

مصاحبه با استاد یوسف ثبوتی

مصاحبه کنندگان: دکتر اعتماد، وداد فامورزاده
نامه علوم پایه شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۴۰۳

به دست آورد، آن را ذخیره کند، و در پی آن فرصتی به دست آورد تا به فکر کردن درباره موضوعات دیگر بپردازد. در حالی که روزگاری که در جنگل زندگی می‌کرد همیشه به دنبال شکار و دانه چینی بود هرگز مجال فکر کردن به موضوعات دیگر را نداشت. تمدن زمانی آغاز می‌شود که بشر توانست گندم، جو، اسب، سگ و گاو را اهلی کند. آن لحظه بود که یکجا نشینی به مرور زمان به وجود آمد، دهکده‌ها و سپس شهرها شروع به شکل‌گیری کردند. اینکه چگونه بر شهرهای بزرگ حکومت باید کرد، چگونه با همسایگان کنار آمد، جنگ یا صلح کرد، قرار و قاعده خود را پیدا کردند. اگر مجموعه این‌ها قرار و مدارها را شهرگیری و مدنیت بنامیم عمری ده و دوازده هزارساله دارند. این مقیاس زمانی که عرض می‌کنم یک ده‌م یک دوره میانه یخبندان است. آخرین یخبندان که تمام شد، انسان‌ها از غارها بیرون آمدند. البته نمی‌گویم انسان‌ها پیش از آن نبوده‌اند. انسان هموساپینس قریب به دو میلیون سال عمر دارد. ولی یکجا نشین نبوده است. این مدنیت ۱۰ و ۱۲ هزار ساله که در مقایسه با دوره‌های یخبندان‌ها یک چشم بر هم زدن است در هر جا که به وجود آمده، خود را با اقلیم دور و برش یعنی اقلیم و آب و هوای آخرین میان یخبندان تنظیم کرده است. حالا ببینیم دانش و تکنولوژی ۲۰۰ و ۳۰۰ سال گذشته و فعلی مان چه کار کرده است: در دویست و سیصد سال گذشته، که در مقایسه با دوره‌های یخبندان ۱۰ و ۱۲ هزار ساله و دوره‌های ۱۰ و ۱۲ هزار ساله مدنیت یک چشم به هم زدن است ماشین، هواپیما، کشتی و برق اختراع کرده است و می‌کند، پزشکی و دارو در مان نوین به وجود آورده است، زندگی شهری و شهری‌گری را نسبت به آن چه که در یک صد سال پیش بوده بی‌پروا و بی‌واسطه برای همه میسر ساخته، هر روز شتاب بیشتری به آن می‌دهد. جمعیت تقریباً یک میلیاردی کره زمین را به حدود ۹ میلیارد رسانده است. همه این گسترش‌ها و گستردگی‌ها موهبت هستند و همه از آن استقبال می‌کنند و می‌کنیم. ولی: برای همه این «زندگی راحت و نوین برای همه» تا به امروز نیاز به انرژی فسیلی بوده است. انسان مدرن انرژی فسیلی را که از میلیون‌ها سال پیش در زیر زمین بوده است بیرون کشیده، دود می‌کند و به آسمان می‌دهد. و این یک تصرف

اعتماد: پرسش ما این است که در جوامع مختلف، در چارچوب ملیت‌های مختلف هنگام مواجهه با تغییر اقلیم بخصوص افرادی که حساسیت بیشتری دارند چه واکنشی نشان دادند؟ برای مثال شما به عنوان یک دانشمند در ابتدا چگونه با بحران محیط زیستی امروزی مواجه شده‌اید؟ آیا این مساله برای شما همچون شوکی بود و یا نه غیر قابل انتظار نبود؟ اگر شوک بود، آیا با استفاده از معرفت اخترفیزیک‌تان با این موضوع درگیر شده‌اید؟ یا این مساله برای شما یک پرسش ذاتی علمی را به همراه نداشته است و بیشتر جنبه مسولیت اجتماعی داشته است؟ چقدر علمتان را وارد این قضیه کردید؟ و یا چقدر علمتان به عنوان یک شهروند وارد این قضیه کردید؟

استاد ثبوتی: تغییرات اقلیمی مستندهای علمی هستند. ما می‌توانیم تا یک میلیون سال قبل عقب برویم و یخبندان‌های بسیار سرد و میانه و دوره‌های نسبتاً گرم را بر اساس شواهدی که مستقیم و غیر مستقیم از گذشته‌های یک میلیون سال پیش داریم، نشان دهیم. بر اساس شواهد علمی از یک یخبندان تا یخبندان دیگر در حدود صد و ده و صد و بیست هزار سال طول می‌کشد. در حالی که تمدن بشری از زمانی که یکجا نشینی معمول شد و شهر، زراعت، خط، هنر و صنعت پدید آمد یک تاریخچه دوازده هزار ساله بیشتر ندارد. تاریخچه شهرگیری در بین‌النهرین بنا بر شواهدی که داریم قدیمی‌ترین است و به حدود دوازده هزار سال پیش می‌رسد

اعتماد: در نتیجه مرتبه بزرگی (order of magnitude) بسیار مهم است؟

استاد ثبوتی: بله. دره هند به پانصد سال کمتر از ده‌هزار سال بر می‌گردد. تمدن چین هم تقریباً به همین مقدار به عقب برمی‌گردد. تمدن مصر پانصد و ششصد سال عقب‌تر از بین‌النهرین به وجود آمده است. در آمریکای جنوبی هم تمدن، کم و بیش به همین صورت به وجود آمده است. علتش این است که، یکجا نشینی زمانی به وجود آمده که بشر آن قدر با محیطش آشنا شده که متوجه شود می‌تواند گندم بکارد و حتی اضافه‌تر از مقدار روزانه‌اش از این کشت

دهم. انسان امروزی اگر کره زمین را پر کند با جمعیت، و مصرفش را همچنان بالا ببرد به گونه‌ای که دنیا را به جهنمی برای خودش تبدیل کند، زمین سر فرصت به خدمتش خواهد رسید.

اعتماد: این انسان چگونه می‌تواند سر عقل بیاید؟

پروفیسور ثبوتی: باید به دانش و تکنولوژی روز پناه ببریم. برای اینکه اگر شاهد وقایع و ناهنجاری در روی کره زمین هستیم، اینها اتفاقاتی هستند که انسان به خاطر علم و دانشش بر سر خویش آورده است. و شاید جواب آن را نیز در همین علم و دانش او باید جست. راه دیگری وجود ندارد.

اعتماد: این نکته خیلی مهمی است. شما فکر می‌کنید راه حل یا علمی است یا تکنولوژیک است.

استاد ثبوتی: علم و تکنولوژی باهم پیش رفته‌اند، و من این دو را از هم جدا نمی‌کنم.

اعتماد: وقتی به راه حل این گونه نگاه می‌کنیم، اگر بخواهیم از زوایه دیگری نگاه کنیم شما احساس نمی‌کنید بدون یک انقلاب اخلاقی (moral revolution) یا زیرورو شدن اخلاقی نمی‌توانیم آن راه حل علم و مورد نظر را اجرایی کنیم؟

استاد ثبوتی: اخلاقیات (morality) را باید تعریف کنیم و ببینیم اصلا جایگاهی در علم دارد یا خیر؟

اعتماد: من فرض را بر این می‌گذارم که در عمل جایی ندارد.

استاد ثبوتی: morality یا اخلاقیات قراردادهای بین انسان‌ها هستند تا کمتر به همدیگر آسیب برسانند. یا بیشتر هم افزایی داشته باشد و بهتر با یکدیگر همزیستی کنند. این تعریف من از اخلاقیات است به عنوان یک فیزیکدان که با بررسی عواملی سروکار دارم که فقط قوانین طبیعت بر آنها حاکم است. اخلاق جزء قوانین طبیعت نیست. وقتی نیازی داشته باشید سعی می‌کنید نیازتان را هر جور شده از محیط اطراف‌تان تامین کنید، یا موفق می‌شوید یا شکست می‌خورید.

اعتماد: اگر همکار شما در فرهنگستان علوم، علامه دکتر محقق داماد را که با ایشان نیز مصاحبه کردیم را در نظر بگیریم، ایشان یک همچین تصویری القا می‌کنند که ما به زمین به عنوان امانت نگاه می‌کنیم از جانب خداوند.

استاد ثبوتی: این یک ملاحظه اخلاقی است؟

اعتماد: بله اخلاقی است. شما یک چنین ملاحظه‌ای را به عنوان

بزرگ مقیاس در کره زمین توسط انسان است، اقلیم و آب و هوا را در بازه زمانی یک صد ساله تغییر داده است که نه خودش و نه هیچ موجود زنده دیگر اعم از حیوان و گیاه اعم از این که در هوا، زمین یا در دریا باشد مجال سازگاری و تاب‌آوری با آن را ندارد. که این رخداد در صد و صدو پنجاه سال گذشته رخ نموده است. انسان و حیوان و گیاه نمی‌توانند در این بازه زمانی کوتاه خود را با آن سازگار کنند و تاب بیاورند. البته لازم نیست نگران زمین باشیم. زمین در یک صد و بیست هزار سال دیگر در میان یخبندان‌های بعدی خودش را جمع و جور خواهد کرد. این برداشت من از موضوع تغییر اقلیم است.

وداد فامورزاده: البته می‌توان به این نکته اشاره کرد که تنها انسان دوره صنعتی اقلیم خود را دگرگون نکرده است. در یک مقاله دیرینه شناسی در سال ۲۰۰۵ که در مجله علم (science) چاپ شده است، بیان می‌شود که پنجاه هزار سال پیش در قاره استرالیا که انسان شکارچی وارد آن قاره می‌شوند پستانداران بزرگ در آنجا منقرض می‌شوند. دلیلش را اینگونه بیان کرده‌اند که آتشی که انسان همراه خود برده است خیلی سریع اکوسیستم را تغییر داده است. زیرا درختان و گیاهان مغذی که به آن محیط عادت داشته‌اند نسبت به آتش مقاومتی نداشته‌اند. حضور آتش شکارچیان باعث نابودی اکوسیستم در آن منطقه شده است.

استاد ثبوتی: بله امکان دارد اتفاق افتاده باشد، من اطلاعاتی درباره این مقاله ندارم و نمی‌توانم قضاوت کنم. ولی اجازه دهید یادآور شوم که پیش از آتش افروزی انسان آتش سوزی‌های طبیعی در همه سرزمین‌ها روال عادی خود زمین بوده است.

اعتماد: دید شما این است که بر اساس مقیاس زمانی، علی‌الاصول زمین می‌تواند خودش را تنظیم کند اما با این تعرضی که رخ داده است شما بیشتر این اتفاق را یک اختلال موضعی local perturbation می‌بینید؟

استاد ثبوتی: من نگران زمین نیستیم، زیرا زمین توانا تر از آن است که انسان بتواند آن را نابود کند زیرا نیروهایی که زمین را شکل داده‌اند بسیار قویتر از نیروهای انسان هستند.

اعتماد: پس شما دلتان به حال بشریت می‌سوزد؟

استاد ثبوتی: من بر این باورم زمین اگر بی‌خردی در انسان‌ها ببیند سر فرصت آن را تصحیح خواهد کرد. زمین موجوداتی را که نمی‌توانند با اقلیم زمین کنار بیایند حذف می‌کند. همان طور که دایناسورها را حذف کرد. دایناسورها نتوانستند با شرایط و امکاناتی که زمین در اختیارشان قرار می‌داد کنار بیایند پس حذف شدند. من می‌خواهم انقراض دایناسورها را به وضعیت انسان امروزی تسری

دو طرف یک محتوایی دارد. الان چینی‌ها می‌گویند درست است ما بیشترین دی اکسید کربن را وارد هوا می‌کنیم ولی مگر جنس چینی من را شما در آمریکا یا در پاریس مصرف نمی‌کنید؟ پس اگر من تولید کننده هستم و در حال تخریب هوا هستم شما مصرف کننده تولیدات من هستید. بنابراین اگر راه حلی باید پیدا کنیم هر دو طرف باید بنشینیم و با هم فکر کنیم. این صحبت‌ها چقدر طول می‌کشد تا اینکه با هم کنار بیاییم و به طور دسته جمعی تمام مردم دنیا و دولت‌ها بنشینند با همدیگر و بگویند باید به طور دسته جمعی کاری انجام دهیم.

اعتماد: شما به عنوان یک دانشمند جا افتاده بیشتر نقش مذاکراتی را حساس می‌دانید یا بصیرت‌های علمی‌تان را؟

استاد ثبوتی: چطور شده است که دنیا نسبت به ادوار گذشته متفاوت است؟ چه عاملی دنیای امروز را متفاوت کرده است؟ خیلی دور نمی‌روم. چرا دنیای امروز با صد سال پیش متفاوت شده است؟ جز اینکه دانش‌مان بالا رفته است؟ جز اینکه از دانش [بیش از اندازه] تکنولوژی آفریده‌ایم؟ در سایه این تکنولوژی راحت زندگی کرده‌ایم. طول عمر متوسط در کشور ایران که صد سال پیش حدود پنجاه سال بود امروزه به هفتاد و هشت سال رسیده است. جز این است که برای بهره‌مندی از زندگی از علم و تکنولوژی استفاده می‌کنیم؟ اینها عوامل ما در توسعه این کشور بوده است. کشورهای همسایه هم به نسبت ما هیچ حالت استثنایی ندارند، برای مثال ممکن است بگوییم افغانستان کمی عقب‌تر یا ترکیه کمی از ما جلوتر است. ولی همه در یک ردیف داریم عمل می‌کنیم و مختصری بالا و پایین دارد. حال اگر توافق کنیم که همه، درجه‌ای از مسئولیت را داریم و این وضع موجود را به خاطر خودمان و علاقه‌مان به فرزندانمان حفظ کنیم، و نه بخاطر کره زمین! چرا ما ارث برای فرزندانمان به جا می‌گذاریم؟ به خاطر علایق‌مان. حتی اگر نسل بعد از خودمان را حتی نبینیم. اگر نگران آنها هستیم که قاعدتا هستیم، در آن لحظه تز آقای دکتر محقق داماد معنی پیدا می‌کند. ولی لازمه این تفاهم این است که در سطح جهانی این تفاهم به طور جمعی و همه جانبه به وجود آید.

استاد ثبوتی: در سال ۱۸۶۴ جمیز کرول (James Croll) نظر داد که یخبندان‌های دوره پلیستوسن با تغییرات مدار زمین به دور خورشید مرتبطند. در سال ۱۹۲۲ ایده کرول توسط میلوتین میلانکوویچ با جزئیات بیشتری شرح داده شد و عنوان نظریه میلانکوویچ (Milankovitch theory) به خود گرفت. اگر بخواهیم در کتاب نمودار دوره‌ای یخبندان دنیا را به شما نشان دهیم، اگر از گذشته شروع کنیم می‌بینید که ابتدا زمین گرم بوده و بعد سرد شده است و به طور تناوبی تغییر کرده است. میلانکوویچ دوره‌های صد هزار ساله را پیش بینی می‌کند؛ محور دَوَران زمین

مکمل دید علمی و تکنولوژی خودتان می‌بینید؟ یا اینکه نه، چه ما به زمین به دید امانت نگاه کنیم چه نکنیم، علم و تکنولوژی جایگاه خودش را دارد.

استاد ثبوتی: اگر این پرسش را از من هم بپرسید من هم کم و بیش مثل دکتر محقق داماد جواب خواهم داد. اما آیا ما قادر خواهیم بود تمام دنیا را قانع کنیم که مطابق این دستور اخلاقی عمل کند یا نه؟ پرسش من این است! این دنیای متمدن هنوز به جایی نرسیده است که بتوانیم همدیگر را تحمل کنیم. یک زمانی قاعده بر این بود که اگر همسایه‌تان چیزی دارد که شما ندارید اگر زورتان می‌رسد بروید و آن را از او بگیرید، که این قانون جنگ است. تمام جنگ‌هایی که راه می‌افتاده است از همان زمان بابلی‌ها و خیلی عقب‌تر از آن و یا از بابلی‌ها تا به امروز اگر همسایه‌تان چیزی دارد که شما ندارید، می‌روید جنگ می‌کنید تا آن چیز را بگیرید. حال می‌توانید حتی بهانه بیاورید که این خداپرست نیست و کافر است. اما قانون جنگ این بوده است. البته الان جنگ یک مقدار چهره عوض کرده است. اگرچه هنوز هم هر کس زور دارد حرف اول او در دنیا می‌زند. آمریکا چرا باید در این منطقه باشد برای اینکه ما کم عقل‌ایم اما او هم عقل‌اش از ما بیشتر است و هم زورش.

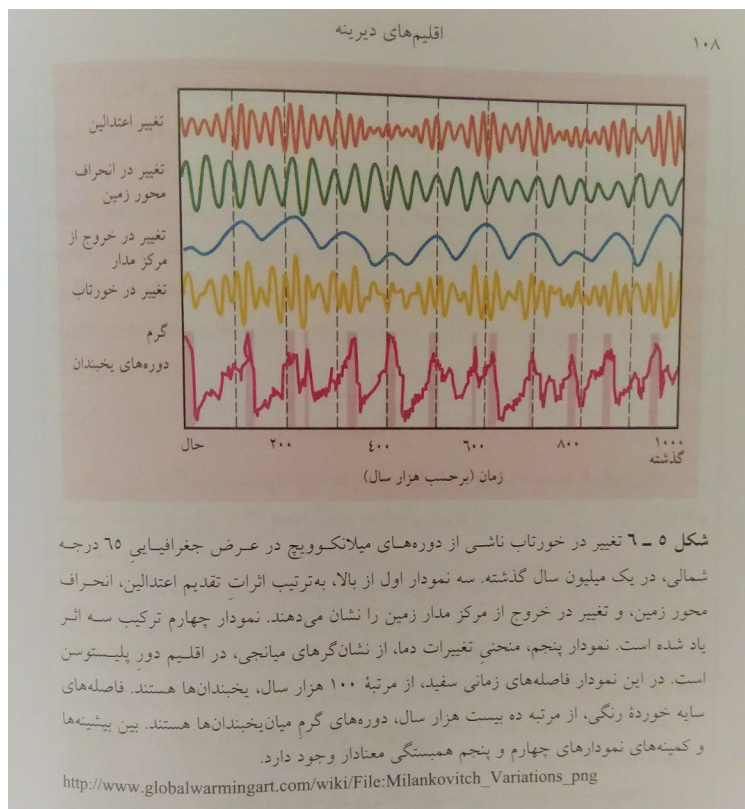
اعتماد: ما بی‌عقل‌ایم؟ یا آنها زورشان بیشتر است؟

استاد ثبوتی: البته چون با عقل است زورش به ما می‌رسد. آن توپ و تانک که آنها درست کرده‌اند را ما عقل‌مان نرسیده یا به عبارتی تکنولوژی‌اش را نداشته‌ایم که به آنها برسیم. بنابراین الان در منطقه آقای ترامپ این صحبت‌ها را می‌کند. ولی سوال ساده‌تر این است که ما الان کم‌آبی و خشکسالی داریم، کشور دیگر مشکل سیل دارد و اینها در حال تشدید شدن هم هستند علت این موضوع را هم کم و بیش شناخته‌ایم؛ اینکه دی اکسید کربن بیشتری وارد محیط می‌کنیم. حال اگر بخواهیم اینها را کنترل کنیم، چه باید کرد؟ یا باید بسیار کم مصرف کنیم، یا با کم کردن مصرف همزمان جایگزین پیدا کنیم، نه تنها در یک شهر، نه در یک قبیله و نه در یک مملکت، بلکه در کل کره زمین. آیا این هماهنگی را داریم یا نداریم؟ کنفرانس پاریس در ۲۰۱۵ اینها را دور هم جمع کرد و گرنه ۲ سال پیش از این در دانمارک، کنفرانس تغییر اقلیم یک فاجعه و یک شکست کامل بود. برای اینکه چینی‌ها و هندی‌ها می‌گفتند چطور زمانی که شما می‌خواستید توسعه پیدا کنید تمام زغال سنگ و نفت را سوزانید و ما سکوت کردیم و چیزی نگفتیم اما حالا که نوبت به ما رسیده است می‌گویید مصرف نکنید!

حرف قابل توجهی است و باید به آن گوش کرد. از آن طرف دیگری می‌گوید ماشینی که در اختیار شماسست و یا صنعتی که در اختیار شماسست از من گرفته‌اید بنابراین من برای تمام دنیا در آن روز کار می‌کرده‌ام. این حرف نیز قابل توجه است. استدلال هر

اعتدال بهاری و اعتدال پاییزی است. تقدیم اعتدالین دو دوره شبه تناوبی ۱۹ هزار و ۲۳ هزار سال دارد. پیش بینی می‌شود که ۲۳ هزار سال دیگر یک دوره یخبندان داشته باشیم.

به دور خود با راستای عمود بر مدار زمین به دور خورشید زاویه‌ای می‌سازد که با دوره تناوب ۴۱ هزار سال بین ۲۱/۶ تا ۲۴/۵ درجه تغییر می‌کند. مدار زمین به دور خورشید بیضی است که دلیل



شکل ۱: کتاب زمین‌گرم، فصل ششم (اقلیم‌های دیرینه)، p.۱۰۸.

اعتماد: دو نکته؛ برای این درک شما راهی علمی دارید برای تقویت کردن آن که افراد بتوانند در یک نگاه ببینند که این تغییر به طور جدی در انتظار ماست؟ و این پنجاه سال مثل آنی می‌گذرد. که عاجل بودنش را شما به خاطر دانش تان حس می‌کنید. این را از راه علمی و شناخت علمی راهی برایش دارید؟ که این درک را تقویت کند؟ شما چطور می‌توانید درک این وخامت اوضاع را به مقامات دولتی، و مقامات تصمیم گیرنده و یا حتی به دانشجویان خودتان منتقل کنید؟

استاد ثبوتی: سی سال پیش، خیلی عقب نمی‌روم، اینکه اقلیم تغییر می‌کند و آب و هوا عوض می‌شود در هیچکدام از روزنامه‌ها، در برنامه‌های رادیو و تلویزیون در ایران نمی‌دیدید. در آمریکا و غرب شاید کمی می‌دیدند. ولی آنها هم بسیار رقیق بودند. اینکه زمین دارد گرم می‌شود عمر پنجاه سال بیشتر ندارد. هم دانشمندان که در آزمایشگاه کار می‌کنند بیان کرده‌اند و شواهد جمع کرده‌اند و هم بتدریج که شواهد زیاد شده است سازمان ملل نیز وارد عمل شده است. کنوانسیون‌ها، کارگاه‌های ترویج کننده را برپا کرده‌اند که می‌توان به (United nation for climate changing (UFCC)

اعتماد: ما الان نگران این بیست و سه هزار نیستیم؟

استاد ثبوتی: ما الان نگران این ۵۰ سال آینده هستیم.

اعتماد: پنجاه یا صد سال آینده.

استاد ثبوتی: در آن هنگام است که ناهنجاری بوجود می‌آید. این ناهنجاری‌ها را حتی المقدور می‌خواهیم پوشش دهیم یا حداقل بشناسیم که ناهنجاری‌هایی که در انتظارمان هستند چه چیزهایی هستند؟ و بعد اگر نتوانستیم آنها را کنترل کنیم، چگونه خودمان را با آن تطبیق دهیم. یعنی بدانیم در منطقه یزد ما چطوری آب و هوا به خشکی می‌رود و یا اگر لازم است یزدی‌ها از همین الان خودشان را آماده کنند تا جایشان را عوض کنند. اگر لازم است.

اعتماد: جابجایی جمعیت (depopulation)؟

استاد ثبوتی: بله. کما اینکه در بلوچستان سال‌ها پیش این کار را انجام داده‌ایم. یک سری از بلوچ‌ها که دیگر آنجا نمی‌توانستند زندگی کنند الان در مازندران هستند.

بگویند این بحران را علم و تکنولوژی به وجود آورده پس راه درمان هم در علم و تکنولوژی باید جستجو کرد؟

استاد ثبوتی: شما نمی‌توانید خونسردی من را از بین ببرید. برای شما می‌توانم مثال نقض بیاورم برای همین نگاه آخر زمانی (doomsday) حتی از گذشته و دوران اسطوره‌ای که پیش‌بینی‌های آنها تحقق پیدا نکرده است. به‌عنوان مثال توماس مالتوس جمعیت‌شناسی که در قرن گذشته گفته بود جامعه بشری مقدار محدودی ظرفیت دارد و دو سه قرن از پیش بینی او گذشته و حادثه مورد نظر وی رخ نداده است. برای اینکه مالتوس با علم زمان خودش قضاوت می‌کرد. غافل از اینکه علم زمان بعد با علم زمان اون فرق خواهد داشت و بینش زیادتری می‌دهد. من مثال‌های ساده‌تری می‌توانم بزنم که این پیش‌بینی‌ها از آدم‌های ساده و نابغه هم دیده می‌شود. اول قرن بیستم الکتریسته و مغناطیس در فیزیک تکمیل کردیم، بعد مدون شد و آثارش شبیه رادیو و تلویزیون به وجود آمد. کوانتوم مکانیک مدون شد اتم و مولکول شناخته شد. شیمی شروع کرد به علم دقیق (exact) شدن. در همان زمان‌ها آدمی مثل دیراک DIRAC در سال ۱۹۳۰ که خودش نابغه زمان بود از او نقل شده که رازهای طبیعت شناخته‌ایم و یک بخش کوچکی مانده است. به فاصله بیست سال چیزهایی کشف می‌شود که متوجه می‌شویم که ما حتی یک صدم دانش طبیعت را هنوز کشف نکرده‌ایم. به آخر قرن بیستم که می‌رسیم چه تحولی در زیست‌شناسی به وجود آمده که نه نیوتن، ماکسول و یا انیشتین هیچکدام به عقلشان نمی‌رسیده است. نابغه‌ای همچون دیراک از محدودیت زمانی خودش نمی‌تواند خارج شود.

علم، تکنولوژی و راه و روش زندگی از هم جدا نیستند. شما به دانشی دست می‌یابید و از طریق آن تکنولوژی به وجود می‌آید و آن تکنولوژی وارد زندگی روزمره می‌شود. تحول اجتماعی رخ می‌دهد که این تحول اجتماعی نه فقط در زندگی عادی روزمره بلکه در طرز فکرتان تاثیر می‌گذارد.

بخش دوم:

وداد فامورزاده: شما در ارتباط ناحیه بحرانی (critical zone) هم اطلاعاتی دارید؟ که هفت لایه دارد و در نظر گرفته‌اند که این ناحیه در فاصله بین لایه نفوذ پذیر زمین نزدیک به سطح زمین را از بالاترین نقطه بالاترین درخت تا کف عمیق‌ترین آنها بررسی می‌کند. این لایه زنده است و در آن ارگانیسم‌های زنده با هم تعامل می‌کنند.

استاد ثبوتی: شاید بهتر باشد از زمین‌شناسان بپرسید.

اعتماد: در حقیقت تمامی توجه جدید به سمت critical zone^۱ می‌باشد چون معتقدند اگر رشدی بخواهد رخ دهد تحمل پذیری و

اشاره کرد. کم کم دولت‌ها قانع شدند که توجه کنند. کنفرانس ریو حدود ۲۵ سال پیش برگزار شد. در پی آن کنوانسیون‌های دیگر همانند کیوتو برگزار شده‌اند و تا به امروز که معاهده پاریس را داریم. اگر از منطقه خودمان صحبت کنیم رادیو و تلویزیون ما گه گاه مسائل را بیان می‌کنند. تمامی اینها یک شعور عمومی در مردم ما به وجود آورده است. پرسش این است که آیا در مقابل این شعور عمومی کاری انجام می‌دهیم؟ در آن بخش هم کارهایی کرده‌ایم. چند سال پیش نگران خشک شدن دریاچه ارومیه شدیم که با دعوا شروع کردیم که تقصیر چه کسی است که اجازه تاسیس سدها را داده است و چه کسی گذاشته است این همه چاه بزنند. تمامی اینها درست است سوء مدیریت وجود داشته است ولی آن هم کم کم رو به تعدیل دارند. سوء مدیریت بوده است اما تماما به خاطر سوء مدیریت نیست. الگوی بارش‌ها در ایران در بیست سال گذشته عوض شده است، فصل بارش تغییر کرده است. بارش برف کم است اگر برف در کوهستان نیارد ما رودخانه آب نخواهیم داشت. ممکن سیلاب روان شود و پایان یابد اما در موقع مناسب نباشد بنابراین فقط این سیلاب در زمان نامناسب رد می‌شود. در تابستان و بهار برای زراعت آب ندارید چون برف نباریده است. در حال متوجه شدن این موضوعات هستیم. در محیط زیست UNITED NATION کار گروهی WORKING GROUP ON CLIMATE CHANGING برنامه‌هایی که چیده می‌شود رابط بین ایران و سازمان ملل در رابطه با تغییر اقلیم است. برای مثال آقای کلانتری از کاوه مدنی که یک متخصص است دعوت به همکاری می‌کند، همه اینها نشان دهنده درجاتی از شعور است که در اجتماع بوجود می‌آید.

اعتماد: شمایه نظر خونسرد می‌آید. من به یک طریقی می‌خواهم این خونسردی شما را از شما سلب کنم، همکاران شما پژوهشنامه‌ای به نام فیزیک اتمی BULLETIN OF ATOMIC PHYSICS که آنها ساعتی نمادین آخر زمانی (doomsday clock) تعریف می‌کنند، هر سال گزارش می‌کنند این ساعتی که ما که در سال ۱۹۴۷ تنظیم کرده بودیم برای مسئله خطر جنگ اتمی در چه ساعتی است، اما اکنون مسئله بحران اقلیمی بخش مهمی از زنگ خطر است، و الان دو دقیقه به نیمه شب midnight است، که تنها خطر بمب هیروژنی در سال ۱۹۵۳ به این دقیقه رسیده است. اینکه شما با بصیرتی که طی سالیان جمع کرده‌اید اگر بخواهید و خامت اوضاع نگاه کنید و برای شاگردانتان به عنوان فیزیک دان تشبیهی همانند بمب هیروژنی برای بحران اقلیمی می‌آورید؟ چون این بحران یک فرآیند زمان‌مند است ولی به همان و خامت. اما آن خطر اتمی یک حالت آنی و انفجاری دارد، این تغییر اقلیمی زمان‌بر است و شما اگر بخواهید توجه افراد در مقیاس بیست، سی یا چهل سال جلب کنید راه چاره‌ی که شما برای آنها دارید این است که

1. New Opportunities for Critical Zone Science, 2017 CZO Arlington meeting.
https://criticalzone.org/national/research/the-critical-zone1-national/

شناس هستند و در دانشگاه میامی مشغول به فعالیت هستند شرکت کردیم. ایشان توانسته بودند نشان دهند در تقویم دیرینه شناسی ده هزار ساله، تغییر تمام نظام‌های سیاسی در ایران همزمان بوده است با آغاز یک دوره خشکسالی. ولی یک چند مورد خاص بود که خشکسالی بوده است اما تغییر نظام سیاسی صورت نگرفته است، یک مورد دولت هخامنشی بود که توانسته بود با فن آوری قنات، یعنی با نوع آوری و آوردن تکنولوژی جدید بحران خشکسالی را مدیریت کند. دو پرسش اکنون مطرح است، شما تا چه اندازه فکر می‌کنید نگاه تکنولوژیک و تکنولوژی‌های جدید می‌تواند راهگشا باشد؟ و اینکه چقدر می‌توان از راه حل‌های محلی برای حل این مشکل جهانی بهره برد؟

استاد ثبوتی: عرض کردم، این مشکل ناشی از جمعیت زیاد و الگوی مصرف است. با این شکلی ما الان مصرف می‌کنیم پنجاه سال پیش مصرف نمی‌کردیم. برای ما نان مقدس بود. حال فرهنگ تغییر کرده، شما بخشی از نان را بیرون می‌ریزید.

وداد فامورزاده: پس شما مشکل را فرهنگی می‌بینید؟ و یا شما مشکل را در فراوانی محصولات می‌بینید؟

استاد ثبوتی: مشکل در فراوانی است.

وداد فامورزاده: اگر ما محدودیت در منابع طبیعی داشته باشیم چه باید کرد؟

استاد ثبوتی: در آن لحظه دوباره همانند گذشته آن را مقدس می‌شماریم، چه بسا که بزودی با آب اینکار را خواهیم کرد.

وداد فامورزاده: در مورد مسئله آب هر کس یکی را مقصر می‌داند. مثلاً، مصرف کننده‌ها ایرانی که آب سه برابر مصرف جهانی استفاده می‌کنند. بعضی‌ها می‌گویند تقصیر به گردن مصرف کننده‌ها نباید انداخت چون ۶ درصد کل آب شرب هست. خیلی‌ها می‌گویند اشکال از کشاورزی، به طور مثال نباید هندوانه کاشت چون آب زیادی برای کاشت آن لازم است و باید جایگزین شود. از سوی دیگر، وزارت کشاورزی تقصیر بر گردن سد سازی‌ها می‌اندازد که ۷۰ درصد آب از روی سدها تیخیر می‌شود. در حالی که در اقلیم ایران، همانند قنات آب‌ها باید زیرزمینی می‌بوده تا حفظ شود. شما چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟ باید فرهنگ سازی برای مصرف کننده کرد یا از طریق دولت باید پیگیری کرد؟ ۲۲ سد در حوزه ارومیه احداث شده که البته ۸ سد به بهره‌برداری رسیده و مابقی در مرحله مطالعه و اجرا هستند، در منطقه آبریز دریاچه ارومیه در آذربایجان شرقی، ۳۶ سد احداث شده و ۲۲ سد به بهره‌برداری رسیده است. نتیجه این است که دریاچه خشک دارد می‌شود.

استاد ثبوتی: درباره سدها الان ارزیابی دقیقی ندارم تا نظر بدهم

پایداری (sustainability) باید نسبت به این ناحیه سنجیده شود

وداد فامورزاده: نکته جالب توجه دیگر درباره‌ی حوزه آستانه‌ای این است که از ابعاد میکرو به ابعاد ماکرو می‌رسند، برعکس اینکه همیشه می‌خواستند بگویند زمین را یک globe یا کل در نظر بگیرد. حال می‌گویند بیاید از ابعاد میکرو به ابعاد ماکرو حرکت کنیم. در یک نگاه فلسفی، که در این حوزه آستانه‌ای میکرو ارگانیسم‌ها چگونه دارند یک شبکه‌ای می‌سازند و میکرو ارگانیسم‌ها چگونه با ماکرو ارگانیسم‌ها به هم پیوند می‌خورند؟

استاد ثبوتی: درباره میکرو ارگانیسم‌ها بهتر است از زیست‌شناسان پرسیده شود. زیرا من در این باب تخصصی ندارم. حدود سی سال پیش هیچ اطلاعاتی درباره مطالبی که الان صحبت می‌کنم نداشتیم، اما وقتی کنفرانس‌های مختلف می‌رفتم همه از گرمایش زمین و تغییر اقلیم صحبت می‌کردند، بعد به این نتیجه رسیدم که باید شروع به یادگیری در این زمینه کنم. برای نمونه پروژه (Intergovernmental panel for climate change) (IPCC) حدود بیست سال است گزارش تهیه می‌کند که مردم و دانشمندان درباره تغییر اقلیم چه می‌گویند؟ که علل این اتفاق و راه حل چیست و چگونه می‌توان با آن سازگار شد، یا مبارزه کرد یا چه باید بکنیم. یکی از موضوعات بحث مبانی فیزیکی اقلیم و تغییر اقلیم چیست؟ کتابی در باب اینکه چگونه باید با اقلیم کنار بیاییم (adaptation) و کتاب دیگر چگونه آثار ناخوشایند را می‌توان کاهش داد. ابتدا مطالعه کردم، و سپس شروع به تدریس کردم، ما حاصل یادداشت‌های درسی من این کتاب زمین‌گرم شد. این کتاب را چند سالی تدریس می‌کنم و اخبار و اطلاعات مربوط به اقلیم را دنبال می‌کنم. بعد از کنفرانس پاریس، پژوهشگاه من را فراخواند. که ریس جمهور در آن معاهده قول داده است که داوطلبانه کشور ما ۴ درصد گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش خواهیم داد، اگر محاصره اقتصادی نباشیم تا ۸ درصد دیگر هم کاهش خواهیم داد. آقای ضرغام از من پرسید که دولت این قول را داده است اما چگونه اینکار انجام خواهد شد؟

اعتماد: مضمون این مجموعه گزارش ششصد صفحه‌ای شما همین است؟ که شما در تماس با ارگان‌های مختلف به دست آوردید؟ به طور کلی ارزیابی‌تان چگونه است؟ آیا استقبال کردند؟

استاد ثبوتی: در این مجموعه ما گردآوری کردیم که در کجا نشست گاز گلخانه‌ای داریم و چند درصد است. در ارتباط با انرژی چه باید انجام دهیم. در ارتباط با میدان‌های نفتی مان که نفت و گاز را آتش می‌زنیم چه می‌توان انجام داد. و درباره مشکل آب و صنعت، که به طور کلی مشکلات را بررسی کرده‌ایم.

وداد فامورزاده: ما در سخنرانی‌های دکتر شریفی که دیرینه

چند نفر از بخش نظامی بوده‌اند، یک پزشک و یک نقاش. در واقع اولین متجددین تلاش می‌کردند تکنولوژی را از اروپا به ایران وارد کنند و بگویند اخلاق آنها بد است و آنها کافر هستند. ولی شما می‌گویید این امکان پذیر نیست چون این یک بسته است.

اعتماد: شما یک تعلق خاطری به افرادی مثل ابوریحان بیرونی دارید. به علت فیزیک‌دان بودنشان. آن تصویری که آنها از طبیعت دارند در ذهنیت شما چگونه است؟

استاد ثبوتی: ارادت من به ابوریحان بیرونی تنها باطنی نیست، همان طور که می‌دانید من رصدخانه ابوریحان بیرونی را در شیراز تاسیس کرده‌ام. ابوریحان بیرونی در بین دانشمندان زمان خودش، ابن سینا و محمد زکریای رازی گفتگو و مکاتبه داشت. تفاوت ابن سینا و ابوریحان بیرونی این است که ابن سینا به عقل و تفکر عقلی بهای بیشتری می‌دهد تا به مشاهدات، در صورتی که ابوریحان کاملاً متفاوت بود و به دنبال علوم تجربی بود و مشاهده و آزمایش می‌کرد؛ ابوریحان تحقیقاتش را از طریق مشاهده پیش می‌برد اما ابن سینا تفکر و استنتاج عقلی را کافی می‌دانست. یعنی اگر امروز ابوریحان حضور می‌داشت یک فیزیکدان درجه یک می‌شد. ابن سینا هم در پزشکی‌اش این کار را انجام می‌داد، ولی نه در رابطه به آسمان و زمین و ستارگان.

اعتماد: هیچ مفهومی از طبیعت در آن علم قدیمی سراغ نمی‌گیرید که به دید امروزان مربوط باشد؟

استاد ثبوتی: چرا اتفاقاً. تفکر مبتنی بر تجربه را، دانشمندان اسلامی همچون ابوریحان و زکریای رازی. ولی این سنت هرگز تسری پیدا نکرد به عنوان یک سنت که هر آنچه را مشاهده می‌کنید به محک تجربه بیازمایید که متوجه شوید حرف‌تان درست است یا خیر. این سنت از گالیله به بعد است، آنچه را فهمیده‌اید به محک تجربه بسپارید. و چندین بار تست کنید تا متوجه شوید در شرایط معین باید نتیجه معین بگیرید. این سنت غرب است و پیشرفت غرب از همین جا شروع می‌شود که این اصل را به طور وسیع می‌پذیرد.

وداد فامورزاده: با توجه به صحبت‌های شما، ما هر اتفاقی که در زمین می‌افتد را بخاطر نیروهای بیرون از زمین و مرتبط به کهکشان می‌دانیم که رخ خواهد داد. اگر با این دید نگاه کنیم، فعالیت‌های برای حفظ محیط زیست با چه هدفی است؟

استاد ثبوتی: بر اساس اطلاعات کم من در این زمینه، استنباط می‌کنم دوره‌های یخبندان آمده‌اند و رفته‌اند. و مقیاس زمانی ۱۲۰ هزار سال است. و نیروهایی که اینها سبب می‌شوند نیروهای فرازمینی است ما به بیرون از زمین در حال حاضر دسترسی داریم اما نمی‌توانیم آن را تصرف کنیم. ولی یک روزی فکر می‌کردیم

اما درباره چاه‌ها می‌توانم این را بگویم. و این چاه چگونه به وجود آمده‌اند در زمان آقای احمدی نژاد جلو محدودیت برداشته شد و هر کسی برای خودش چاه زد و چاه‌ها آب‌های زیرزمینی را پایین بردند و شکی در این نیست. قبل از اینکه به دنبال مقصر بگردیم باید دنبال ریشه‌ها و علل آن اتفاق باید باشیم و در ریشه مسائل حل کنیم.

وداد فامورزاده: یعنی بررسی کنیم شروع این اتفاق از کجا بوده است؟

استاد ثبوتی: بله اگر آب کم داریم و مسئله سوء مدیریت (mismanagement) داریم اول باید سراغ آن برویم.

وداد فامورزاده: ما الان سه گروه در پیش رو داریم، یک بخش مردم، یک بخش وزارت کشاورزی و یک بخش وزارت نیرو، با توجه به مطالعاتی که شما انجام داده‌اید و اینکه زمان محدود است شما به سراغ کدامیک می‌روید؟ فرض کنید شما یک سرمایه دارید می‌خواهید سرمایه گذاری کنید این سرمایه را صرف فرهنگ سازی برای مردم می‌کنید یا آوردن تکنولوژی جدید برای کشاورزی و یا به مسائل سدها بپردازیم؟ اولویت به نظر شما در کجاست؟

استاد ثبوتی: من به سراغ مدیریت کلان کشور می‌روم. مغز طراحان مدیریت فعلی را عوض می‌کنم. زیرا مشکل سوء مدیریت است. شما نمی‌توانید بگویید همه صبر کنند تا من بگویم چه کاری باید انجام دهیم. به جامعه هشتاد میلیونی نمی‌توان گفت صبر کنید تا من بگویم چه باید انجام دهید.

وداد فامورزاده: شما فکر می‌کنید، بعضی از این راهکارها و باورهای فرهنگی قدیمی بتواند در این بحران جدید به ما کمک کند، یعنی ما بتوانیم از آنها استفاده کنیم؟ می‌توان از اطلاعات و راهکارها گذشته مجدداً استفاده کرد در رویایی با این مشکل؟

استاد ثبوتی: من هیچ چیز در گذشته نمی‌بینم که بتواند به این مشکل کمک کند و کاربرد داشته باشد. دنیای امروز دنیای متفاوت و پویایی است. ماشین بر اخلاق، رفتار و اعتقادات شما تاثیر می‌گذارد. تکنولوژی و دانش value free نیست، روی ارزش‌های اخلاقی، فرهنگی و اجتماعی تاثیر می‌گذارد. ما فکر می‌کنیم، آمریکا و اروپا ماشین، تکنولوژی‌شان خوب است و می‌توانیم اینها را بخریم. اما، اخلاق، مدیریت و سیاستش بد است و می‌توانیم این دو را از هم جدا کنیم. اینها همه باهم هستند. وقتی ما از صنعت آمریکا استفاده می‌کنیم، شاید فرهنگ همجنسگرایی (homosexuality) را هم باید قبول کنیم.

وداد فامورزاده: ورود تجدد و مدرنیته به ایران با کسانی بوده است که توسط عباس میرزا برای آموزش به فرنگ فرستاده شدند که

۵ یا ۶ ساعت بر روی زمین می‌تابد اگر بتوانید جمع آوری کنید انرژی برای مصرف یکسال خواهید داشت. حتی با در نظر گرفتن رشد جمعیت، کمبود انرژی نداریم.

وداد فامورزاده: پس با تکنولوژی جدید برای مثال گلخانه‌هایی که مناسب طراحی شده باشند و با استفاده از انرژی خورشید حتی با رشد جمعیت با راه تکنولوژی می‌توانیم مشکل را حل کنیم.

استاد ثبوتی: من می‌گویم اگر تکنولوژی این مصیبت را به بار آورده است خود تکنولوژی راه چاره است. حتما این طور است.

وداد فامورزاده: بعضی از دانشمندان این بحران محیط زیستی را مثل شما پذیرفته‌اند و به سراغ آن رفته‌اند. بعضی هم انکار کرده‌اند. در اختر فیزیک ممکن اختلاف نظرهایی باشد که روی آنها بحث علمی شود ولی همه دانشمند هستند. بعضی‌ها معتقدند اینجا یکسری دانشمند توسط کمپانی‌های نفتی استخدام می‌شوند که از طریق روش‌های علمی نتایج تحقیقات محیط زیستی را به چالش بکشند. نظر شما درباره این منکرین بحران محیط زیست چیست؟

استاد ثبوتی: یک زمان شما با مسئله ساده‌ای مثل عرض و طول این اتاق چقدر است روبرو هستید. ولی وقتی با مسئله گرم شدن زمین و کم شدن بارش مواجه هستیم، ما توجه می‌کنیم به اینکه گیاهان، خاک و آب چگونه واکنش نشان می‌دهند. در آن هنگام عکس العمل آب بر خاک و خاک بر موجودات زنده و بالعکس چه نوع تعامل (interaction) خواهد داشت. از این نظر خیلی چیزها را نمی‌دانیم. بنابراین کسی به عنوان یک محقق در محدوده آن آزمایش ممکن است با توجه به معلومات به یک نتیجه برسد و دیگری در کمال صداقت به نتیجه دیگری برسد. چون شرایطشان یکسان نیست. اگر منصف باشیم آزمایش‌ها چند بار تکرار می‌کنیم تا به توافق برسیم، و یا عجولانه ممکن است بعضی‌ها دست به رد کردن یکدیگر و اتهام به هم بزنند.

اعتماد: با توجه به تجربه شما چقدر فکر می‌کنید ایران به جامعه جهانی در این موضوع تغییر اقلیم پیوسته است؟ در سطح همین تحقیقات، آمادورفت‌ها و روابط intergovernmental دولت‌ها که خودتان نقش داشته‌اید احساس‌تان چیست؟ که ما به صورت متعهد درآمده‌ایم؟ یا هنوز گام‌هایی باید برداریم.

استاد ثبوتی: آنهایی که متعهدانه عمل کردند در دنیا بسیار محدود هستند. ژاپن، آلمان، فرانسه و مقدار قابل توجهی اروپای شمالی و غربی. البته آمریکا بستگی به رئیس‌جمهورش دارد، اگرچه در آمریکا دولت تاثیر بسیار کمی بر بخش خصوصی دارد و صنعت

منابع زمین بینهایت است و در تصرف ما است پس هر آن طور می‌خواستیم مصرف می‌کردیم. و فکر می‌کردیم تمام نشدنی است. اما بعد متوجه شدیم این طور نیست. زمین محدود است و باید عاقلانه مصرف کنیم. بشر به این استنباط رسیده است که منابع محدود است و نمی‌توان هر آنچه آلومینیوم، نفت و گاز هست استخراج کنیم و مصرف کنیم چون همه محدود هستند و تمام خواهد شد و محیط را هم با این روند آلوده خواهیم کرد. آب، اقیانوس و هوا و بر روی محیط زیست تاثیر خواهی گذاشت.

وداد فامورزاده: راه کار چیست؟ آیا انرژی پاک، تکنولوژی جدید یا فن آوری جدید در تولید منابع غذایی است؟ مثلا کشت محصولات که آب کمتری مصرف می‌کنند.

استاد ثبوتی: راه حل‌های کوتاه مدت همین‌ها هستند. اگر شما هلند بروید متوجه می‌شوید در گلخانه‌هایش چه فن آوری‌های جدیدی به کار می‌گیرند. اگر آب نداریم، می‌خواهیم محصول کشاورزی داشته باشیم یک راه این است که در فضای محدود این کار انجام دهید که اگر بخشی از آب جذب و ما بقی تبخیر شد در همان محیط گلخانه باقی بماند.

وداد فامورزاده: در سال ۱۹۷۲ در دانشگاه ام آی تی یک مدل سازی کامپیوتری انجام دادند و نتایج در کتابی به نام حد رشد ('limit of growth) منتشر کرده‌اند که در آن رشد اقتصادی، رشد جمعیت، رشد مصرف مواد غذایی و منابع طبیعی و رشد آلودگی محیط زیست در نسبت با محدودیت منابع طبیعی مدل سازی شده بود. پیش بینی آخر زمانی و نابودی کرده بودند. برخی این نتایج را رد کردند. در سال ۲۰۱۴ نتایج دوباره در دانشگاه ملبورن دوباره بررسی شد و نشان داده شد نتایج قبلی با روند طی شده در چهل سال گذشته همخوانی دارد. به نظر شما این پیش بینی آخر زمانی درست است؟

استاد ثبوتی: من می‌توانم این را قبول کنم، برای اینکه اگر شما منابع را خوب تخمین بزنید با نحوه مصرف می‌توانید بازه زمان را مشخص کنید. منطق بسیار ساده است اگر بدانید چه دارید با توجه به چگونگی مصرف به راحتی می‌توان زمان بندی کرد.

وداد فامورزاده: آیا به نظر شما تغییر اقلیمی به یک مرز رادیکال محدودیت منابع طبیعی رسیده است؟ با توجه به اطلاعات گردآوری شده توسط شما در این مجموعه ۶۰۰ صفحه‌ای؟

استاد ثبوتی: یک مثال می‌زنم. اگر بگوییم سوخت فسیلی دارد تمام می‌شود خورشید بقدر کافی انرژی می‌تاباند با تخمین همین فوتولت‌هایی که داریم می‌توانیم بگوییم انرژی را که خورشید در

خصوصی دولت را به دنبال خود می‌کشد. شاید تا حدی ترکیه از ما جلوتر باشد.

وداد فامورزاده: آقای دکتر خالصی مشکل را در دسترسی به امکانات می‌دانستند. و حالا که ما وارد این معاهده شده‌ایم قطعا به یکسری ردیابی‌هایی نیاز داریم که دقیق باشند برای شناسایی و به دست آوردن اطلاعات. بر اساس مثال شما دو دانشمند برای رسیدن به نتایج درست نیاز به شرایط یکسان دارند که بخش امکانات و ابزار پیشرفته خودش در این مسئله نقش مهمی بازی می‌کند. حالا ما با این دنیا همراه شدیم، ولی آنها با ما قرار داد می‌بندند اما امکانات به ما نمی‌دهند. با نبود امکانات ما چطور می‌توانیم به نتایج درست برسیم؟

استاد ثبوتی: دکتر خالصی با توجه به کار آزمایشگاهی‌اش مسائل را متفاوت‌تر می‌بیند اما من نگاه کلان‌تر به مدیریت دارم. ما هر آنچه در ایران انجام می‌دهیم از تربیت دانشجو و ساخت قطعه و.. گران تمام می‌شود. و مانع ورود ما به عرصه رقابت بین المللی می‌شود. سوال اصلی ما باید این باشد که چگونه مدیریت کنیم که کارها و محصولاتمان ارزان تمام شود و بتوانیم رقابت کنیم.

اعتماد: حتی بعضی‌ها در کمین نشستند تا منافع اقتصادی‌شان در این بحران جلو ببرند. و به دنبال تعریف پروژه اقتصادی خودشان هستند.

و تاجرش کار خودش را دارد انجام می‌دهد. برای مثال کالیفرنیا بیشترین تاثیر در کاهش گاز گلخانه‌ای با تغییر ماشین‌هایش داشته است. حتی اگر دولت امریکا از معاهده پاریس بیرون بیاید صنعتش به آن گوش نمی‌کند. چون صنعتش مطمئن است مسئله‌ای وجود دارد و اگر به دولت گوش بسپارد ورشکست خواهد شد. در بقیه دنیا دولت‌ها هستند که به جامعه انگیزه می‌دهند، مثلا چین متوجه بحران شده و علاقه‌مند است محیط‌اش را تمیز نگه دارد و سیاست‌های روزهای اولش را کنار گذاشته است و متوجه شده علم است که به امریکا و اروپا قدرت داده است. پس بر روی علم خودش بسیار سرمایه گذاری می‌کند. ما هم چنین روالی را داریم. منتها دیر به صرافت افتاده‌ایم و کند حرکت می‌کنیم. تا ده سال پیش ما اشراف لازم را نداشتیم. اما تازگی‌ها بعضی از این مسائل وارد کتاب‌هایمان می‌شود.

وداد فامورزاده: در ایران بخش خصوصی و دولتی با توجه به مثال بخش خصوصی امریکا زدید چگونه عمل می‌کند؟ در هر کدام از این لایه‌ها چه عاملیت agency وجود دارد؟ مسئولیت‌ها چگونه است؟

استاد ثبوتی: نظام ما عمدتا وابستگی ما به دولت است، عادت کرده‌ایم دولت به ما بگوید چکار کنیم. بخش خصوصی ما مبتکر نیست که دولت را به دنبال خود بکشاند. برعکس در غرب بخش