - زبان هم بسیار کم می‌دانستم و توانایی مکالمه نداشتم. آمریکا برای ما ایرانی‌ها بسیار ناشناخته بود. متقابلاً می‌گفتند تا آن تاریخ هیچ دانشجوی ایرانی در دانشکده مهندسی دانشگاه کلمبیا نداشته‌اند.<sup>۳</sup>

به خاطر دارم استادی به نام پروفسور کوری که رییس بخش برق بود و رییس دانشکده مهندسی، هیچ‌کدام مرا برای مصاحبه نپذیرفتند و من سه روزی حاج و واج مانده بودم. می‌گفتند دانشجوی خارجی است، ثبت‌نام نکرده است و دانشگاه تهران را نمی‌شناسند، دیر هم آمده است. سرانجام به دفتر رییس دانشگاه روی آوردم که آن روز او در دانشگاه نبود (گمان دارم رییس دانشگاه Buttler بود که نابینا شده بود و کارهای دانشگاه را دیگران می‌چرخاندند). به هر صورت به دفتر معاون امور دانشگاهی (شاید پروفسور کولینج نامی که نویسنده‌ای معروف بود) راه یافتیم، که با گشاده‌رویی دانشجوی شرقی تازه وارد را پذیرفت. نمی‌دانم مکالمه ما به چه زبانی صورت گرفت. گویا مخلوطی از تأثیر نگاه‌ها و هوش و هنرمندی و بزرگواری او، با ابرام مؤمنانه من و پافشاریم به تحصیل، توأم شده بود و ناگفته‌ها را می‌نمایاند.

پس از چند تلفن به بخش‌های دانشگاهی، مرا به نزد رییس دانشکده مهندسی کلمبیا رهبری کردند، و رییس بخش برق و استاد دیگری را فراخواندند و آنها مأمور رسیدگی شدند. قرار شد مرا بیازمایند. اما نفوذ کلام معاون دانشمند دانشگاه بیش از آن بود که مرا به وعده و وعید و رونوشت شناسنامه و امتحان زبان و تعرفه بانکی سرگردان کنند. همان جا نشستند و مانند موبدانی که در

شاهنامه، زال را به فرمان منوچهر آزمودند تا ببینند که آمادگی و بلوغ او برای زناشویی بر چه میزان است، مرا آزمودند تا بدانند که دانشجوی ایرانی توانایی پیگیری درس‌های فوق‌لیسانس و دکترا را در بخش‌های علمی و مهندسی دارد یا نه.<sup>۴</sup>

چون بیان انگلیسی من نارسا و سخن معاون دانشگاه نافذ بود، ناگزیر پرسش‌ها را در لباس فرمول‌های ریاضی بر صفحه کاغذی می‌نگاشتند و کار بر من آسان شده بود. پرسش‌های در سطح بالا بود. برابر هر فرمولی، چیزی نوشتم که عذر بی‌زبانی مرا به خوبی می‌خواست. زبان مکالمه ریاضی کار را فیصل داد. مگر نه این است که فلاسفه یونان گفته‌اند که کتاب بزرگ طبیعت به زبان ریاضی نوشته شده است؟ به برکت این زبان جهانی، همان جا نامم در رشته فوق لیسانس ثبت شد. تا به امروز که بیش از ۵۰ سال از آن تاریخ می‌گذرد، هیچ‌گاه اصل یا فتوکپی مدرک دبیرستان ثروت (ایران‌شهر) و دانشگاه تهران من در هیچ مؤسسه آمریکایی ثبت یا ارائه نشده است. خودم هم دیگر نمی‌دانم این مدرک‌ها کجایند. بگذارید پس از من، دستدارانم مدرک‌ها را قاب کنند.

کمند صید بهرامی بیفکن جام می‌برگیر  
که من پیمودم این وادی، نه بهرام است و نه گورش  
از حرف، حرف می‌تراود - بد نیست که عرض کنم  
پروفسور فوستر و یکی از همکاران و دوستانم که امروز از دانشمندان معروف جهان در تئوری سیستم و استاد دانشگاه پلی تکنیک نیویورک است Dan Youla درجه دکترا ندارند، ولی زیر نظر ایشان بسیاری از استادان مبرز دانشگاه‌های آمریکا رساله دکترا خود را نوشته‌اند. همچنین آنگاه که در آزمایشگاه الکترونیک M.I.T کار و تحقیق می‌کردم، در همان آزمایشگاه Mc Cullen یکی از پزشکان معروف که ریاضی‌دان بنامی نیز بود، مشترکاً با جوانی به نام پیت که دیپلم دبیرستان هم نداشت، تئوری ریاضی شبکه‌ها را بر روی شبکه‌های اعصاب آدمی پیاده کرده بودند. آن دو دانشمند چهل سال پیش در مجلات علمی ریاضی انتشارات نو داشتند. مایهٔ اعجاب است که یک پزشک ریاضی‌دان با همکاری جوانی که دبیرستان را تمام نکرده، یا نخواست تمام کند، در ردهٔ اول مقالات نوی ریاضی جهان، نوشتارهایی ثبت کرده باشند.<sup>۵</sup>

در مورد خلاف و عکس این مناسبات است که سعدی و حافظ به زبان شیوا اشاره فرموده‌اند که زیاد فریب ظواهر را نخوریم. انظر الی ماقال.<sup>۶</sup>  
نیمی از ترم چهار ماهه پاییز گذشته بود که پس از



مسائل کمتر مطرح می‌شد، مهندسان بیشتر به سازندگی و ساختار دستگاه‌های الکترونیک توجه داشتند. برای نخستین بار درمی‌یافتم که دانشگاه‌های غربی، از بازار مصرف دور نیستند گاهی فایده عملی بر شناخت طبیعی اشیاء و معرفت محض چیره می‌شود.<sup>۸</sup>

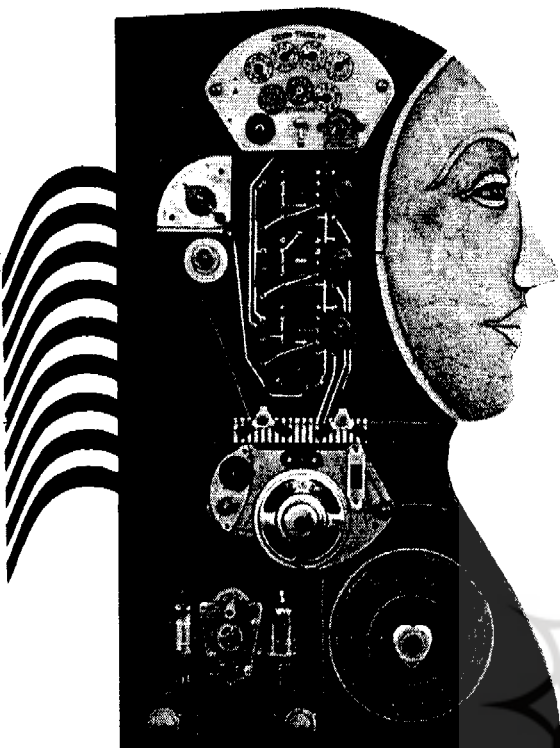
عرصه بزمگاه خالی ماند  
از حریفان و جام مالا مال

علم را برای پیروزی از راه تکنولوژی و بازار مصرف و جهانگیری می‌خواستند. در آن ایام کارها بیشتر با اسیلوگراف (نوسان نگار) در آزمایشگاه انجام می‌گرفت. روشنگری بنیادین و شناخت کیهان اعظم آن قدر پشتیبانی نداشت.

در بخش ریاضی دانشگاه کلمبیا به محضر استاد دانشمند و ریاضی‌دان سالخورده‌ای به نام ای. کاسنر (E. Kasner) راه یافتم که در هندسه نو معروف بود. چون من خود پیش از سفر به آمریکا درس هندسه نو در دانشکده فنی تهران می‌دادم و کتابی هم در آن موضوع در تهران به چاپ رسانیده بودم، بر درس کاسنر خوب استوار بودم. او هم کارهای مرا، که در رساله‌ای به زبان انگلیسی بدوی

تکمیل مقررات نام‌نویسی به کلاس‌ها راه یافتم. من چون در زبان انگلیسی نوآموز بودم، درس‌های ریاضی و علمی را که استخوان‌بندی فرمولی دارند بهتر می‌فهمیدم - در سال ۱۹۴۴ پروفیسور رابی (Rabi) استاد فیزیک که در ساختن بمب اتمی و مهار کردن انرژی هسته‌ای دست اندرکار بود، در همان سال نیز جایزه نوبل دریافت نموده و شهرت جهانی یافته بود. من درس نسبتاً دشوار او را در فیزیک اتمی در دوره فوق‌لیسانس و دکترا گرفتم.<sup>۷</sup> به حساب پنجاه سال پیش فرهنگ ایرانی خودمان، در جستجوی مشاهیر علم بودم. بعدها متوجه شدم، که این گونه اندیشه‌ها، ته مانده بت‌پرستی شرقی خودم بوده است. علم امروز تخصصی شده است، و آن جهان‌تابی خورشید معرفت قدیم را ندارد. یک نوع قفل و کلیدسازی رمزگونه خواص است، نه از نوع ژرف‌نگری نوابغ قرون سلف.

درس‌های الکترونیک در کلمبیا در آن سال‌ها که تازه جنگ جهانی پایان می‌یافت، برای من جالب نبود. مؤسسات تحقیقی و دفاعی بسیاری از مغزها را جذب کرده بودند و دانشگاه‌ها کمی خالی شده بود. بنیان علمی



تحریر کرده بودم، بسیار پسندید و بی‌زبانی چندان میان ما حایل نبود. اکنون که به گذشته نگاه می‌کنم، بر آنم که کتاب فارسی هندسه نو نگارنده در خور آن بود که در سال‌های ۱۹۵۰ انگلیسی‌بازنوشت شود. چهل سال پیش، آمریکا در آستانه تحولات تکنولوژی، بخصوص گسترش مسائل مربوط به سیر در فضا و ماهواره‌ها و روباتیکس و کنترل از راه دور بود. در تمام این بخش‌ها، روش‌های هندسه نو و هندسه دیفرانسیل می‌توانست مایه همگامی و همکاری بیشتر پژوهندگان باشد. من در آن کتاب فارسی با توجه ژرف به کارهای هندسی ریاضی‌دانان اروپا به ویژه آثار کم شناخته شده (M. Chasles ۱۷۹۳ - ۱۸۸۰)، روش‌هایی گرد آورده بودم که دانش پژوهان فن را به کار می‌آمد. البته در آن سال‌ها نیز کتاب‌هایی در این زمینه در آمریکا نوشتند و عرصه خالی نماند.

اگر از من بپرسند که چرا این کار فرهنگی یعنی نگارش کتاب هندسه نو به زبان انگلیسی را انجام ندادم، خواهم گفت که در آن روزگار ما آمریکا را نمی‌شناختیم. من حتی نمی‌دانستم، که جوان تهری دست ایرانی، به جای کارهای پیش پا افتاده و وقت‌گیر برای تأمین معاش، می‌تواند از مؤسسات فرهنگی و دانشگاهی کمک هزینه بگیرد. دفترهای نمایندگی‌های ایران با این کشور و سیر معرفت آن آشنایی کافی نداشتند. امروز دانشجویان ایرانی و خارجی که در بخش‌های دوره دکترا علوم مهندسی در آمریکا و کانادا تحصیل می‌کنند از دانشگاه‌ها کمک هزینه می‌گیرند. پروژه‌های تحقیقی دانشگاه‌ها هزینه تحصیل دانشجویان خوب را تقبل می‌کنند.

مسئله زبان در تحریر کتاب ریاضی آن قدر مهم نیست ولی در آن سال‌ها، ایرانیان را در مجامع علمی و فرهنگی آمریکا نمی‌شناختند. ما هم از نیازهای فرهنگی و تکنولوژی آنها اطلاع دقیقی نداشتیم. جامعه غرب، دانشجویان خارجی مسیحی و کلیمی را بهتر از مسلمانان جذب می‌کرد. این دشواری در راه پژوهندگان جوانی که از کشورهای اروپایی به آمریکا می‌آمدند نبود. آنها زود و به آسانی در جوامع آمریکا راه‌نمایی می‌شدند تا راه خود را بیابند، و از ایشان پشتیبانی می‌شد. طبیعی است که کارداران سفارت‌خانه‌های جهان سوم، تا صرفاً با مسائل گذرنامه و پروانه بازرگانی و گرانی ارز و کم ثباتی مقام مأموریت و نظایر آنها دست بگریبانند، نمی‌توانند پاسخگوی رهنمون‌های علمی و فرهنگی و جهش آینده‌نگری باشند.<sup>۹</sup>

کسارداران سفارت‌خانه‌های کشورهای اروپایی، از

اقتصاد پربار آمریکا به نفع دانشوران خود استفاده می‌کردند. انبوه دانشوران اروپایی که در آمریکا به کارهای دانشگاهی و پژوهندگی اشتغال داشتند، در رفاه بودند. با گذشت نیم قرن، بی‌شک رهروی دانشگاهی و طلبگی بنده و همسالان ایرانم در آمریکا راه را تا اندازه‌ای بازتر و هموارتر کرده است. امروز پژوهندگان ایرانی زودتر در جهان غرب شکوفا می‌شوند.

به کوی عشق منه بی‌دلیل راه قدم  
که من به خویش نمودم صد اهتمام و نشد

### مدل‌سازی فنی و ریاضی

می‌توان گفت که پیشرفت و گسترش صنایع در قرن بیستم، بیش از تکامل و توسعه صنعت در تمامیت دوران تاریخ تمدن پیش از آن بوده است.

از دیدگاه علم، راز این پیشرفت و دگرگونی بی‌مانند را در آن می‌دانند که در این صد سال دانشمندان و مهندسان، گنج‌خانه دو دانش کهن و پرمایه، علوم ریاضی و علوم طبیعی (فیزیکی و شیمیایی) را، درهم آمیختند و حاصل عملی‌پرباری از آن آمیختگی به وجود آمد.

پیشرفت‌های تلفن و تلگراف و تلویزیون و فاکس و رادار، ترابری و حمل و نقل، پرواز هوایی و فضایی، انرژی

اتمی، نقش روزافزون کامپیوتر در امور اجتماعی و بازرگانی، پیشرفت شگفت علوم پزشکی و دارویی و تغذیه، همه را می‌توان از زادگان این آمیزش علوم نظری بخصوص ریاضیات کاربردی و علوم فیزیکی دانست. از دیدگاه اقتصادی، که تمدن کشورهای اروپا و آمریکا بدان توجه و بستگی دارد، بد و یا خوب باید گفت که جنگ‌های قرن بیستم در پیدایش و گسترش صنایع نو مؤثر بوده است. بر اثر دو جنگ جهانی، جنگ‌های منطقه‌ای، جنگ سرد، مسابقه تسلیحاتی و تشکیلات وسیع بازرگانی، تکنولوژی در عصر ما پیشرفت بی‌سابقه یافت. در کشورهای غربی از پی تفوق مادی و بازاریابی و بازرگانی به ایجاد صنایع جدید و تکنولوژی نوین پرداختند. از این روی پشتیبانی اقتصادی آنها از دانشگاه‌ها و مراکز پژوهش و طرح‌ریزی در عصر ما، با مقیاس بزرگ‌تری بوده است.

استخوان‌بندی و طرح‌ریزی علوم کاربردی، مدل‌ها و نقشه‌هایی را به دست می‌دهد. آماده ساختن تکنولوژی برای کارهای گوناگون در عصر ما به کمک این نقشه‌ها صورت می‌گیرد. مهندسی پیشرفته امروز در مرحله نخست نوعی مدل‌سازی است. پیش از طراحی مدل، نخست باید دانست که آیا آنچه می‌خواهند بسازند ساختنی و معقول است یا نه؟ آیا می‌شود آن را از قوه به فعل درآورد؟ یا آفرینش آن ماشین و دستگاه، با ابزار و اجزاء موجود در کارخانه‌ها میسر نیست. پیش از اینکه بازوان سازنده به ساختن ماشین بپردازند، باید نقشه کار و مدل دستگاه را به دست داد. این تجزیه و تحلیل مسائل در هر رشته باریکی از تکنولوژی عصر ما، بخشی از کارهای مهندسی نوین است که با مهندسی پنجاه سال پیش فرق بسیار دارد. آن را در اصطلاح مدل‌سازی ریاضی (Realizability) می‌نامند. بخش مبسوطی از رسالات و مقالاتی که بنده نگاشته‌ام درباره همین تئوری بوده است که در کتاب‌های مربوط به تجزیه و تحلیل شبکه‌های برق (به نام نگارنده) ثبت شده و اهل فن آن را بکار برده‌اند.

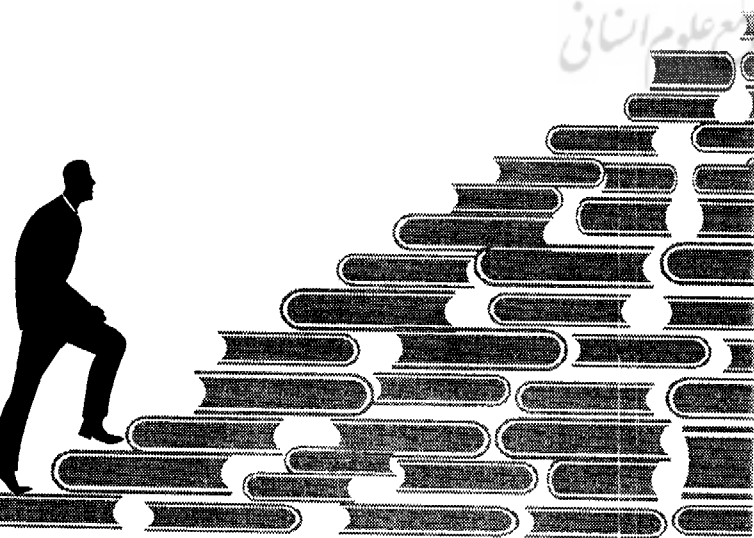
#### ارتباطات، کامپیوتر، اینترنت

در امور علمی و مهندسی، ارتباطات به معنی اعم، عبارت از نقل چیزی است از جایی به جای دیگر، مانند انتقال انرژی الکتریکی از دستگاه مولد برق (ژنراتور) به کارگاه مصرف، یا انتقال اجسام و اجناس معمولی از محلی به محل دیگر، یا ارسال پیام‌های تلگرافی یا برنامه تلویزیونی و ماهواره‌ای - یا گذر مفاهیم و معانی از ذهن و

زبان سخنران به گوش و ذهن شنوندگان. اینها نمونه‌های ساده ارتباطات است، ولی در عمل، مسئله پیچیده‌تر است، مانند ساختار شبکه‌های اعصاب آدمی، شبکه‌های کامپیوتر و شبکه‌های فشار برق قوی میان کشورها.

فرستنده‌ها و گیرنده‌ها، غالباً در شبکه‌های وسیع شناخته شده مندرج‌اند. گاهی هم شبکه‌ها را درست نمی‌شناسیم، مانند سلسله‌های اعصاب آدمی و چگونگی ارتباطات میلیاردها سلول‌های مغز او.

آیا می‌توان جریان برق یا سیال دیگری را که از جایی به جایی انتقال داده می‌شود سنجید و آن را مهار کرد و حداصلی امکان انتقال آن را بازشناخت؟ در تئوری شبکه‌ها به معنی بسیار گسترده آن، مدل‌های ریاضی، برای فهم این مسائل تدوین می‌کنند و بهینه‌یابی آن را Optimization می‌نامند. در مواردی مانند پخش انرژی برق و یا گاز و آب و جریان خون در بدن آدمی، مدل‌ها سهل‌تر و اندازه‌گیری‌ها محسوس‌تر است. تئوری شبکه‌های برق که در سال‌های ۱۹۶۵-۱۹۱۵ بنیادگذاری و تکامل یافت به بسیاری از این پرسش‌ها پاسخ داده است. در این تئوری معادلات پیچیده دیفرانسیل و انتگرال را که نمودار عملکرد دستگاه‌های دینامیک است، به صورت سمبولیک معادلات جبری ساده در می‌آورند. این گونه



نگرش‌های جبری و سمبولیک در نیمه دوم قرن بیستم پایه‌گذاری شد و نگارنده در تدریس و تعمیم آن روش‌ها به عنوان *Operational Calculus* در اروپا و آمریکا سهم ناچیزی داشته است.

در اواسط قرن بیستم توجه ما بیشتر به پخش پیام‌ها و خیرها گرایید، در بعضی از شبکه‌ها جنبه مهار کردن و کنترل کردن بیش از کار مکانیکی مورد توجه قرار گرفت. به این ترتیب نظرها به سوی دانش *Cybernetics* و تئوری انفورماسیون معطوف شد. این دو وجه تسمیه پیش از آن تاریخ، سال‌ها به معانی و مفاهیم دیگر اطلاق می‌شد. بنده گمان دارم که در پیشرفت تکنولوژی قرن بیستم، مسئله مدل‌سازی از مؤثرترین عوامل و در حقیقت زبان علمی تکنولوژی بوده است.

پیش از آموختن هر دانشی، باید زبان آن دانش را فرا گرفت. به کمک زبان تئوری شبکه‌ها و تئوری انفورماسیون و انشعابات آنها، می‌توان مدل‌های تکنولوژی گوناگون را بررسی کرد. جای تردید نیست که زبان دو فن تئوری شبکه‌ها و مخابرات و کار تئوری انفورماسیون، در متن و قلب این خاندان گسترده زبان‌های مهندسی نوین قرن بیستم جای دارند.

روش‌ها و عملیات ریاضی تجزیه و تحلیل که در این دو فن، در این پنجاه سال تدوین شده است، اعمال آنها را تقریباً برای هر گونه امور تکنولوژی ضرور می‌کند. این روش‌ها امکان تهیه مدل‌های فیزیکی آفرینش‌پذیر (*Realizable*) را، برای حل مسائل تکنولوژی به تقریب یا تدقیق به دست می‌دهد. در رشته‌های مختلف مهندسی، مانند راه‌سازی و عمران و مهندسی شیمیایی، ممکن است الفاظ و عنوان‌ها با هم به صورت ظاهر تفاوت بسیار داشته باشند. ولی در ژرفا، تجزیه و تحلیل ساختنی‌ها و به‌سازی و بهین‌سازی، همه از یک منبع تفکر فلسفی سرچشمه می‌گیرند.

پرورش «نوزادان» تکنولوژی را باید در نطفه علوم نظری «پدر» جستجو کرد. مایه‌های فیزیکی در بخش تعیین عوامل و اجزاء سازندگی مانند خشت و آهن و چوب بیشتر مورد بحث است. اما ساختار تکنولوژی، خود بنیاد علمی و ریاضی معینی دارد. به این ترتیب به اعتقاد من دو علم تئوری شبکه‌ها و تئوری انفورماسیون که با هم پیوستگی دارند و هر دو از یک خاندان معرفت‌اند، در تکوین تکنولوژی امروز سهم اساسی داشته‌اند و هر دو علم با همه پختگی و استواری هنوز بسیار جوان‌اند، یعنی شصت، هفتاد سال بیشتر از تکوین

و تدوین آنها نمی‌گذرد.

در زمان ما به سبب ورود کامپیوتر، این دو زبان انشعابات جدید و گسترش فراوان یافته‌اند، که دیگر یک کارشناس همه‌مطالب گستره پهناور آنها را در نمی‌یابد. این رشته‌ها به قدری شتابان در تغییراند، که برای من و همکاران قدیم من اشراف به آنها میسر نیست. ما به حال سالخوردگانی درافتاده‌ایم که دیگر نوادها و نبیره‌های دانشی خود را نمی‌شناسند و از نیک و بد اعمال آنها، به سختی سر در می‌آورند. تکنولوژی پر شتاب که هر روز بازار مصرف را دگرگون می‌کند، علوم کاربردی را هم لباس‌های گوناگون می‌پوشاند و کارشناسایی استخوان‌بندی بناها را دشوار می‌نماید.

### تئوری انفورماسیون

در سال‌های ۱۹۴۸ و ۱۹۴۹ دانشمند و مهندس ریاضی‌دان آمریکایی به نام کلود شانون (*Claude Shannon*)، دو مقاله کم نظیر براساس رساله دکترای خویش که زیر نظر ریاضی‌دان معروف نوربرت وینر (*Norbert Wiener*) نوشته بود، منتشر کرد. این مقالات انقلاب و تحولی در علم مخابرات به معنی گسترده کلمه به وجود آورد. رفته رفته دانشی به نام تئوری انفورماسیون برای مطالعه اساسی و بنیادی مخابرات و ارتباطات به وجود آمد. شانون که خود از وینر نیز ارشاد یافته بود، در این گونه پرسش‌ها غور می‌کرد: آیا می‌شود با اتکای به علوم ریاضی، اطلاعات و پیام‌ها (انفورماسیون) را اندازه گرفت؟ آیا می‌شود کیفیت‌ها را با مقیاس‌های کمی به زنجیر کشید؟ آیا انتقال مفاهیم از عالم به متعلم، از گوینده و فرستنده به شنونده و گیرنده، حدّ بالایی دارد؟ بديهی است که نمی‌توان بحر را در زمان کوتاه در کوزه ریخت. در بعضی نوشته‌ها، مثلاً نویسندگان ایجاز مختل بکار می‌برند که مطلب را نامفهوم می‌کند. یعنی انبوه معانی در جای کم نمی‌گنجد. در ارتباطات الکتریکی صدا و سیما هم انتقال مفاهیم حدّی دارد که با شماره الفبای زبان و سرعت نقل پیام و عوامل دیگر بستگی دارد.

مقالات شانون بسیار نو و بی‌سابقه و محمل یکی از انقلاب‌های فکری عصر ماست. این مقالات که از افکار وینتر و فون نویمان و سیلارد ارشاد یافته بود، نظر پژوهندگان را جلب کرد. در مدت ده سال بیش از هزار مقاله در این باب نوشته شد. پژوهندگان از زاویه‌های گوناگون به این علم ناشناس و تازه‌وارد هجوم بردند. از ریاضی‌دانان و فیزیک‌دانان و مهندسان برق تا عالم



هر کس قلم برمی‌دارد و چیزی می‌نویسد، همه با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی نوعی وابستگی دارند. کاغذهای برق‌دار، چاپ‌اعلی، رساله‌های مجلد و از همه مهم‌تر عنوان‌ها و مدال‌های نویسندگان و پیوندهای اجتماعی ایشان، ظاهر فریبنده دارد. کار وقت‌گیری است که آدم فریفته عنوان‌ها نشود و ماهیت‌ها را دریابد. نخستین استنباط من این بود که سال‌ها طول خواهد کشید تا این علم به صورت علم سنتی درآید. تا آن تاریخ، مقالات و رسالات این فن پراکنده بود و باید اذعان کرد که هیچ‌کس از ما پژوهندگان در آمریکا و اروپا ریشه‌های این درخت «تندروی» را نمی‌شناختیم. من چند سال غرق مطالعه و تفکر بودم تا ریشه‌های اصلی این درخت را پیدا کنم. درباره این نوشتارها و کتابی که خود نگاشتم به گونه‌ای سخن فردوسی را به قرض می‌گیرم، آنجا که درباره داستان‌های پراکنده تاریخ کهن ایران می‌فرماید:

فسانه کهن بود و منشور بود  
طبیاع ز پیوند آن دور بود

با غور و کوشش و شب زنده‌داری‌ها، دریافتم که علاوه بر کارهای شانون و بعضی فیزیک‌دانان قرن نوزدهم، دو عالم ریاضی جهان‌شمول وینر آمریکایی و کلموگروف (Kolmogorov) روسی، ده سالی در این زمینه‌ها لااقل سابقه تفکر داشتند، ولو اینکه شانون قلم را بعدها بر کاغذ راند. وی برخی از آن‌گونه اندیشه‌های زیبای فلسفی را به لباس ریاضیات کاربردی به صورت رساله‌ای بدیع درآورد.

روان‌شناس و دانشمند اقتصاددان و زیست‌شناس و متخصص ژنتیکس، همه در این مبانی نظرها دادند. البته تمامی این رساله‌ها و مقالات صد درصد جنبه آفرینش علمی و ریاضی نداشتند. بسیاری از آن دقت‌ها و دیوان‌ها را آب جوی زمان فرو شست - ولی رفته رفته در زیر این توده فکرها و انبوه نوشته‌ها، که چندین سال از عمر من بر سر ارزیابی آن پژوهش‌ها رفت، امکان وجود یک مبنا علمی برای سنجش بسیاری از مفاهیم نمایان شد.

هان بیا که ناطقه جو می‌کند  
تا که قرنی بعد، آبی می‌رسد

(رومی)

وینر از متفکران به نام عصر ماست. نگارنده در سال‌های تدریس و پژوهش خود در M.I.T از محضرش برخوردار بودم. <sup>۱۰</sup> نخستین بار که من با ریشه‌های این فن از نزدیک آشنا شدم در پاییز سال ۱۹۵۵ بود که از دانشگاه M.I.T برای تدریس به دانشگاه سیراکوس رفتم. در M.I.T درس و بحثی در این فن آغاز شده بود که در مرکز آن دوست من پروفیسور R. Fano استاد آن دانشگاه قرار داشت. اما من در آن ایام چنان غرق تحقیقات خود در تئوری شبکه‌ها بودم که حواسم جای دیگر نمی‌رفت.

مرکز پژوهشی کمپانی جنرال الکتریک در سیراکوس سازمان گسترده‌ای به وجود آورده بود که اهمیت زیادی داشت. همه ساله صدها میلیون دلار از هزینه‌های وزارت دفاع آمریکا در اختیار پژوهندگان کمپانی جنرال الکتریک در شهر سیراکوس قرار داشت. بودجه هنگفت وزارت دفاع آمریکا تقریباً همه مؤسسات پژوهشی کارخانه‌ها و دانشگاه‌ها را می‌چرخاند. بودجه‌های تحقیقی وزارتخانه‌های دیگر در برابر آن ناچیز بود. هر چند پژوهش‌ها بیشتر جنبه عملی و بازار مصرف داشت ولی راه تحقیق علمی و آینده‌نگری بسته نبود.

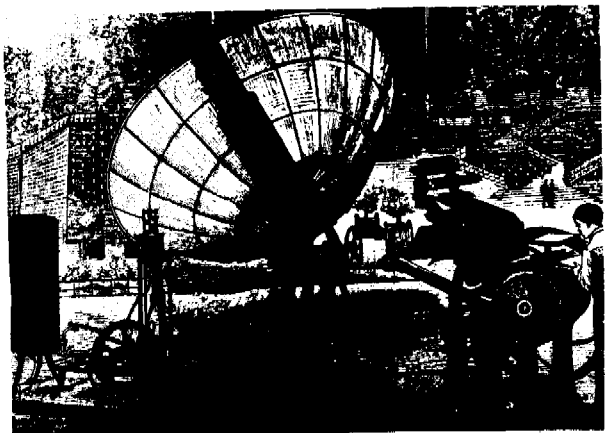
گروهی از مهندسان و پژوهندگان آن مرکز از دانشگاه سیراکوس خواستند که از مبانی این علم نو اطلاع بیابند. دانشگاه از من، که سرم برای تحقیقات نو و آفرینندگی درد می‌کرد، خواست که این تقاضا را اجابت کنم - من بدون اطلاع و سابقه، تدریس این درس تازه و نامدوّن را در رده فوق لیسانس و دکترا به عهده گرفتم. خودم هم اشتیاق داشتم که از این معمای پیچیده، که وینر و زیلارد (Szilard) عنوان کرده بودند، سر دربیآورم. نخستین کار من ارزیابی آن هزار و چند صد مقاله بود.

در کشورهای به اصطلاح «دموکراسی» که تساوی حقوق مردم را (لااقل به وجه صوری) مراعات می‌کنند،



هنگام جنگ جهانی دوم وینر در آمریکا، مسئله صافی ریاضی (Filtering Theory) و تسویه الکتریکی (Signal Extraction) را در پیش کشید که در دستگاه‌های رادار متفقیین عملاً به کار آمد و در پیروزی آنان مؤثر شد.<sup>۱۱</sup> مرکز تحقیقات وینر همان آزمایشگاه الکترونیک R. L. E در M.I.T بود که بنده نیز چند سال در زمان حیات وینر وابسته آن آزمایشگاه بودم و از محضر او مستفیض می‌شدم.

در جماهیر شوروی ریاضی‌دان به نام کلموگروف که از بزرگان ریاضی‌دان قرن بیستم است، ظاهراً مستقل از کشفیات وینر در همان زمینه نقش‌هایی آفرید که در این نیم قرن به نام هردوان، در دوره‌های دکترا برق و حساب احتمالات، در دانشگاه‌ها تدریس می‌کنند. عصاره افکار این دو ریاضی‌دان بزرگ قرن بیستم گویی با فلسفه نه جبر و نه تفویض، یعنی حساب احتمالات آغشته بود. یک نکته سهل و ممتنع که فکر مرا در تدریس و تحقیق در تئوری انفورماسیون به ویژه سال‌های ۱۹۵۵ - ۱۹۶۰ جلب کرد این بود که هر دو دانشمند ریاضی‌دان در تفکر علمی خود از راه حساب احتمالات حرکت کرده‌اند، و شانون هم هر چند در ریاضیات کاربردی خود، روی حساب احتمالات تکیه گاهی محکم نساخته ولی در هر حال پیرو ایشان بوده است. در رساله‌های دیگر پژوهندگان بیشتر حکایت از جستجوهای پریشان بود، هیچ روشن نبود که این درّ ناسفته و پژوهش‌های نستخته را چگونه باید به جای طبیعی خود نشانند. شکر ایزد، که چراغ توفیق راه را روشن کرد و نگارش کتاب نوی به قلم این ناچیز میسر شد. بنده پس از مدت‌ها غور در حساب احتمالات، به کوشش فراوان این ناقه‌های بی‌زمام را مهار کردم و

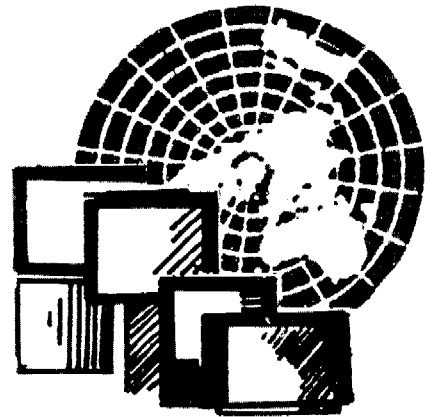


دریند کشیدم و آنها را به قطار معرفت سستی پیوند دادم. اهل علم سهم مرا در این تدوین گرامی داشتند، کتابی هم که در تئوری انفورماسیون نوشتم نخستین کتاب مدون فن بود و بلافاصله در مراکز پژوهشی و دانشگاه‌های اروپا و آمریکا مرجع درس و تحقیق در آن فن شد. امروز چنین می‌انگارم که اگر موطن و فرهنگ من از اروپا و آمریکا می‌بود، متاع دانش من خریدار و شهرت بیشتر ببار می‌آورد. با این حال، بسیاری از مراکز معروف دانشگاهی اروپا نگارنده را دعوت کردند که این فن را در آن مراکز تدریس و تدوین کنم و به سمت استاد صاحب کرسی در همان مراکز در اروپا بمانم. دانشمند فقید انگلیس دی. گابور (D. Gabor) دارنده جایزه نوبل در نامه تبریک و تقدیر و ستایش، در حدود سی سال پیش، به بنده نوشته بود «هرگز گمان نمی‌بردم که کسی به این زودی و به این روشنی پایه‌های این علم را طرح‌بندی کند!»

کتاب Information Theory نگارنده، راه این علم را به دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقی، به ویژه به پژوهشگاه‌های علوم فضایی و مخابرات، باز کرد. نسخ فراوان از آن به فروش رفت. حتی در کتابخانه‌های دانشکده‌های پزشکی، پژوهندگان ژنتیکس آن را مدتی بکار می‌بردند. این کتاب پس از یک ثلث قرن اکنون باز به وسیله بنگاه نشر Dover در آمریکا تجدید چاپ شده است. کتاب همکار دانشمند ر. فرانکو استاد تئوری انفورماسیون در دانشگاه M.I.T که به کمک گروهی از پژوهندگان فاضل، سال‌ها در این فن تحقیق و تدریس می‌کرد، نیم سالی پس از کتاب اینجانب به دست اهل علم رسید. به هر حال باید در نظر داشت که در جهان غرب معرفت علمی با همه ارزشی که دارد به نوعی بازرگانی دانشی و روابط عمومی آغشته شده است.

دانشگاه‌های معتبرتر، مجامع علمی و جوایز و تقسیم بودجه‌های تحقیقی را خود در اختیار می‌آورند و قلم در کف دارند و هر چه می‌نگارند همان به چشم جهانیان بیشتر می‌رسد. ما شرقی‌ها نقش خالص‌تر و پاکیزه‌تری از مکتب و علم و معرفت در ذهن داریم. سخن استاد آمریکایی M.I.T در اکتاف دنیا و بخصوص در جهان سوم رساتر و پرصداتر از دیگران است. اهل علم جهان سوم و دنیای شرق هم همان صداها را در جامعه خود منعکس می‌کنند و گفته‌های «صاحب» را خریدارترند.

در سال‌های ۱۹۶۲ دعوت دانشگاه معروف پلی تکنیک زوریخ E.T.H سویس را که از برجسته‌ترین مراکز علمی جهان است پذیرفتم، و در سال ۱۹۶۳ به دعوت



در جهان شرق، بخصوص در شرق سنتی روحانی قرون پیش، تکیه بر معنویات بیشتر از بردگی مادیات بوده است. شاید از همین منفع باشد که من رایحه تئوری انفورمسیون را از گفتار جلال‌الدین محمد بلخی استشمام می‌کنم، آنجا که می‌فرماید:

جان نباشد جز خبر در آزمون  
هر که را افزون خبر جاننش فزون  
جان ما از جان حیوان بیشتر  
از چه زان رو کو فزون دارد خبر

### پژوهش‌های نو و همکاری و همگامی با مشاهیر علوم مخابرات

تکنولوژی مخابرات به معنی اعم کلمه، در کمتر از نیم قرن، جهان گسترده و کهن ما را به صورت دهکده‌ای درآورده است. مردم کشورهای دور افتاده، از طریق مخابرات گویی با یکدیگر همسایه دیوار به دیوار شده باشند. به کمک تلفن و فاکس و رادیو و تلویزیون و رادار و انشعابات آنها، می‌توان از هر گوشه زمین با جاهای متفاوت دوردست آن در تماس بود. آنها که این ابزار و وسایل را در اختیار دارند، می‌توانند به کمک ماهواره‌های مخابراتی، آینده و روند توده‌های مردم را زیر نظر بگیرند. به کمک شبکه‌های بانکی و اقتصادی، می‌توانند انتقال اعتبارات و سرمایه‌ها و تبدیل ارزهای کلان را ضبط و ربط کنند. ابرقدرت‌ها، از بسیج لشکریان کشورهای دیگر آگاهی می‌یابند. دانش‌پژوهان پاک‌نظر، و سوداگران و مؤسسات بازرگانی حسابگر، هر دو گروه از طریق ماهواره و فاکس و «ای میل» پیوسته در کار بررسی و تفتیش و تحقیق، و یا خرید و فروش و معامله‌اند.

در عصر انفورماتیک، ماهیت سلاح‌های نظامی و استراتژی جنگی اسکندر و تیمور و بناپارت دگرگون شده است. سروری و حکومت با کشورهایایی است که شبکه‌های انفورماتیک دنیا را مهار کرده باشند.

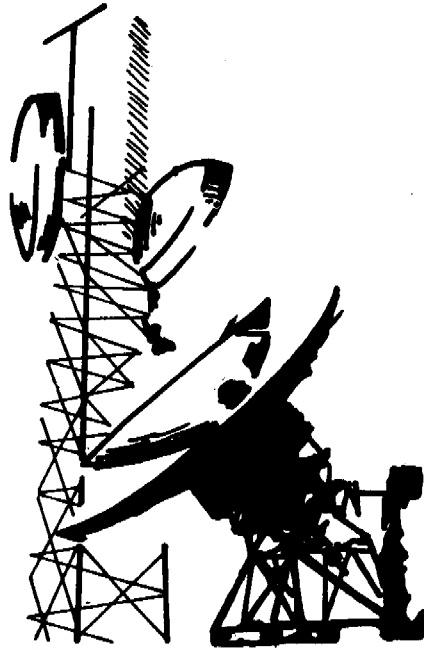
تئوری شبکه‌ها و تئوری انفورمسیون، به عنوان ستون‌های اصلی تکنولوژی Telecommunication بکار می‌روند. بدون این تئوری و متفرعات و انشعابات جدیدتر آنها، مانند مهندسی سیستم و مهندسی کامپیوتر، تکنولوژی مخابرات از آشیانه سال‌های ۱۹۲۵ خود بدر نمی‌آمد و پرواز نمی‌کرد.

پس از سفر به آمریکا، تصادف روزگار، بعدها مرا هم در کنار گروهی از مشاهیر علم در مسیر این دو تئوری گذارد. در اروپا و آمریکا این دو علم در نیم قرن اخیر

دانشگاه فنی کپنهاک و در ۱۹۶۵ به دعوت انستیتوی بلندپایه هانری پسونکاره پاریس پایه‌های تئوری انفورمسیون را در آن مراکز، تحکیم و ترویج کردم. بعضی از مدرسان جوان آن دانشگاه‌ها که در سمینارهای من حضور مؤثر داشتند، رسالتی زیر نظر بنده نوشتند. ترجمه کتاب من به زبان هنگری و تلخیص آن به زبان روسی در همان سال‌ها صورت پذیرفت. کشور سوییس و دانمارک کرسی استادی به بنده پیشنهاد کردند، به دلایلی نپذیرفتم و اشتیاق داشتم که روزی از آمریکا ریشه برکنم به ایران بازگردم.<sup>۱۲</sup>

به هر تقدیر از همان آغاز پژوهش روشن بود، که انفورمسیون با پیش‌بینی نسبت معکوس دارد. اگر وقایع را بر مبنای حساب احتمالات صورت‌بندی کنیم، وقوع حوادث پیش‌بینی‌پذیر کمتر از پیش‌بینی‌ناپذیرها «انفورمسیون» می‌دهد. کارمندی که همه روزه مرتب سرکار می‌رود، آمدنش کسی را به تعجب در نمی‌آورد. اما همان کارمند اگر روزی سرکار نیاید، نیامدن او پرسش‌انگیز و زاینده اطلاعات است.

در جهان غرب، که مدار اجتماع بر مادیات است، تلفن و تلگراف و تلویزیون و رادار خلاصه همه وسایل ارتباط و مخابرات، حتی دانش ژنتیک، گرد محور «اطلاعات» می‌گردد. اطلاعات، بیشتر گویی با نوعی توانایی بیشتر همراه است، که جدول‌بندی و مهار کردن مال و استعمار و استثمار هم از همان جا سرچشمه می‌گیرد. از این روست که می‌گویند: قرن بیست و یکم میلادی از آن کشورهایایی است که (اطلاعات) را در زیر مهمیز بگیرند. سروری و فرماندهی در اختیار آن کشورهاست. دستبرد در برنامه رسانه‌های خبری جهان و مغزشویی جهانیان و تعبیه جنگ هفتاد و دو ملت برای آنها دشوار نیست.



در کمپانی فیلیپس از مدیران بلند پایه بود، آخرین اطلاع که از او دارم در ستین بالای نود سالگی در عمارت خسروانی و باغ فیلیپس در شهر لاهه هلند، دفتری مجهز با منشی و وسایل در اختیار دارد. ارشاد و بینش علمی او در پیشرفت عظیم کمپانی فیلیپس در رشته‌های مخابرات و کامپیوتر قابل ملاحظه بوده است. در عصر ما نظرات تلگن مستقیماً یا از طریق فیلیپس در اقتصاد و سیاست و عظمت کشور هلند مؤثر بوده است. خوانندگان باید توجه بفرمایند، چگونه کشورهای غربی به دانشمندان سالخورده ارج می‌گذارند و وسایل در اختیارشان است. آنها را جزء هویت ملی خود می‌شمارند.<sup>۱۳</sup> تأثیری که شخص تلگن در اهمیت اجتماعی و اقتصادی و تکنولوژی هلند داشته است از تأثیر یک نخست وزیر و رییس کشور کاردان کمتر نبوده است.

۲. مارسل بایار (Marcel Bayard) فرانسوی ریاضی‌دان و دانشمند و در عین حال از مدیران و محققان کاردان وزارت مخابرات فرانسه بود. در شهر بوستون وقتی به دانشگاه M.I.T آمد، در حدود سال ۱۹۵۲ به منزل من آمد، هنگامی که من در آن دانشگاه درس فوق‌لیسانس در مخابرات تدریس می‌کردم و رسالاتی نوشته بودم. در پاریس بعدها با او بیشتر آشنا شدم. مردی عالم و ریاضی‌دان، و در امور مهندسی وارد و اخلاقاً بسیار فروتن و وارسته بود. جنبه طلبگی او به جنبه شهرت جهانی و سیادت علمی وی می‌چربید. بایار مانند تلگن صدرنشین نبود و در اجتماعات اروپا نفوذ علمی اعمال نمی‌کرد. بیشتر زعمای مخابرات در فرانسه بعد از جنگ جهانی دوم از شاگردان و همکاران او بوده‌اند.

کتاب *Theorie des reseaux de Kirchhoff* که در سال ۱۹۴۵ به چاپ رسید، از امهات کتب این فن است. متأسفانه چون کتاب به انگلیسی ترجمه نشده، کارهای بایار را در آمریکا کمتر شناختند. شهرت او به مراتب کمتر از میزان خدمات او به عالم علم بود. به زعم من کتاب او یکی از چند کتاب اساسی فن شبکه‌ها در جهان است، و نویسندگان صدها کتاب دیگر خوشه‌چین این خسرمن‌ها بوده‌اند. چندی بعد از ملاقات ما در پاریس از همسرش نامه رسید که وی در ۱۵ آوریل ۱۹۵۶ درگذشت.

۳. کوئر (Cauer) جوانی ریاضی‌دان و بسیار تیزهوش و اهل آلمان بود، که در عین اشراف به اصول مهندسی برق، به علوم ریاضی تسلط بی‌سابقه داشت. پژوهش‌های ریاضی او درباره بنیان تئوری شبکه‌ها در مجلات ریاضی، در سال‌های ۱۹۲۰ - ۱۹۳۰ نشر یافته بود. یکی از مسائل

(تئوری شبکه‌ها از ۱۹۱۵) پایه و مایه پیدا کرده بودند. تکنولوژی جهانی در همه رشته‌ها کم یا بیش در گرو روش‌های تجزیه و تحلیل طلاب این دو علم قرار گرفت. چون بنده سعادت داشته‌ام، که مانند عده‌ای از پژوهندگان و همکاران دانشگاهی جهان غرب، نیم قرن در تدوین و پایه‌گذاری این دو رشته کار کنم، ناگزیر مرا نیز به عنایت، مانند همکاران و همردیفان گرانقدر غربی نسل ما، در این پیشرفت تکنولوژی جهانی قرن بیستم مختصری سهیم و خدمتگزار می‌دانند و از نظر زمانی مرا جزء گروه پیشگامان این فن شمرده‌اند.

سایه معشوق اگر افتاد بر عاشق چه شد  
ما به او محتاج بودیم، او به ما مشتاق بود  
اکنون چند تن از مشاهیر تئوری‌های مخابرات را که از پایه‌گذاران فن در رده اول در اروپا و آمریکا بوده‌اند، به اختصار معرفی می‌کنم. بنده این مشاهیر را که بیست سالی بر من خدمت داشتند، از نزدیک شناخته و با ایشان همکاری و همگامی و مراد و مکاتبه داشته‌ام و کارهای علمی آنها در پژوهش‌های من تأثیر به سزا داشته است.

۱. (Tellegen) در کشور هلند از دانشمندان طراز اول کمپانی فیلیپس: وی تحقیقات بسیار در تئوری شبکه‌ها دارد و شاگردان او در هلند همه از معاریف علم و صنعت‌اند. او پنجاه سال پیش کتاب مهمی به زبان هلندی در تئوری شبکه‌ها نوشت. تلگن مردی بلند بالا و اعیان منش بود. تعین او در ذهن من، اعیانی بعضی بزرگان علم را در اروپای قرن پیش مانند کنت لاپلاس مجسم می‌کرد. در کنگره‌های مهم علمی که از ۱۹۵۴ به بعد با او آشنا شدم، غالباً جنبه ریاست و سروری داشت.

بنیادی تحلیل شبکه‌ها را که از ام. فوستر در ۱۹۱۸ دریافت بود، کوثر گسترش داد و یک ربع قرن بعد از او بنده آن قضایای اصولی را تعمیم و گسترش بیشتر دادم. نفوذ علمی کوثر در بخش‌های تئوری بیش از بخش‌های عملی و اسباب و ابزار الکتریکی است. آنچه را که بنده نیز تعمیم دادم از همان مقوله است، یعنی فیض جمال و ادراک زیبایی مجردات، بر امکان فایده عملی بازار مصرف، فزونی دارد.

کوثر کتابی در تئوری شبکه‌ها به زبان آلمانی نوشت که مقدم بر کتاب‌های چهار تن دیگر بود؛ اما کتاب او به موقع به چاپ نرسید. وی در آغاز جنگ دوم جهانی کشته شد و بانویی از نزدیکان او رونوشت کتاب گران‌بهای وی را در بحبوحه جنگ مخفیانه به آمریکا رسانید. این کتاب که قاعدتاً فتوکپی آن از نظر مقالات آمریکایی گذشته بود، ده سال بعد به وسیله کمپانی مک گراو هیل (McGraw Hill) آمریکا به چاپ رسید (کتاب اینجانب در تئوری شبکه‌ها وسیله همان ناشر در سال ۱۹۵۹، شاید همزمان با ترجمه انگلیسی کتاب کاوار، در آمریکا منتشر شد و با فاصله زمانی کم به روسی ترجمه شد).

۴. اتو برون (Otto Brune) جوانی بود اهل آفریقای جنوبی که در حدود سال‌های ۱۹۳۱، رساله دکترا درباره تئوری شبکه‌ها در M.I.T. نوشت. در فن ما این رساله و رساله شانون در تئوری انفورماسیون از رساله‌های نادر است. دید ژرف و دقیق برون، تئوری شبکه‌ها را به زنجیر ریاضی کشید. برون عنوان کرد که هر شبکه مرکب از چهار نوع اجزاء مقدماتی و بنیادی (خازن - اندوکتوز - مقاومت و ترانسفورماتور) را با یک شناسنامه ریاضی می‌توان مشخص کرد. وی علاوه بر این، هویت ریاضی و مسئله تحلیل شبکه‌ها را روشن کرد. به این معنی که اگر چنین شناسنامه ریاضی عرضه کنند، می‌توان شبکه‌ای ساخت که آن مشخصات را دربرگیرد. به این ترتیب برون هم شناسنامه ریاضی شبکه‌ها را مشخص کرد و آن را Positive Real Function نامید و هم طریق تحلیل توابع PRF را ارائه نمود.

برون از بزرگانی است که کم چیز نوشته است، ولی آنچه نوشته حکم‌گوهر پُر بها را دارد (گمان ندارم وی بیش از چند مقاله در عمرش نوشته باشد).

کم گوی و گزیده گوی چون دُر  
تا از کم تو جهان شود پُر  
لاف از سخن چو دُر توان زد  
آن خشت بود که پُر توان زد

فلسفه تجزیه و تحلیل شبکه‌ها فلسفه بنیادی تکنولوژی است. اگر مشخصات علمی شبکه را عرضه کنند، نسخه ساختن آن شبکه را برون به دست داده است. این فلسفه بنیادی را می‌توان به جلوه‌های بسیاری از بخش‌های دیگر تکنولوژی اعمال کرد. خلاصه بنیاد تحلیل برون از نظر فلسفی چنین است:

۱. الفبای فنی در دست است - مانند اجزاء و عناصر اصلی ساختمان A,B,C...

۲. با قانون ریاضی ترکیب جمله و کلمات را در زبان یک فن معین می‌توان به دست آورد. مانند خواص توابع (A,B,C...)

۳. اگر (A,B,C...) را عرضه کنند، تکنولوژی قادر به ساختن دستگاه مورد تقاضا خواهد بود.

رساله دکترا برون در حدود ۱۹۳۲ در مجله معتبر Journal of Math & Physics به چاپ رسید. مقاله در حدود چهل صفحه چاپی بود. وقتی در سال ۱۹۴۶ پروفیسور فوستر مرا با آن رساله آشنا کرد، چنان مجذوب آن شدم که گویی بخشی از شاهنامه فردوسی را باز یافته باشم. به خاطر دارم که برای من دانش‌آموز صفر الکف ایرانی، در آن ایام تهیه فتوکپی آسان نبود چون هنوز ماشین فتوکپی ارزان اختراع نشده بود، و می‌بایست نخست از آن نسخه عکس‌برداری کنند و گران تمام می‌شد. من تمام رساله را، (مانند خلاصه‌ای از شاهنامه و حافظ که در دبیرستان و دانشگاه تهیه کرده بودم)، با دست‌نویسی استنساخ کردم و سال‌ها با آن مانوس بودم.

سرنوشت برون با زندگی من چندان بی‌شبهت نبود. برون از آفریقای جنوبی به آمریکا آمد، مسیحی ولی خارجی بود و چندی در M.I.T. تحقیق و تدریس کرد. چون مسئله معاش همیشه اهل علم را پای‌بند می‌کند، او هم مانند من مدتی هنگام تحصیل با جنرال الکتریک آمریکا کارآموزی و همکاری داشت. کمپانی نامبرده او را به آفریقای جنوبی و مرا در ۴۹ - ۱۹۴۸ به ایران و خاورمیانه برای ایجاد کارخانه‌های برق و امور فنی دیگر گسیل داد.<sup>۱۴</sup>

برون رییس مرکز مهم استاندارد کشور خود شد - او را از پیشگامان علم در آفریقای جنوبی شمرده‌اند - بنده هم بعدها خدمات دانشگاهی و فرهنگی به ویژه تحول و نوسازی دانشگاهی را در ایران عهده‌دار شدم (ریاست دانشگاه تهران و دانشگاه صنعتی شریف). برون در حدود سال ۱۹۵۴ سفری به آمریکا کرد - در بوستون به منزل آمد و از کارم تقدیر و تشکر کرد، من در آن سال رساله‌ای به

عنوان متمم رساله برون به چاپ رسانده بودم که مطمئن نظر اهل فن و برون شده بود و کار او را احیاء و تکمیل کردم (در مجله مهندسی برق و مجله ریاضیات و فیزیک و مجله فیزیک کاربردی مقالاتی درباره Supplement to Brune Synthesis نگاشتم). در این رساله‌های پژوهشی، ثابت کردم که در تحلیل و ساختن شبکه‌های برق، سه عامل ضروری است و بس. «عامل چهارم» ترانسفورماتور که در رساله برون بود دیگر ضرورت نمی‌یافت. (همزمان با کشف اینجانب دو تن از مشاهیر ریاضی‌دان آمریکا Prof. R. Bott - Prof. Duffin) که امروز حیات دارند، متفقاً نیز همین مسئله را مستقلاً حل کردند. بات، امروز یکی از اعظم علمی ریاضی جهان است. من در باب بنیان ریاضی این مسائل و رابطه آن با زبانی که الفبای سه گاه دارد باید شرح بیشتری بدهم و اینک فرصت ندارم. همین قدر به این نکته فلسفی اکتفا می‌شود، که زبانی را که چهار حرف در الفبای داشت، در سه حرف تلخیص کردم، بی‌آنکه از کاربرد آن زبان در عرضه کردن مفاهیم قابل عرضه شدن کاسته شود. بدین گونه پرسش ژرفی که اذهان اهل فن را بیست سال مشغول کرده بود (به تلاش این بنده) پاسخ یافت.

۵. ار. ام. فوستر (R. M. Foster) به حق پدر تئوری شبکه‌هاست. این دانشمند آمریکایی مردی بزرگوار و با تقوی و دور از دسته‌بندی‌های علمی و دانشگاهی بود.<sup>۱۵</sup> او در دهه دوم قرن بیستم در کمپانی تلفن آمریکا با دانشمندی به نام (Campbell) که ارشد از او بود همکاری داشت و مقالات متعدد نشر کرد که بیش از کارهای پنج تن دانشمند دیگر بود. فوستر در بخش تحقیقاتی کمپانی تلفن بل در نیوجرسی کار می‌کرد و پایه‌های تئوری شبکه‌ها بر روی پژوهش‌های او استوار شد.<sup>۱۶</sup>

قضایای فوستر را کوثر و برون نخست تعمیم دادند و آنگاه من توفیق یافتم که بخشی از کارهای آنها را باز تعمیم بیشتر بدهم که چهل سال پیش باب جدیدی در تئوری شبکه‌ها گشود. آنچه که تعمیم دادم از نظر زیبایی فلسفی و علمی چشمگیرتر از حاصل عملی و بازرگانی بوده است. متن این نوآوری‌ها در مجلات علمی آمریکا و اروپا در آن زمان به اطلاع اهل فن رسیده است. هر چند باید افزود که در جامعه مصرف‌گرای غرب، آنچه که به بازار نزدیک‌تر باشد تبلیغ و پاداش و جایزه بیشتر به چنگ می‌آورد.

به خاطر دارم که در آن سال‌ها مجله تایم (Time)، در مقاله مشروحی درباره دانشگاه پلی تکنیک نیویورک،

فوستر را بزرگ‌ترین ریاضی‌دان کاربردی جهان (Applied Mathematics) خوانده بود (البته این‌گونه سخنان روش روزنامه‌نگاران و رسانه‌هاست). رسالات دکتر معروف زیر نظر فوستر نوشته شده است. من نیز رساله دکترای خود را در ۱۹۴۸ زیر نظر او و وبر نوشتم و از آن سال‌ها تاکنون همه ساله به مناسبت تبریک سال نو مرا مورد عنایت قرار داده‌اند. سه سال پیش جشن نود سالگی فوستر را در شهری که موطن او در مشرق آمریکا بود برپا کردند؛ بر اثر غربت و دشواری‌های سفر به آمریکا، سعادت حضور در این مجلس را نیافتم و ندامت دارم. (ضمناً اضافه می‌کنم که فوستر خود درجه دکترا نداشت، شمار شاگردانش معدود بود ولی غالباً از معاریف فن به شمار آمدند).

۶. ارنست گیلمن (Ernst Guillemin) از اهل آمریکا دانشمند و استادی کم نظیر بود و سال‌ها در دانشگاه M.I.T درس گفت. با همه روابط پیچیده‌ای که در سیاست علمی در جهان دانشگاهی وجود دارد او همیشه مورد احترام بود. شاگردان او غالباً محور بخش برق در M.I.T و سایر دانشگاه‌های آمریکا بودند. گیلمن مردی فاضل بود و در آلمان زیر نظر یکی از معاریف فیزیک قرن بیستم کار کرده بود. پیش از جنگ دوم جهانی دو جلد کتاب در فن شبکه‌ها نوشت. بعد از جنگ با گسترش تحقیقات در این فن، گیلمن مهم‌ترین کتاب خود را در تحلیل شبکه‌های برق در سال ۱۹۵۴ نشر کرد که مرجع اصلی اهل فن است و در آن به پژوهش‌های اینجانب نیز اشارتی رفته است. این کتاب ارزشمند را مؤلف و استاد دانشمند به شاگرد نابغه‌اش برون اهداء کرده است. نفوذ گیلمن و مکتب او در تئوری شبکه‌ها در آمریکا بیش از دانشمندان دیگر بوده است. داشتن کرسی درسی دائم در M.I.T و شخصیت او بر شهرتش می‌افزود. شاید فوستر در زندگی علمی کناره‌گیرتر و مستورتر و در کشف دلیرتر از دیگران بود. گیلمن در تدریس و تدوین تئوری شبکه‌های برق بی‌همتا بود. من گیلمن را مردی بزرگوار دیدم و سال‌ها از محضرش بهره‌مند شدم، و تدریس درس فوق‌لیسانس او را در دانشگاه M.I.T نیز بر عهده داشتم. از بزرگواری‌های او این نکته را یادآور می‌شوم که به مسائل مالی، مانند بعضی دیگر از معاریف، روی نسبی آورد. از دایره تبلیغات انجمن‌های مهندسی و بوق کرنای آن برکنار می‌ماند. در آمریکا مرسوم است که استادان زود به سراغ سرمایه‌داری و حق مشاوره می‌شتابند. برخی از آنها، مشاور کمپانی‌های نشر کتاب می‌شوند، تا نامشان زینت‌بخش کتاب‌هایی که دیگران نوشته‌اند بشود و نفوذ بیشتری پیدا

کنند - یا مجله فنی درست می‌کنند که فروش و پخش آن سود افزا و نام‌آور است. بسیاری از استادان همان دانشگاه و دانشگاه‌های دیگر را می‌شناسیم، که در عین توجه به علم و تکنولوژی، ایجاد شرکت و آزمایشگاه‌های خصوصی و تأمین قراردادهای کلان مالی را فراموش نکردند. نام بعضی از این دانشمندان و استادان و همکاران آمریکایی سابق و لاحق من، در رده مدیران و مشاوران شرکت‌های چند میلیارد دلاری هم دیده می‌شود. درباره بسیاری از استادان دانشور غرب می‌توان گفت که توانمندی اجتماعی و مالی بر پشتوانه شهرت علمی ایشان افزوده است. ولی من توانمندی گیلمن و مشاهیر نامبرده را که با آنان همکاری و همگامی داشته‌ام، مستغنی از زر و زور می‌دانم.

در پایان باید گفت که نگارنده در درازای پنجاه سال حضور و تلاش در کارهای دانشی، با بسیاری از بزرگان علوم ریاضی و مهندسی مخابرات آشنایی نزدیک و مکاتبه و مراد و احیاناً همکاری داشته است. از میان آنها، نام چند تن از معاریف و چهار تن برندگان جایزه نوبل را که از خاطرم می‌گذرد، عرض می‌کنم، و اکنون فرصت تعرفه ایشان را ندارم.

Drs. Abdus - salam, D. Gabor, C. Cherry, N. Wiener, J. Walsh, Broglie, Louis De P. Samuelson, J. Duffin, J. Wiesner.

آخرین نفر نامبرده مردی مدیر و مدبر بود که مدتی مشاور علمی کنندی رییس جمهور آمریکا شد و سپس چندین سال ریاست دانشگاه M.I.T را بر عهده داشت. فهرست نام دوستان و همکاران نسل همسال و همگام با من، که در آمریکا و اروپا از مشاهیر علوم مخابرات می‌باشند، گسترده‌تر از آن است که در این مختصر بگنجد. بسیاری از آنها در دانشگاه‌ها و صنایع امروز جهان صاحب‌نظر و ذی نفوذاند.

#### پانوشته‌ها:

۱. امروز هم، وقتی یک جوان مسلمان برای تحصیل به آمریکا یا اروپا می‌رود، برنامه مشخصی برای آینده‌اش در دست ندارد. امرار معاش، شرایط ویزای تحصیلی، سرپرستانی که بافت جامعه غرب را کم می‌شناسند، برنامه وی را محدود می‌کنند. جوان ما سرانجام گواهی‌نامه مرده‌ای به دست می‌آورد که نمایانگر خواندن و در یافتن یک مشت کتاب و مقاله است. جوان با این اوراق پرصدا، و شاید کم اثر به کشورش بازمی‌گردد و گویی خود را از آنجا رانده و از اینجا

مانده می‌شمارد. در کشورش، تمام انرژی او صرف تأمین مقام و معاش و دفاع از آموخته‌هایش می‌شود. او آن بویه و پذیرش را ندارد که در حوزه تخصصی خود انقلابی ایجاد کند - بگوید و از نو بسازد. ناچار غالباً کارمند اداری و دفتری می‌شود - با دست و پای شل و دلی غریزده.

برای دانشجوی اروپایی یا اسرائیلی اعزامی به آمریکا، برنامه‌ها مشخص، هزینه‌ها تأمین، راه‌ها علامت‌گذاری شده، و شرح وظایف او از هر جهت معین شده است. در کارهای فنی او را در موضعی جای می‌دهند که دیگران بدانجا راه ندارند. تشویق‌ها و مدال‌ها و عضویت در کلوب‌های دانشگاهی و صنعتی، به پیشوازش می‌روند. اگر در غرب به مقامات علمی عالی برسد، در هر جا که کار کند سفیر کشور خودش است. اگر باز گردد رشته‌های همکاری علمی و اقتصادی را به دست خواهد گرفت. جای او در شبکه بین‌المللی اقتصاد و سیاست

«رزور» شده است.

فرق است میان آنکه بارش در بر

با آنکه دو چشم انتظارش بر در

(سعیدی)

۲. استاد Weber در ماه می ۱۹۹۰ در مجلس بزرگداشتی که برای نگارنده در دانشگاه UCLA در شهر لوس آنجلس برگزار شد، سخنران اصلی بود. اکنون سال‌های بالایا نود را به استراحت و نگارش تاریخ مهندسی برق می‌گذرانند. من در چهل و هشت سال گذشته تماس خود را با وی نگاه داشته‌ام. یک بار هم، قریب بیست و پنج سال پیش، با همسرش که از مشاهیر پزشکان آمریکا بود به پیشنهاد من با هزینه خود به ایران آمد. آنها از تاریخ و فرهنگ ایران و مناظر دماوند و شیراز همیشه به خوبی یاد می‌کردند. در ایران میهمان دوستان من خانواده دکتر محمد معین و مهندس علی معین بودند.

۳. پیش از جنگ جهانی دوم، رابطه فرهنگی میان آمریکا و ایران اندک بود. گمان ندارم، پیش از من بیش از چند تن انگشت شمار ایرانی به دانشگاه کلمبیا راه یافته بودند. از میان این گروه، که نامشان را بعدها شنیدم، سه نفر را نام می‌برم. دکتر عیسی صدیق، وزیر اسبق معارف و رییس دانشسرای عالی در ایران، دکتر اسدالله بیژن استاد روان‌شناسی دانشگاه تهران و دکتر اسفندیار یگانگی که در کارهای عمرانی عام‌المنفعه و آبیاری در ایران شهرت داشت. اکنون بعید نیست اگر شماره فارغ‌التحصیل‌های ایرانی دانشگاه کلمبیا در نیم قرن اخیر به هزار نفر تخمین زده شود.

۴. رجوع فرمایید به بخش «انجمن آزمایش» در جلد اول کتاب پژوهشی در اندیشه‌های فردوسی اثر نگارنده، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، تهران ۱۳۷۲.

۵. در روزگار ما تبلیغات و مدال‌ها، کار تمییز اهل فن حقیقی را از مدعیان دشوارتر کرده است. بی‌مناسبت نیست اگر بگویم فوستر و یولا و پیت و ماک کالن و امثال آنها را هیچ‌گاه به ایران دعوت نکرده

بودند. عکس این پژوهندگان و شماره مدال‌های آنها را در مجلات علمی آمریکا نیز چندان تبلیغ نکرده‌اند. مجامع مهندسی غرب از روابط و تبلیغ و دسته‌بندی فارغ نیستند. فی‌المثل در کشور پیشرفته‌ای مانند آمریکا، نام بسیاری از این فرزندان را در فهرست اعضاء آکادمی مهندسی نخواهید یافت. در جهان دانش نیز دست‌اندرکاران بازار و سیاست به لطایف الحیل راه می‌یابند و مدال‌ها و مقام‌ها را غصب می‌کنند.

۶. در حدود سال ۵۰ - ۱۳۴۹ یک سلسله مقالات ادبی در مجلات تهران نوشتم من جمله «گفتار در ترجمه‌پذیری» که نمودار نگرش علمی و ارجح من به ادب والای پارسی بود. شخصی که در دستگاه دولتی وقت مقام نافذ داشت مقاله‌ای به طنز در مجله راهنمای کتاب نوشت، به این معنی که برای نگارش آن مطالب، گواهی‌نامه‌های ادبی را به زعم خود ضرور می‌شمرد، او مناسب نمی‌دانست که کسی بی‌داشتن گواهی‌نامه ادبی، نامی از سعدی و حافظ ببرد و نکته‌ای عرض کند.

مجله مقالاتی را که دیگران در تأیید یا تمجید سخن این نگارنده و ردّ منشآت آن شخص نوشته بودند، به چاپ نرسانید. این دو بیت سعدی و حافظ را من در پاسخ به محضر خوانندگان یاد آور شده بودم.

نقش دیوار خانه‌ای تو هنوز

گر همان صورتی و القابی

(سعدی)

گر انگشت سلیمانی نباشد

چه خاصیت دهد نقش نگینی

(حافظ)

امروز همچنان بر آنم که جوانانی که در علم و ادب و هنر یا هر کار دیگری، پایه و مایه‌ای دارند، باید با آفرینندگی و ادب و شکیبایی، سدهای دکانداران اجتماعی را بشکنند. هنرمندان جوان باید به دلیری، جهان را در هر رشته که می‌توانند به زیر بال درآورند:

مهنری گر یکام شیر دراست

شو خطر کن ز کام شیر بجوی

(حافظه یاد غیبی)

۷. یک فایده جنبی از آن درس استاد برنده جایزه نوبل نصیب من شد. در دوران تحصیل در ایران به درس شیمی علاقه نداشتم و در آن کم توان بودم. شیمی را به گونه‌ای درس می‌دادند که دانشجوی می‌باید فرمول‌های آن را از بر کند. شعر ناب و سمفونی خوش‌آهنگ را به آسانی می‌توان به خاطر سپرد، ولی درس جامدی را از بر کردن برابم دشوار بود. در درس فیزیک اتمی، به کمک جدول‌هایی مانند جدول مندلیف، عناصر شیمیایی را رده‌بندی می‌کنند، خواص عناصر هر رده و امکان ترکیب آن عناصر با رده دیگر، جنبه علمی و عقلی پیدا می‌کند. بررسی شماره الکترون‌های عناصر اولیه و خواص الکترومغناطیسی آنها، شیمی را از پرونده حافظه به زنجیره استدلال

می‌کشاند. استدلال علمی، پژوهنده را زودتر به استنتاج می‌رساند و به حافظه پناه نمی‌برد.

۸. در سفرهای کوتاه به ایران جهت مشارکت در کنگره‌های برق و تکنولوژی برای العین دیدم که غربزدگی دانشی هم مشکلی بر مشکل‌ها افزوده است. نام‌هایی مانند عضو آکادمی، مشاور عالی، استاد ممتاز دانشگاه‌های غربی، برنده جایزه فلان سرمقاله نیویورک تایمز و نظایر آن، ذهن روشنفکران ما را به زیر نفوذ آورده است. تخصص در رشته پارکی را نباید به جای جامعیت بکار برد. در غرب کار گروهی و تشکیلات، جایگزین جامعیت فردی شده است. ضمناً عنوان‌ها و جوایز و مدال‌ها همه از زر ناب ساخته نشده‌اند.

صد نکته غیر حسن بیاید که تا کسی

مقبول طبع مردم صاحب‌نظر شود

۹. این نکته‌ها را جهت عیب‌جویی یا گلایه نمی‌نویسم. جوانان

ما را که آرزومند سرفرازی ایران در جهان علم و صنعت هستند، باید با واقعیت‌ها آشنا کرد. دردها را باید نخست تشخیص داد، آنگاه به دنبال مداوا بود، تا فرادی ایران به از دیروز و امروزش باشد. امروز هم شایسته است که سفارت‌خانه‌های ایران یک گام فراتر بگذارند و سازمان‌های علمی و اقتصادی کشورهای پیشرفته را حلاجی کنند. دریغ است که نمایندگی‌های ما در سطح شناسنامه و گواهی امضاء متوقف بمانند. اجازه بفرمایید به گونه‌ای ارجح خود را به نمایندگی‌های کشور اسرائیل در آمریکا عرضه بدارم. از پنجاه سال پیش به خاطر دارم که چگونه پیوند دانشی میان دانشگاه‌هایی چون ام. آی. تی آمریکا و تکنیون اسرائیل برقرار کردند و در درازی نیم قرن بیش از صد میلیارد دلار وسایل و تکنولوژی و هزینه تحقیق و همکاری از کشور آمریکا به نفع کشور خود دریافت داشتند. همت و پشتکار این نمایندگی‌ها موجب شد که دانشمندان کیمیا در آمریکا شناخته‌تر شوند و در مؤسسات علمی برتر بنشینند. همکاری نمایندگی‌های کشور اسرائیل در تأمین سهم دانشمندان کیمیا در جهان بسیار مؤثر بوده است. برای توجه آیندگان این نکته را می‌افزایم. در مجلس بزرگداشتی به نام بنده نگارنده در دانشگاه اتاوا برقرار شد که در آن چند تن از رؤسای دانشگاه‌های آمریکا و کانادا نیز سخن راندند. نمایندگی ایران در اتاوا نه تنها کوچک‌ترین گامی در این راه برنداشته بود از ذکر این مطلب هم در مطبوعات ایران خودداری به عمل آورد. چون دکتر Lajeunesse رییس مؤسسه دانشگاه‌های کانادا بعد از سخنرانی خود این نکته پرسش آمیز را عنوان کرد تذکر آن را برای آیندگان مناسب دانستم.

۱۰. وینر یکی از نوابع بود که در هجده سالگی دکترای ریاضی از دانشگاه هاروارد گرفته بود. ما جوانان دانشگاهی آن روزگار کمتر در محضر او حرف می‌زدیم و بیشتر به سخن او گوش می‌سپردیم. از من چند بار راجع به عمر خیام و زندگانی و شعر او پرسیده بود. خیلی به عمر خیام علاقه نشان می‌داد. من او را متفکر و فیلسوف ریاضی دان

مانند عمر خیام می‌شمردم.

شانون در بخش تحقیقات کمپانی بل تلفون کار می‌کرد و من او را بسیار کم می‌شناختم. بعدها که ام آی تی را ترک گفتم، شانون اسناد آن دانشگاه شد و اکنون در بازنشستگی به سر می‌برد و عضو هیئت امنا یکی از کمپانی‌های بزرگ تکنولوژی و از تأمین مالی برخوردار است.

۱۱. بعید نمی‌دانم که کشتی جنگی که مرا از بمبئی به آمریکا رساند به چنین دستگاه نو مجهز بوده باشد. اگر جز این بود که به احتمال قوی، زیردریایی‌های ژاپنی با ما همان معامله را کرده بودند که اکوان دیو برای رستم در دل داشت. رستم به اکوان دیو می‌گوید:

به کوهم درانداز تا ببر و شیر

ببیند چنگال مرد دلیر

به دریا نباید که اندازیم

کفن سینه ماهیان سازیم

اکوان دیو رستم را به دریا می‌اندازد که مخالف خواسته او رفتار کرده باشد:

به دریای ژرف اندر انداختش

چنان چون شنیدش دگر ساختش

۱۲. این دو دانشگاه، از قله‌های بلند علوم و تکنولوژی در جهان معاصراند. بنده خود را سعادتمند می‌شمردم که در دورانی که خدمات ایرانیان به علوم جدید هنوز پذیرش جهانی نداشت، این دو دانشگاه مرا به اقامت در آن کشورها و قبول کرسی دانشگاهی دعوت کرده بودند. اکنون نمی‌دانم درباره نیک و بد تصمیم گذشته خود چه بگویم:

گفتم که خطا کردی و تدبیر نه این بود

گفتا چه توان کرد، که تقدیر چنین بود!

(منسوب به سلیمان ساوجی و حافظ)

۱۳. از رسومات خوب غرب است که به خدمتگزاران علم و صنعت و فرهنگ و اقتصاد، در حیات ایشان، بسیار ارج می‌گذارند. اختلاف عقاید سیاسی این مشاهیر چندان در محاسبه وارد نمی‌شود. جا دارد در مشرق زمین هم، ما بخشی از انعام و اکرام سنتی شرقی خود را، وقف خدمتگزاران ارجمند زنده کنیم. خدمت به خلق و به مردمی، به علم و هنر والا تر و ماندگارتر از ید یا خوب گرایش‌های اجتماعی است.

۱۴. کمپانی جنرال الکتریک آمریکا، برنامه کارآموزی گسترده‌ای جهت پرورش مدیران و سرمهندسان فنی برای کشورهای دیگر ترتیب داده بود. آنها مهندسانی را برپا می‌گزیدند و در کارخانه‌های جنرال الکتریک آمریکا در بخش‌های مختلف و رشته‌های گوناگون جهت مدیریت صنایع به کارآموزی ویژه می‌گماشتند. من در این برنامه شرکت جستم و در سال‌های ۴۸ - ۱۹۴۷ از کارهای مدیریت صنعتی بهره‌مند شدم. در عین حال که از

همان طریق امرار معاش می‌کردم، درس‌های دوره دکترای مهندسی را می‌گذراندم و رساله پژوهشی می‌نوشتم - کارها دشوار و وقت‌گیر بود.

۱۵. برای خوانندگان شرقی، ضرورت دارد که اندکی از جو اجتماعی غرب در عصر ما آگهی بیابند. در جهان غرب، مرد عالم وقتی به جایی می‌رسد که در دسته‌بندی‌های تخصصی و دانشگاهی و اجتماعات علمی و فنی نیز دست داشته باشد، از سیاست دولت مستبوعه و کمپانی‌های صاحب نفوذ دور نیفتد. مرد عالم، برای هزینه‌های دانشگاه، باید پیوندهای مالی بیابد و از طریق شرکت‌ها و بنگاه‌های پژوهشی به بودجه آن دانشگاه کمک کند. فوستر مرد استثنایی و حکیم بود - نامه‌ای که در نود سالگی به من نوشت حکایت از پژوهش درباره Graph Theory می‌کرد. این بزرگ مرد مصداق فرموده «زگهواره ناگور دانش بجوی» است.

۱۶. عامل مهمی که در نیمه اول قرن بیستم، موجب پیشرفت علوم و تکنولوژی در آمریکا و برتری آن بر اروپا شد، همکاری صنایع با دانشگاه‌ها بود. مثلاً مایه شگفتی است که کمپانی بل تلفون آمریکا تا چه اندازه در پیشرفت فن مخابرات در جهان سهم بوده است در کمتر دانشگاهی در جهان گروه محققان و دانشمندان مانند کمپانی تلفن آمریکا دست اندرکار تحقیق بوده‌اند. پژوهندگان کارخانه‌های معروف آمریکا، همه گونه وسایل در اختیار داشتند و دارند و اهل علم دانشگاه‌ها را نیز برای همکاری و مشاورت پدک می‌کشند، و در مجلات علمی و کنگره‌ها نفوذ دانشی و مالی دارند. در همین سال ۱۹۹۴ تنها در پژوهشگاه تلفن کمپانی بل در نیوجرسی در حدود صد نفر محقق ایوانی که درجه دکترا دارند مشغول تحقیق‌اند. به زعم نگارنده، پیشرفت شگفت آور آمریکا در قرن بیستم، بیش از همه چیز مرهون مدیریت و تشکیلات و سازمان دادن کار گروهی است. در سده‌های پیشین، معرفت بیشتر بر پایه مشاهده و مجاهده و تفکر فردی استوار بود. دنیا بوعلی سینا و دکارت می‌پرورد. امروز گروه‌های علمی و تکنولوژی و اقتصادی و مدیریت، کارها را قبضه کرده‌اند. افراد در گروه‌ها مستحیل می‌شوند. یک کشف خوب یا اختراع وقتی شکوفا می‌شود که گروه توانمندی آن را پشتیبانی کند.

