مجله استعدادهای درخشان ۲۱/سال ششم شماره ۱/ بهار ۱۳۷۶
Exceptional Talents, 1997 (Spring) Vol. 6 , No 1

گزارش مطالعه در انستیتوی فعالیتهای عالی عصبی و انستیتو پاولف روسیه

بی‌گمان فعالیتهای گروهی دانشجویان در هر سطحی از دوران تحصیلشان، متضمن رشد و تعالی دانشجویان آینده و نیز خود آنها خواهد بود. دوستان ارجمندی که در گروه عصب‌شناسی سمپاد مشغول مطالعه و تحقیق هستند، همواره از حمایتهای بی‌دریغ سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان و ریاست محترم آن، که همواره در تهیه منابع علمی و مکان این گروه پیگیری و کوشش نموده‌اند، بهره‌مند بوده‌اند.

این سفر علمی – که با ارائهٔ کارهای گروه عصب‌شناسی سمپاد به «انستیتوی فعالیتهای عالی عصبی» و «انستیتوی پاولف» روسیه و اخذ دعوتنامه از این دو بود و در جهت پیشبرد مطالعات عصب‌شناسی و آشنایی بیشتر این گروه با فعالیتهای علمی بین‌المللی در رشتهٔ عصب‌شناسی انجام شد – با حمایت پیگیر و بی‌دریغ ریاست محترم سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان، همراه بود. امید است در فصل جداگانه‌ای گزارش این حمایتها و تلاشها به استحضارتان برسد. متن ذیل حاوی کلیات گزارش علمی این دو انستیتو می‌باشد.

آرش یزدانبخش ، آرش فضل ، سیدرضاافراز

○ ○ ○ ○

در این سفر گروه سه‌نفرهٔ ما موفق به مطالعه در دو انستیتو گردید:

انستیتوی فعالیتهای عالی (برتر) عصبی[1] (IHNA) در مسکو و انستیتوی پاولف[2] در سن پترزبورگ (لنینگراد سابق). (وجه تسمیهٔ انستیتوی اول نامی است که پاولف به اعمال عالی دستگاه اعصاب مرکزی داده است.) IHNA در جنوب غربی مسکو که اکثر مراکز علمی و دانشگاهی در آن بخش متمرکز هستند،

قرار دارد و شامل پنجاه آزمایشگاه است. این رسم متمرکزسازی از زمان اتحاد شوروی سابق باقی مانده است. شما در IHNA می‌توانید انواع رویکردها را به مطالعهٔ مغز نظاره کنید. این رسم در ممالک غربی وجود ندارد و همکاری چند انستیتوی نه چندان بزرگ در سراسر کشور، برای رویکرد به یک مسأله، تشریک مساعی می‌کنند. برای مثال انستیتوی ماکس پلانک آلمان کتابخانه ندارد بلکه تنها کارتی به شما می‌دهد تا از هر کتابخانه‌ای در آلمان بتوانید کتاب دریافت کنید. هزینهٔ IHNA – که زیرمجموعهٔ آکادمی علوم شوروی است – توسط دولت کمونیستی تأمین می‌گردید بنابراین پس از فروپاشی اتحاد شوروی و نابسامانیهای اقتصادی، IHNA دچار مشکلات مالی بسیاری شده است تا حدی که پرداخت حقوق محققین، نامنظم و برای ادارهٔ زندگی ساده، ناکافی گردیده است. (در حالی که امکانات و منابع مالی قبل از ۱۹۹۱ از آسمان می‌باریده است.) این ضربهٔ نامنتظره تا حدود دوسال، تمام فعالیتهای انستیتو را مختل کرد ولی بعد از آن اساتید و پژوهشگران به تدریج راه جذب پشتوانه‌های مالی [۳] را از تجار و بعضی مراکز ویژه در غرب یافتند و با تکیه بر بنیهٔ قوی و بالای علمی و عرضهٔ مقالات و یافته‌های خود به مراکز بین‌المللی، به مرور چرخ تحقیق و پژوهش را در انستیتو به گردش درآورده‌اند.

شروع کار در انستیتوی فعالیتهای عالی عصبی

پس از پیاده شدن در فرودگاه نه چندان مدرن مسکو، توسط دکتر الکساندر سرگیویچ تیخامیرف [۴] استقبال شدیم. همچنین دکتر علی مقیمی که از دانشجویان برجستهٔ ایرانی مقیم مسکو در رشتهٔ نور و فیزیولوژی و آقای قربانی از طرف سفارت ایران – به سفارش جناب آقای دکتر اژه‌ای – به استقبالمان آمده بودند. با این هیأت استقبال دیگر جایی برای حس غریبی و ناآشنایی باقی نمی‌ماند! همراه دکتر تیخامیرف با خودروی سفارت، به سفارت ایران رفتیم و الحق که از سفارت روسیه در تهران خیلی بهتر و زیباتر بود. (ما ازاین‌بابت احساس غرور کردیم.) سپس بدون درنگ به IHNA رفتیم و کارمان را شروع کردیم. با دکتر شولف[۵]، رییس بخش بینایی انستیتو – که دعوت ما از طرف او بود – ملاقات کردیم. او بعد از گفتگو با ما و پرسیدن علایق ما، برنامه‌ای برای بازدیداز مراکز مختلف انستیتو تنظیم نمود. انستیتو

ساختمانی شش طبقه داشت. چهار آزمایشگاه در طبقهٔ پنجم مربوط به دکتر شولف بود و تحقیقات بینایی در آنها انجام‌می‌گردید. دکتر تیخامیرف در یکی از آنها که مربوط به ثبت‌تک‌سلولی[۶] بود، کار می‌کرد. از زمان هوبل[۷] و ویزل[۸] سلولهای حساس به جهتی خاص در ناحیهٔ ۱۷ مغز - یا همان منطقهٔ اول بینایی(V_1) - شناسایی‌شده‌اند (سلولهای میله‌یاب). ولی دکتر شولف و تیم او با ثبت رفتار تک‌سلولی در این منطقه نشان داده‌اند که بخش قابل توجهی از این سلولها عملاً میله‌یاب[۹] نیستند بلکه به اشکالی صلیب مانند[۱۰] و زاویه‌مانند[۱۱] تا سه برابر و حتی در مواردی تا ۱۷ برابر بهتر پاسخ می‌دهند. این تحقیق هنوز در کتب مرجع چاپ نشده ولی مورد قبول محققین جهانی واقع شده است. در روش ثبت تک‌سلولی، حیوان آزمایشگاهی (در اینجا گربه) در دستگاه استریوتاکسی قرار می‌گرفت و سوراخی در جمجمه‌اش باز می‌شد و پردهٔ سخت شامه به ملایمت کنار زده می‌شد و الکترود شیشه‌ای مخصوصی وارد مغز می‌گردید که به ترتیب به تقویت‌کنندهٔ اول[۱۲] و بعد آمپلی‌فایر اصلی و سپس به دستگاه ADC[۱۳] و بالاخره به کامپیوتر وصل می‌گردید و کامپیوتر پاسخ سلولهای ناحیهٔ ۱۷ را به محرکهای دلخواه ما که روی مانیتور نمایش داده می‌شد، ثبت می‌کرد.

حرکت الکترود به داخل مغز با دقت ۱ میکرون تنظیم می‌گردید. بنابراین یک الکترود می‌توانست در اعماق مختلف مغز، سلولهای مختلفی را پیدا کند و پاسخ آنها را ثبت کند.

آزمایشگاه دیگری که زیر نظر دکتر شولف کار می‌کرد، آزمایشگاه EEG[۱۴] بود که به مطالعهٔ ریتم منظم امواج آلفا روی قشر پس‌سری و تداخل عمل آن با فعالیت دستگاه عصبی بینایی می‌پرداخت. گاهی به‌علت‌حرکت خاص این موج در قشر مغز و در شرایط خاص آزمایشگاهی می‌شد برای فرد مورد آزمایش، توهمات‌بینایی به‌وجود آورد.

در یکی از آزمایشگاههای طبقهٔ دوم دکتر ایوانیتسکی[۱۵] - که فرزند یکی از محققین مشهور روسیه به نام پروفسور ایوانیتسکی بود - روی انجام آزمایشهای رفتاری با رویکرد به EEG کار می‌کرد. فرد مورد آزمایش بایستی به سؤالاتی در مورد رابطهٔ فضایی اشیا و نیز به سؤالاتی در مورد معلومات عمومی و معماهای کلامی پاسخ می‌داد و در همان حین امواج EEG او ثبت می‌گردید. اصل کار از اینجا شروع می‌شد. با انجام FFT[۱۶]، امواج EEG به فرکانسهای مختلف تشکیل‌دهندهٔ آن شکسته می‌شد. سپس هم‌فازی[۱۷] این امواج در سطح سر محاسبه می‌شد و مقدار هم‌فازی از ۱ تا صفر درجه‌بندی می‌شد. سپس مناطق با هم‌فازی‌خاص با

یک رنگ و همین طور مقادیر مختلف هم‌فازی، با رنگ‌های مختلف نمایش داده می‌شد و شما سطح مغز را به صورت یک نقشهٔ توپوگرافی مشاهده می‌کردید. تا اینجای کار معمول است. نکتهٔ جالب در کارهای ایوانیتسکی این بود که با آنالیزهای دقیقتر، ارتباطِ مناطقِ مختلف کورتکس را با توجه به این نقشه به دست می‌آورد و عملاً در اثبات تئوری پدرش (پروفسور ایوانیتسکی) که واحدهای پردازشگر را برای اعمال خاص پیشنهاد می‌کرد، گام برمی‌داشت. در آزمایش فوق‌الذکر کوشش این بود که نشان داده شود، امواج مغزی در دو نوع فعالیت «تصور فضایی، بصری» و «تفکر گزاره‌ای و کلامی» متفاوت است. پس از بررسی این دو نوع EEG به وسیلهٔ یک شبکهٔ عصبی مصنوعی این امر ثابت‌می‌گردید و شبکهٔ عصبی‌مصنوعی قادر می‌گشت بابررسی موج ارائه‌شده، قضاوت‌کند که فرد در حال چه نوع فعالیتی بوده است. در آزمایشگاه دکتر ژاوورونکوا[۱۸] از همین‌روش‌برای بررسی مراحل بیهوشی و نیز تفاوتهای افراد سالم و قربانیان انفجار نیروگاه اتمی چرنوبیل استفاده می‌شد. او همچنین به تفاوتهای افراد به اصطلاح غیرعلمی چپ‌دست و راست‌دست و نیمکره‌های چپ‌وراست مغز علاقمند بود. نکتهٔ جالب در مورد او این بود که به هر مسأله‌ای به عنوان سوژه‌ای برای آزمایش نگاه می‌کرد؛ مثلاً وقتی ما تقویمها و وسایل یادداشتمان را جلوی او باز کردیم، با علاقمندی اظهار کرد که حروف و نوشتنتان و نیز باز کردن کتابهایتان برعکس ماست و شاید این به علت تفاوتهای مغزی باشد!

در آزمایشگاه جالب دیگری دکتر باگدانف[۱۹] روی ارتباط خاص بین نرونی و تغییرات سریع آنها هنگام تغییر رفتار حیوان آزمایشگاهی کار می‌کرد. روش کار ثبت برون‌سلولی[۲۰] در موجود زنده(Invivo) بود. مبنای این روش، یک دسته الکترود فلزی کنار هم بود که هر کدام از آنها پاسخ یک دستهٔ ۸-۷ نرونی را ثبت‌می‌کردند. با درخواست ما دکتر باگدانف روش ساخت این الکترودها را عملاً نشانمان داد. هنگام مشاهدهٔ روش، به این فکر افتادیم که همین‌روش را برای کار روی قشر بینایی مغز به کار ببریم. وقتی نظرمان را به دکتر باگدانف هم گفتیم، در کمال تعجب به ما گفت ایرادی ندارد ولی حتماً در مقاله‌تان قیدکنید که در این کار از روش باگدانف برای ساخت الکترود استفاده کرده‌اید! او به ما گفت این روش ابداع خود او است و تا قبل از آن، از دسته الکترودی استفاده می‌شده است که امکان اندازه‌گیری دقیق فواصل بین الکترودهای آنها وجود نداشته است. درهنگام آزمایش روی موجهایی که از

هر یک از الکترودها دریافت می‌شد، عمل هم‌ارتباطی [۲۱] انجام می‌گرفت و موجهای تکرار حذف‌می‌گردید. سپس معین می‌شد که بین کدام موجها ارتباط تنگاتنگتری وجود دارد (پس از انجام اعمال فوق، هر موج یا Spike عملاً نشان‌دهندهٔ یک سلول عصبی بود) و میزان‌ارتباط به‌عنوان قدرت ارتباطی دو سلول عصبی تلقی می‌گردید. باگدانف تغییر این ارتباطها را در جریان دو فعالیت «صبر کردن خاموش» و «صبر کردن فعال» نشان داده بود . یعنی حیوانی که منتظر یک‌قطعه‌خوراکی بود اول بدون عجله و آرام صبر می‌کرد ولی وقتی که زمان غذا خوردن نزدیک می‌شد حیوان بی‌صبر می‌گردید.

در آزمایشگاه دکتر پاولوا روی ایجاد مکانیسمهای شرطی شدن پاولفی در سگها کار می‌شد. حیوان یاد می‌گرفت که برای به دست آوردن گوشت باید وضعیتی به خود بگیرد که کاملاً با شکل رفتار عادی و غریزی او تفاوت داشت. سگ معمولاً دست و سر خود را در یک جهت خم می‌کند ولی اینجا او می‌بایست در دو جهت متفاوت خم می‌کرد! به غیر از ثبت سلولی، محققین این رشته، ایجاد ضایعات مغزی را در قسمت خاصی از قشر روی تشکیل این یادگیری - قبل و بعد از یادگیری - مطالعه کرده بودند.

در طبقهٔ آخر انستیتو آزمایش کوچک و ابتکاری حلزونها که دکتر زاخارف[۲۲] در آن کار می‌کرد جلب توجه می‌نمود. حلزون موجود شگفت‌انگیزی است! می‌توان آن را راحت شرطی کرد و چون تعدادکمی سلول‌عصبی‌دارد، شما می‌توانید در سطح نرونی شبکهٔ عصبی مسؤول این رفتار را پیدا کنید! اندر عجایب این موجود این نکته که اگر مغز یک‌حلزون‌را بیرون‌آورید و به‌یک حلزون دیگر پیوند بزنید، حیوان دوم دو شاخک جدید درمی‌آورد و چهار شاخکه می‌شود! منظور این که حیوان بسیار مقاوم و مستعدی برای آزمایشهای ابتکاری مختلف می‌باشد. آرش افراز آن قدر موی دماغ دکتر زاخارف شد که علاوه بر انبوهی از کتاب و مقاله و مجله توانست یک ظرف پتری حاوی یک کودکستان بچه‌حلزون نژاد مدیترانه‌ای از دکتر زاخارف بگیرد. در تمام طول این سفر کودکستان عجیب در جیب کت او قرار داشت و او به آنها غذا و هوا می‌داد!

دکتر زاخارف ضمناً با آزمایشگاه Photo imaging همکاری داشت و مدلهای رفتاری حیوان را با این وسیله هم مورد ارزیابی قرارمی‌داد. کار این آزمایشگاه تصویربرداری از فعالیت عصبی‌است و براساس تغییر جذب نوری نرون، هنگام فعالیت و در نتیجه تغییر تصویر بازتاب نور از شبکهٔ نرونی، زیر میکروسکوپ بنا شده است. لازم به ذکر است که تغییر

در بـــــازتاب نـــــور، تـــوسط مجموعه‌ای‌ازمقاومتهای‌نوری‌ثبت‌می‌شد زیرا دوربین ویدیویی دقت زمانی (نـه مکانی) لازم برای این کار را ندارد.

در یکی دیگر از اتاقهای طبقهٔ ششم به آزمایشگاه دکـتر فـرولف [۲۳] رفـتیم کـه یک ریـاضی‌دان بـود و عـملاً روی تئوریهای حرکتی کار می‌کرد. او بعد از فـروپاشی شـوروی سـابق بـا یکـی از آزمایشگاههای دانشگـاه پـیر و مـاری کوری فرانسه همکاری می‌کرد، بـدین صورت که تحقیقات آزمایشگاهی در فـرانسـه انـجام مـی‌شد و مـدلسازیهای ریاضی در روسـیه. بـا پـیگیریهایی کـه انجام دادیم، دکتر فرولف کتابی حاوی معلومات ریاضی برنامه‌ریزی برای EEG و سایر اعمال مورد نـیاز در مـطالعات مختلف عصب‌شناسی را در اختیارمان قرارداد. اکنون‌که صحبت به اینجا رسید اجازه دهید کمی به عـقب بـرگردیم و توضیح دهیم که چرا این کتاب این قدر برای ما مهم بود. باگزارش فشرده‌ای که از نظرتان گذشت احتمالاً دریافته‌اید که درکارهای عصب‌شناسی، روسها چقدر روی EEG تأکید می‌کنند. ما به این نتیجه رسیدیم که یک دلیل عمدهٔ ایـن کـار، ارزانـــی تکـــنیک است. روســـها آزمایشگاههای ثروتمندی‌ندارند و شما اگر یک کامپیوتر خوب و برنامهٔ مناسب را داشته باشید، عملاً نصف وسـایل را دارید؛ می‌ماند یک آمـپلی‌فایر و یک مبدل آنالوگ به دیژیتال؛ نـه دارو، نـه مـواد شـیمیایی. بـا داشـتن ایـنها شـما می‌توانید هر چه دلتان بخواهد آزمایش کنید. ولی نکتهٔ مهمی که وجود دارد و پس از بـحثهای فـراوان و سـر و کـله زدنهای‌زیاد با روسها به‌آن رسیدیم این است که در طول آزمایش، نیاز شما به عنوان پژوهشگر تغییر می‌کند و باید در این ارتباط، برنامهٔ کامپیوتری شما هـم تغییر کند. این بدان معنی است که شما باید نویسندهٔ برنامه را همواره در کـنار خود داشته باشید و یا این که خـودتان نویسندهٔ برنامه باشید. حالت سـوم ایـن است کـه بـرنامهٔ شـما آنـقدر حـالات انتخاب داشته بـاشد کـه شـما بسـته بـه نیازتان هـر پـارامـتری را مـی‌خواهـید، انتخاب کنید. حالت سوم مردود است: نوشتن چـنین بـرنامه‌ای نـه تـنها بسـیار پرهزینه‌وگران‌قیمت است بلکه گاهی از نظر عملی نیز غیرممکن است. در مورد دو حالت اول و دوم باید بگویم که هر دو در انســـتیتو وجـــود داشـــتند: در آزمایشگاه دکترشولف دو تن برنامه‌ریز وجود داشتند –که یکی از آنها به نـام دکـــتر شـارایـف [۲۴] اطـلاعات تکـنیکی بسیاری در اختیار ماگذاشت – و حالت دوم هم دکتر لئونید الکساندرف [۲۵] بود که شـــخصاً بـــرنامه‌هایش را مـی‌نوشت و اصلاحات لازم را طبق‌شرایط آزمایش انجام می‌داد. برنامهٔ مربوط بـه سـیستم بینایی گران، (در حدود هزار دلار) بود

و ما برای این که قادر باشیم دانش فنی برنامه‌نویسی را به دست آوریم، کتاب دکتر فرولف گنج بی‌نظیری به حساب می‌آمد. دکتر فرولف توضیح داد که همهٔ برنامه‌هایش را شخصاً می‌نویسد و بر حسب نیازهایش تغییرات لازم را در آنها می‌دهد. مرجع اصلی او همین کتاب بود که با جمع کردن حقوق چند ماهش خریده بود. بنابراین از آن کتاب یک فتوکپی تهیه کردیم. در طبقه چهارم، آزمایشگاه جالبی در زمینهٔ هوشیاری [۲۶] زیر نظر دکتر کاستاندوف [۲۷] اداره می‌شد که در آن زمان روی ناخودآگاه تحقیق می‌کردند. حالات ناخودآگاه فرد که روی اعمال او تأثیر می‌گذارد، set نامیده می‌شود. آزمایش جالب این گروه چنین بود: می‌دانید که الفبای روسی تفاوتهای زیادی با غربی دارد؛ مثلاً حرف S در الفبای روسی یا سریلیک وجود ندارد و حرف P در روسی صدای R می‌دهد یا B صدای V می‌دهد. پس مسلم است که کلمهٔ SARB روسی نیست چون S دارد. فرد مورد آزمایش کلماتی نظیر این‌را که مشخصاً روسی نیستند می‌بیند و باید آنها را بلند بخواند. بعداز سی کلمهٔ این‌چنین، بدون اطلاع فرد به او کلماتی دوپهلو نشان داده می‌شود که هم می‌شود آنها را به روسی وهم‌به انگلیسی خواند؛ مثل CAP که در روسی «سار» ودر انگلیسی «کَپ» خوانده می‌شود. منتها این کلمات اخیر تنها در روسی دارای معنی هستند و اگر به صورت انگلیسی خوانده شوند، بی‌معنی خواهند بود. ولی فرد به علت حالت درونی خود -که به انگلیسی خواندن عادت کرده است - متوجه این تغییر نمی‌شود و همیشه اولین کلمهٔ دوپهلو را انگلیسی می‌خواند. البته این که تا چه حد به اشتباه ادامه می‌دهد، بستگی‌به نوع فرد(!) دارد. افرادرا با این آزمایش به دو نوع تقسیم می‌کردند. یک سری افرادی که کمتر از ۶ کلمه را اشتباه‌می‌خواندند، افراد ناپایدار [۲۸] نامیده می‌شدند (زیرا حالت‌درونی یا set ایجاد شده‌درآزمایش‌کوتاه‌مدت بود).افرادی هم که بیش از ۶ کلمه را اشتباه می‌خواندند افراد پایدار [۲۹] می‌گفتند. نکتهٔ جالب اینجا بود که امواج مغزی (EEG) این افراد در منطقهٔ پیشانی [۳۰] متفاوت بود و افراد ناپایدار فعالیت بیشتری در این منطقهٔ مغز داشتند! می‌دانستیم که منطقهٔ پیشانی با «توجه کردن» ارتباط دارد و به این‌خاطر، آزمایش بسیار برایمان جالب بود.

در آزمایش ترمورادیوگرافی که در آزمایشگاه دیگری انجام می‌شد، امواج مادون قرمز از سطح مغز ثبت می‌کردید و می‌شد با آن نقشهٔ مناطق مغزی را در حین انجام فعالیتهای گوناگون رسم کرد. ایراد تکنیک این بود که بایستی جمجمه باز می‌شد زیرا جمجمهٔ ضخیم باعث جذب این امواج می‌گردید ولی در حین

عمل جراحی تکنیک سودمندی بود.
در یک بررسی کلی انستیتوی فعالیتهای عالی عصبی در اکثر موارد رویکردی کل‌گرایانه به سیستم اعصاب در بخشهای مختلف آن داشت زیرا EEG فعالیت مناطق زیادی از قشر مغز را به اطلاع ما می‌رساند. البته در موارد ویژه‌ای مانند تکنیکهای ثبت تک‌سلولی این دیدگاه وجود نداشت ولی این موارد هم جزیی از یک نگرش کل‌گرایانه را نشان می‌داد که در کارهای دکتر شولف پیگیری می‌شد. ما هیچ‌گاه قبل از آن به اهمیت EEG در کارهای تحقیقاتی تا این درجه پی نبرده بودیم. به عنوان دانشجویان پزشکی، ما از EEG تنها موارد استفادهٔ محدودی در تشخیص صرع و یا تعیین کانون سرطانی در مغز و نظایر آن استفاده می‌کردیم ولی در IHNA شاهد بودیم که چگونه با کمی پردازش امواج [۳۱] می‌توان اطلاعات دقیقتی از همین EEG ارزانقیمت به دست آورد و نقشهٔ دوبعدی از سطح مغز – و یا حتی با پردازشهای پیچیده‌تر نقشهٔ سه‌بعدی – آن را دید و همینطور شاهد بودیم که چطور در این نقشه‌ها امواج خاصی با سرعت بسیار زیاد روی سطح مغز منتشر می‌شود.
بعد از فروپاشی اتحاد شوروی سابق،مغزهای علمی این کشور به دنیای ثروتمند غرب جذب شده‌اند ولی هنوز ارتباط خود را با سرزمین خود حفظ کرده‌اند. یکی از این مهندسان هوشمند را به نام ولادیمیر کونیچوف [۳۲] در مؤسسه دیدیم. او در کمپانی بزرگ نیکون ژاپن کار می‌کرد و با طرح یک برنامهٔ عظیم توانسته‌بود اطلاعات سه‌بعدی از EEG به دست‌آورد و محل دقیق ایجاد امواج را در حین فعالیت خاص ذهنی مثل سخن گفتن یا مثلاً در جریان حرکت یک انگشت خاص نشان دهد. برنامهٔ عظیم او همچنین می‌توانست‌اطلاعات حاصل از تصویرنگاری تشدید مغناطیسی[۳۳] را با این داده‌ها تلفیق نماید. این کار او کمک شایانی به‌مشخص‌کردن‌محل‌دقیق مراکز درگیر در فعالیت ذهنی می‌نمود.

در انستیتوی پاولف چه دیدیم

از ابتدای سفر تصمیم گرفته بودیم که پس از مرحلهٔ مقدماتی آشنایی با انستیتو –که اکثر بازدیدها به همین مرحله ختم می‌شوند – باز هم در مورد فعالیتها و پژوهشها کندوکاو کنیم (چون تازه در این حالت است که نتایج ارزشمند به دست می‌آیند و کار از یک بازدید صرف فراتر می‌رود. به همین علت تصمیم گرفتیم که از کل ۲۰ روزی که در روسیه هستیم، ۱۵ روز را به مسکو

و انستیتوی IHNA اختصاص دهیم که حاصل آن هم کتاب دکتر فرولف و حلزونهای دکتر زاخارف و مقالات متعدد و اطلاعات تکنیکی زیاد بود. ضمناً توانستیم برنامه‌های کامپیوتری دکتر شارایف را هم به دست آوریم. به همین علت برای مؤسسهٔ تحقیقاتی پاولف در سنت‌پترزبورگ تنها سه روز فرصت داشتیم که همان را هم غنیمت شمردیم. برای این که وقت مفیدمان در سفر گرفته نشود، شب هنگام از مسکو با قطار عازم سنت‌پترزبورگ شدیم و صبح آمادهٔ دیدن انستیتو پاولف بودیم. قبل از رسیدن به آنجا برایمان گفته بودند که تنها یک ساختمان به انستیتو در داخل شهر اختصاص دارد ولی در خارج شهر (یک ساعت راه با اتوبوس)، دهکده‌ای به نام کالتوشه به طور ویژه به پاولف و تحقیقات فیزیولوژیک اختصاص داده شده است. معروف است که لنین برای نگه داشتن پاولف در شوروی سابق، این دهکده را برای تحقیقات او اختصاص داده است. همان تمرکزگرایی زمان کمونیسم هم در کالتوشه به چشم می‌خورد. هر ساختمان این دهکده پژوهشکدهٔ یک سیستم بدن مثل دستگاه گوارش، دستگاه قلب و عروق، دستگاه تنفس و . . . بود و ساختمان مرکزی دهکده اختصاص به تحقیقات سیستم عصبی داشت. متأسفانه به علت نبود داروها و مواد شیمیایی آزمایشگاهی، قسمت آزمایشگاههای بیولوژیک غیرفعال بود و تنها آزمایشهای رفتاری و EEG در آن جریان داشت. دکتر شلپین [۳۴] که میزبان ما به حساب می‌آمد، روی تشخیص فرکانسهای فضایی (مثل تصاویری که از تداخل امواج نور ایجاد می‌شوند) کار می‌کرد و نشان داده بود که بیشترین حساسیت چشم در فرکانس 4-6/min است (یعنی در هر دقیقهٔ فضا ۴ تا ۶ موج وجود داشته باشد).

کار جالبی بود ولی این سؤال برایمان ایجاد شد که این روش به چه درد می‌خورد؟ بعد فهمیدیم که او همکار نزدیک ریاضی‌دانی به‌نام کروسیلنیکوف [۳۵] است. این دو نفر باهمکاری هم مدلهای ریاضی برای تبیین این امر درست می‌کردند و نشان داده بودند که مدل آنها در شرایط مشابه، دقیقاً مانند مغز انسان رفتار می‌کند و با کمک نتایجی که از این تئوری به دست می‌آمد، اقدام به طرح‌ریزی آزمایشهایی برای درک تصاویر در مغز حیوانات آزمایشگاهی کرده بودند. جالب است بدانید با وجود آماده بودن همهٔ وسایل کار، به دلیل نبودن نیروی جوان، کار متوقف مانده بود! یعنی هیچ دانشجوی Ph.D که راه‌اندازی آزمایش را به عهده گیرد، نداشتند و عجیب اظهار علاقه می‌کردند که ما در فعالیتشان شرکت کنیم. در کالتوشه توانستیم به حضور رییس

قدیمی بخش عصب‌شناسی یعنی پروفسور گلیزر[۳۶] برسیم و در آنجا بود که به زیبایی کار کالتوشه پی بردیم. تمامی آزمایشهایی که در کالتوشه در بخش عصب‌شناسی طرح‌واجرا می‌شد، در چارچوب یک تئوری واحد بود (تئوری متحد بینایی) و آزمایشهای شلپین و تمام مدل‌سازیهای او، آزمایشهای بخش رفتاری و چند آزمایشگاه دیگر برای بسط و اثبات تئوری پروفسور گلیزر کار می‌کردند. این تئوری حتی در زمینهٔ توضیح تفاوتهای نیمکره‌های چپ- -وراست مغز هم توانا بود. حتی در مواردی تئوری گلیزر با تئوری عدم قطعیت هایزنبرگ در فیزیک شباهت صوری داشت. در ضمن تئوری او با نتایج آزمایشگاهی نیز مطابقت می‌کرد. ما به خود جرأت دادیم و دربارهٔ مقالات تحقیقی خود از پروفسور سؤال کردیم. در کمال تعجب گلیزر سرش را بلند کرد و گفت اینها خیلی جالب هستند و ما هم به همین نتایج در کارهای آزمایشگاهیمان رسیده‌ایم. او وقتی شنید که ما این نتایج را چاپ نکرده‌ایم (که اکنون این مقالات در مجلهٔ Brain&Cognition پذیرفته شده‌اند) توصیه کرد که حتماً آنها را برای کنفرانس اروپایی تحقیقات بینایی ارسال کنیم و قول داد که آدرس کنفرانس را برای ما بفرستد.

در فرصت محدودی که داشتیم از قسمتهای برنامه‌ریزی کالتوشه هم دیدار کردیم و اینجا هم سیستمی مشابه IHNA ولی کاملتر و متمرکزتر دیدیم. البته سیستم از مسکو کاملتر بود اما در مجموع به نظر می‌رسید شاید به خاطر مسایل اقتصادی، فعالیت در مسکو (IHNA) بیشتر باشد. برنامه‌نویسان اینجا در قلب‌کار حضور داشتند واشکالات را رفع می‌کردند. اکثر آنان به علت زمان طولانی‌خدمت دراین گروه، عملاً مبانی علم‌اعصاب را هم می‌دانستند. دکتر شلپین همکار برنامه‌ریز نزدیکی به نام چیکمن [۳۷] داشت که اطلاعات‌مفیدی در زمینهٔ دوربین تلویزیونی و ویدیویی در کارهای‌عصب‌شناسی‌دراختیارما گذاشت.

در ساده‌ترین مقایسه بین این دو انستیتوی تحقیقاتی در مسکو و در سن‌پترزبورگ می‌توان گفت که کار در مسکو وسیع و سن‌پترزبورگ عمیق‌بود. در سن‌پترزبورگ تعداد آزمایشگاهها مثل مسکو زیاد نبود ولی آن تعداد محدود، هدف واحدی را نشانه رفته بودند. در سن‌پترزبورگ شخصاً در چند آزمایش شرکت کردیم و جالب است که بدانید نتایج حاصل از ما با هیچ کدام از نتایج قبلی مطابقت نداشتند و تکرار آزمایش هم سودی نکرد. وقتی دکتر شلپین و همکار جوانش آلکساندر حسابی دود از کله‌شان بلند شد، ما توضیح‌دادیم که از چه سرنخهایی برای

جواب‌دادن‌استفاده کرده‌ایم‌وبه‌اصطلاح چه کلکی سوار کرده‌ایم! آنها فکر چنین حالتی را نمی‌کردند و قرار شد که این ایراد آزمایششان را برطرف کنند!

در سن‌پترزبورگ به شخصیت بسیار جالب دیگری هم به‌نام ایگور نیکلایوویچ[۳۸] و همکار جوانش به نام دیمیتری برخورد کردیم که دقیقاً روی علایق ما - یعنی تفاوتهای‌دونیمکره در ادراک بینایی -کار می‌کردند. ما تقریباً یک روز کامل را به بحث و تبادل نظر پیرامون آزمایشهای انجام شده در این زمینه گذراندیم. جالب این که اینجا هم EEG وسیلهٔاصلی آزمایش بود و به‌علت نزدیکی گرایش گروه آنها با ما، آیندهٔ همکاریهایمان بسیار روشن می‌نماید.

در گزارشهای آینده هر کدام از بخشهای IHNA و کالتوشه را به صورت کاملتری به استحضار خوانندگان عزیز خواهیم رساند.

۱۳۷۶/۱/۱۵

و من الله التوفیق

گروه عصب‌شناسی سمپاد

یادداشت‌ها :

1- Institute of Higher Nervous Activities (IHNA)
2- I.P. Pavlov Inst.
3- Grant
4- Alexander Sergeivich Tikhomirov
5- I.A Shevelev
6- Single Cell Recording
7- D. Hubel
8- T. Weisel
9- Bar Sensitive
10- Crosslike
11- Angle
12- Preamplifier
13- Analogue to Digital Convertor
14- Electroencephalography
15- Ivanitsky
16- Fast Forurier Transform
17- Cohearence
18- Zhavoronkova
19- Yu.D Bagdanov
20- Extracellular Recording
21- Transcorrelation
22- I.S Zakharov
23- A.A Frolov
24- G.A Sharaev
25- L. Alexandrov
26- Consciousness
27- E.A Kostandov
28- unstable
29- stable
30- frontal
31- Signal Processing
32- V. Konychev
33- MRI
34- Y.E. Shelepin
35- Krosilnikov
36- V.D Glezer
37- Chikman
38- Igor Nickolaievich

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی